



Universidad Autónoma del Estado de México

---

---

Centro Universitario UAEM Texcoco

“Plataformas Electrónicas”

**Tesina para obtener el título de  
Ingeniero en computación**

**Presenta**

Mayra Hernández Hernández

**Director de tesina**

Dr. en C. Oziel Lugo Espinosa

**Revisores**

Dr. En. C. Joel Ayala de la Vega

M. en C. C. Irving Alejandro González Manríquez

2015

## Índice

Resumen .....	1
Planteamiento del problema .....	3
Justificación .....	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos .....	5
Antecedentes .....	5
Capítulo I Electrónica Básica. ....	9
1.1 Conceptos Teóricos sobre la Electricidad.....	10
1.1.1 ¿Qué es Electricidad? .....	10
1.1.2 ¿Qué es el voltaje? .....	12
1.1.3 ¿Qué es la intensidad de corriente? .....	12
1.1.4 ¿Qué es la corriente continua (DC) y la corriente alterna (AC)?.....	13
1.1.5 ¿Qué es la resistencia eléctrica? .....	15
1.1.6 ¿Qué es la Ley de Ohm? .....	16
1.1.7 ¿Qué es la Potencia? .....	17
1.1.8 ¿Qué es una señal? .....	18
1.1.9 ¿Qué son las señales digitales y las señales analógicas? .....	19
1.1.10 ¿Qué son las señales periódicas y las señales aperiódicas?.....	20
1.2 Circuitos Electrónicos Básicos .....	22
1.2.1 Representación gráfica de los circuitos.....	22
1.2.2 Conexiones en serie y paralelo .....	24
1.2.3 El divisor de tensión .....	26
1.2.4 Las resistencias “pull-up” y “pull-down” .....	27
1.3 Fuentes de Alimentación Eléctrica .....	28
1.3.1 Tipos de pilas / baterías.....	28
1.3.2 Características de las pilas / baterías .....	31
1.3.3 Conexiones de varias pilas / baterías .....	32
1.3.4 Características de los adaptadores AC /DC.....	34
1.4 Componentes Eléctricos .....	36
1.4.1 Resistencias.....	36
1.4.2 Potenciómetros .....	39
1.4.3 Otras resistencias de valor variable .....	41

1.1.4 Diodos y LEDs .....	42
1.4.5 Condensadores .....	45
1.4.6 Transistores .....	48
1.4.7 Pulsadores.....	50
1.4.8 Reguladores de tensión.....	51
1.4.9 Placas de prototipado .....	51
<b>Capítulo II Microprocesadores y Microcontroladores. ....</b>	<b>55</b>
<b>Microprocesadores y Microcontroladores .....</b>	<b>56</b>
2.1.1 ¿Qué es una computadora? .....	56
2.1.2 ¿Qué es un Microprocesador? .....	58
2.1.2.1 Elementos.....	59
2.1.3 ¿Qué es un Microcontrolador? .....	60
2.1.3.1 Elementos.....	61
2.1.4 Arquitecturas.....	64
2.1.4.1 Arquitectura Von Neumann y Harvard.....	64
2.1.4.2 Arquitectura CISC y RISC .....	66
2.3.1 Diferencia entre Microprocesador y Microcontrolador .....	67
2.4 Automatización .....	70
2.4.1 Automatización Lazo abierto .....	71
2.4.2 Automatización Lazo cerrado .....	71
2.5 PLC Automatización Industrial.....	72
2.5.1 Estructura básica de un PLC .....	72
2.6 FPGA .....	79
2.6.1 Arquitectura .....	80
2.6.2 Ventajas .....	84
<b>Capítulo III Arduino.....</b>	<b>86</b>
3.1 ¿Qué es un Sistema Electrónico? .....	87
3.2 ¿Qué es una Plataforma de desarrollo Electrónico? .....	88
3.2.1 Características .....	88
3.2.2 Elementos básicos de una Plataforma de desarrollo Electrónico .....	89
3.3 Hardware Libre (Open Hardware) .....	90
3.3.1 ¿Qué es Hardware Libre? .....	90
3.3.2 Clasificación .....	91

3.3.3 Ventajas y Desventajas.....	92
3.4 Plataforma Arduino .....	92
3.4.1 ¿Cuál es el Origen de Arduino? .....	93
3.4.2 ¿Qué es Arduino? .....	94
3.4.3 Hardware Arduino .....	95
3.4.3.1 Características físicas de la Placa Arduino Uno R3 .....	95
3.4.3.2 Características del Microcontrolador de la Placa Arduino Uno R3 .....	104
3.4.3.3 Otras Placas oficiales de Arduino .....	110
3.4.3.4 Expandir Arduino con los Shields.....	139
3.4.3.4.1 ¿Qué “Shields (Escudos)” Arduino oficiales existen? .....	139
3.4.3.4.2 ¿Qué Shields (Escudos) no oficiales existen? .....	144
3.4.3.5 Kits y Accesorios.....	144
3.5 Software Arduino .....	145
3.5.1 Software Libre.....	145
3.5.2 ¿Qué es Software Libre? .....	146
3.5.3 IDE’s de desarrollo Oficial (Lenguajes para su codificación).....	146
3.5.4 IDE’s de desarrollo alternativos al Oficial .....	147
3.5.5 Plataformas soportadas.....	149
Capítulo IV Plataformas Alternativas de desarrollo. ....	151
4.1 Tessel .....	152
4.2 Launchpad MSP430G2 .....	154
4.3 Wiring S.....	157
4.4 Netduino plus 2.....	159
4.5 Parallax Propeller ASC+.....	162
4.6 TinyDuino.....	164
4.7 DigiSpark.....	166
4.8 BLEduino .....	168
4.9 RFduino .....	170
4.10 BLE Mini.....	172
4.11 Pinoccio.....	174
4.12 Geogram One .....	177
4.13 Raspberry Pi Modelo B.....	179
4.14 BeagleBone Black.....	182

4.15 PcDuino v3.....	184
4.16 Gizmo 2.....	187
4.17 Uddo Quad .....	190
4.18 Flora V2.....	193
4.19 Papilo One 500k .....	196
4.20 Mojo v3.....	198
4.21 AVR.duino U+ .....	200
4.22 SainSmart UNO.....	203
4.23 Brasuíno BS1 .....	205
4.24 ChibiDuino2 .....	208
4.25 Diavolino.....	210
4.26 Freeduino USB (KIT).....	212
4.27 Rascal.....	214
4.28 Romeo 2.2 R3.....	216
4.29 Seeeduino .....	219
4.30 Eleven .....	221
4.31 Zigduino.....	223
4.32 Motoduino .....	226
4.33 Teensy .....	228
4.34 Boarduino CC.....	230
4.35 Femtoduino.....	232
4.36 JeeNode.....	234
4.37 Moteino.....	236
4.38 Picoduino .....	238
4.39 Sanguino .....	240
4.40 SODAQ Mbili .....	242
4.41 TinyLily Mini .....	244
4.42 Versalino Uno .....	246
4.43 Leaflabs Maple .....	248
4.44 Bambino 210.....	250
4.45 TheUno .....	253
4.46 Goldilocks .....	255
4.47 Freaduino Mega2560.....	257

<b>4.48 Funduino UNO R3 .....</b>	<b>259</b>
<b>4.49 Ruggeduino.....</b>	<b>261</b>
<b>4.50 Bq Zum BT328 .....</b>	<b>264</b>
<b>4.51 ChipKIT Pi.....</b>	<b>266</b>
<b>4.52 Nanode Classic .....</b>	<b>269</b>
<b>4.53 Libelium Waspote .....</b>	<b>271</b>
<b>4.54 IOIO OTG .....</b>	<b>274</b>
<b>2.55 Wandboard.....</b>	<b>277</b>
<b>2.56 Odroid U3 .....</b>	<b>279</b>
<b>2.57 Banana Pi.....</b>	<b>282</b>
<b>2.58 CIAA –NXP.....</b>	<b>285</b>
<b>2.59 Cubieboard4 .....</b>	<b>287</b>
<b>2.60 OLinuXino-MaXI iMX233.....</b>	<b>290</b>
<b>2.61 PandaBoard ES .....</b>	<b>292</b>
<b>Capítulo V. Análisis, Comparaciones y Conclusiones.....</b>	<b>296</b>
<b>5.1 Análisis y Comparación de Placas Electrónicas de desarrollo .....</b>	<b>297</b>
<b>5.1.1.1 Comparativa entre tarjetas electrónicas enfocadas a proyectos wearables y /o e-textiles: .....</b>	<b>298</b>
<b>5.1.1.2 Comparativa entre tarjetas electrónicas con conexión wifi o Bluetooth:.....</b>	<b>300</b>
<b>5.1.1.3 Comparativa entre tarjetas electrónicas enfocadas a la educación.....</b>	<b>307</b>
<b>5.1.1.4 Comparativa entre tarjetas electrónicas que funcionan como Mini PC .....</b>	<b>312</b>
<b>5.1.1.5 Comparativa entre tarjetas electrónicas enfocadas a la industria .....</b>	<b>316</b>
<b>5.1.1.6 Comparativa entre tarjetas electrónicas FPGAs .....</b>	<b>319</b>
<b>5.1.1.7. Conclusión .....</b>	<b>322</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>325</b>

## Índice de Figuras

Figura 1. Ejemplo de Tarjetas electrónicas de desarrollo.....	3
Figura 2. Intel 4004, Primer microprocesador.....	6
Figura 3. Diagrama básico de los componentes que integran un microprocesador.....	7
Figura 4. Esquema de bloques general de un microcontrolador.....	7
Figura 5. Estructura de un átomo.....	10

Figura 6. Flujo de electrones libres.....	11
Figura 7. Principio del voltaje.....	12
Figura 8. Corriente por un conductor.....	13
Figura 9. Corriente directa.....	13
Figura 10. Corriente alterna.....	14
Figura 11. Símbolo esquemático para la resistencia.....	15
Figura 12. Resistencia.....	15
Figura 13. Clasificación de las señales eléctricas.....	18
Figura 14. Señal digital.....	19
Figura 15. Señal analógica.....	20
Figura 16. Señales Aperiódicas.....	21
Figura 17. Señales periódicas.....	22
Figura 18. Esquema de un circuito eléctrico básico.....	23
Figura 19. Circuito abierto.....	24
Figura 20. Circuito cerrado.....	24
Figura 21. Conexión serie.....	25
Figura 22. Conexión paralela.....	26
Figura 23. Ejemplo de un circuito con divisor de voltaje.....	27
Figura 24. Representación de resistencia Pull Up.....	28
Figura 25. Representación de resistencia Pull Down.....	28
Figura 26. Símbolo esquemático de una Pila.....	29
Figura 27. Símbolo esquemático de una Batería.....	30
Figura 28. Conexión pila / batería en serie.....	32
Figura 29. Conexión pila / batería en paralelo.....	34
Figura 30. Elementos de un adaptador regular.....	35
Figura 31. Adaptador verruga de pared.....	36

Figura 32. Símbolo para la resistencia.....	36
Figura 33. Vista de corte de un resistor de composición de carbón.....	37
Figura 34. Resistor de 4 bandas.....	38
Figura 35. Resistor de 5 bandas.....	39
Figura 36. Potenciómetro.....	40
Figura 37. Potenciómetro Digital 10K AD5220.....	41
Figura 38. Forma física de los Termistores.....	42
Figura 39. Forma física de un Fotorresistor.....	42
Figura 40. Forma física de un varistor.....	42
Figura 41. Diodo.....	43
Figura 42. LED.....	44
Figura 43. Símbolo de un condensador.....	45
Figura 44. Condensador polarizado.....	47
Figura 45. Condensador no polarizado.....	47
Figura 46. Transistor NPN.....	49
Figura 47. Transistor PNP.....	49
Figura 48. Símbolo de un Pulsador.....	50
Figura 49. Protoboard – Estructura interna.....	52
Figura 50. Protoboard.....	52
Figura 51. Placa Perfboards.....	54
Figura 52. Placa Stripboards.....	54
Figura 53. Arquitectura de la computadora.....	57
Figura 54. Elementos de un microprocesador.....	60
Figura 55. Microcontrolador 8 bits.....	61
Figura 56. Esquema de bloques general de un microcontrolador.....	64
Figura 57. Arquitectura von Neumann.....	65

Figura 58. Arquitectura Harvard.....	66
Figura 59. Estructura de sistema abierto en un microprocesador.....	68
Figura 60. El microcontrolador en un sistema cerrado.....	68
Figura 61. Elementos básicos de control en un sistema de lazo abierto.....	71
Figura 62. Elementos básicos de control en un sistema de lazo cerrado.....	71
Figura 63. Elementos de un PLC.....	73
Figura 64. Estructura del PLC compacto.....	76
Figura 65. Estructura del PLC Modular.....	77
Figura 66. Celdas Lógicas / Lógica elemental.....	81
Figura 67. Slice.....	81
Figura 68. Diagrama de un sistema electrónico.....	88
Figura 69. Tabla Arduino UNO R3.....	96
Figura 70. Mapeo de los pines de la placa Arduino respecto a los pines del microcontrolador ATmega328P.....	100
Figura 71. Diagrama esquemático de un conector ICSP.....	103
Figura 72. Arduino UNO R3.....	105
Figura 73. Microcontrolador ATmega328P.....	106
Figura 74. Placa Arduino Mega 2560.....	111
Figura 75. Placa Arduino Mega ADK.....	113
Figura 76. Placa Arduino Ethernet.....	114
Figura 77. Placa Arduino Fio.....	115
Figura 78. Placa Arduino Pro.....	117
Figura 79. Placa Arduino LilyPad.....	118
Figura 80. Placa Arduino LilyPad Simple.....	119
Figura 81. Placa Arduino LilyPad USB.....	120
Figura 82. Placa Arduino Nano.....	122
Figura 83. Placa Arduino Mini.....	123

Figura 84. Placa Arduino Pro Mini.....	124
Figura 85. Placa Arduino Leonardo.....	126
Figura 86. Placa Arduino Micro.....	127
Figura 87. Placa Arduino Yún.....	128
Figura 88. Placa Arduino Esplora.....	130
Figura 89. Placa Arduino Robot.....	131
Figura 90. Placa Arduino Due.....	134
Figura 91. Placa Arduino Tre.....	136
Figura 92. Placa Arduino Zero.....	137
Figura 93. Placa Arduino Gemma.....	138
Figura 94. Shield Arduino GSM.....	140
Figura 95. Shield Arduino Ethernet.....	141
Figura 96. Shield Arduino Wireless SD.....	141
Figura 97. Shield Arduino Photo Wireless.....	142
Figura 98. Shield Arduino Wifi.....	143
Figura 99. Shield Arduino Motor.....	143
Figura 100. Shield Arduino HOST USB.....	144
Figura 101. Arduino Starter Kit.....	145
Figura 102. Placa Tessel.....	153
Figura 103. Placa Launchpad MSP430G2553.....	156
Figura 104. Placa Wiring S.....	158
Figura 105. Placa Netduino plus 2.....	160
Figura 106. Placa Parallax Propeller ASC+.....	163
Figura 107. Placa TyniDuino.....	165
Figura 108. Placa Digispark USB.....	167
Figura 109. Placa BLEduino.....	169

Figura 110. Placa RFduino.....	171
Figura 111. Placa BLE Mini.....	173
Figura 112. Placa Pinoccio.....	175
Figura 113. Placa Geogram One.....	178
Figura 114. Placa Raspberry Pi 2 Modelo B.....	180
Figura 115. Placa BeagleBone Black.....	183
Figura 116. Placa pcDuino2.....	186
Figura 117. Placa Gizmo 2.....	189
Figura 118. Placa Uddo Quad.....	192
Figura 119. Placa Flora.....	194
Figura 120. Placa Papilo One 500K.....	197
Figura 121. Placa Mojo v3.....	199
Figura 122. Placa AVR.duino U +.....	202
Figura 123. Placa SainSmart UNO R3.....	204
Figura 124. Placa Brasuíno BS1.....	206
Figura 125. Placa ChibiDuino2.....	208
Figura 126. Placa Diavolino.....	211
Figura 127. Freeduino USB.....	213
Figura 128. Rascal.....	215
Figura 129. Romeo2.....	218
Figura 130. Seeduino.....	220
Figura 131. Eleven.....	222
Figura 132. Zigduino.....	224
Figura 133. Motoduino.....	227
Figura 134. Teensy.....	229
Figura 135. Boarduino.....	231

Figura 136. Femtoduino.....	232
Figura 137. JeeNode.....	234
Figura 138. Moteino.....	237
Figura 139. Picoduino.....	238
Figura 140. Sanguino.....	240
Figura 141. SODAQ Mbili.....	243
Figura 142. TinyLily Mini.....	245
Figura 143. Versalino UNO.....	247
Figura 144. Leaflabs Maple.....	249
Figura 145. Bambino 210.....	251
Figura 146. TheUno.....	254
Figura 147. Goldilocks.....	256
Figura 148. Freaduino Mega 2560.....	258
Figura 149. Funduino.....	260
Figura 150. Ruggeduino UNO.....	262
Figura 151. Bq Zum BT32.....	265
Figura 152. ChipKIT.....	267
Figura 153. Nanode Classic.....	270
Figura 154. Libelium Waspote.....	273
Figura 155. IOIO OTG.....	275
Figura 156. Wandboard Dual.....	278
Figura 157. Odroid U3.....	281
Figura 158. Banana Pi.....	283
Figura 159. CIAA-NXP.....	286
Figura 160. Cubieboard.....	289
Figura 161. OLinuXino-iMX233.....	291

Figura 162. PandaBoard ES.....	293
--------------------------------	-----

## Índice de Tablas

Tabla 1. Del código de colores.....	37
Tabla 2. Tensiones de polarización nominales promedio para distintos colores de LEDs.....	44
Tabla 3. Especificaciones técnicas del Arduino Mega 2560.....	111
Tabla 4. Especificaciones técnicas del Arduino Mega ADK.....	113
Tabla 5. Especificaciones técnicas del Arduino Ethernet.....	114
Tabla 6. Especificaciones técnicas Arduino Fio.....	116
Tabla 7. Especificaciones técnicas Arduino Pro.....	117
Tabla 8. Especificaciones técnicas Arduino LilyPad.....	119
Tabla 9. Especificaciones técnicas Arduino LilyPad Simple.....	120
Tabla 10. Especificaciones técnicas Arduino LilyPad USB.....	121
Tabla 11. Especificaciones técnicas Arduino Nano.....	122
Tabla 12. Especificaciones técnicas Arduino Mini.....	123
Tabla 13. Especificaciones técnicas Arduino Pro Mini.....	124
Tabla 14. Especificaciones técnicas Arduino Leonardo.....	126
Tabla 15. Especificaciones técnicas Arduino Micro.....	127
Tabla 16. Especificaciones técnicas del microcontrolador AVR de Arduino Yún.....	129
Tabla 17. Especificaciones técnicas procesador Arduino Yún.....	129
Tabla 18. Especificaciones técnicas del microcontrolador AVR Arduino Esplora .....	130
Tabla 19. Especificaciones técnicas de la placa de control de Arduino Robot.....	131
Tabla 20. Especificaciones técnicas de la placa motora de Arduino Robot.....	132
Tabla 21. Especificaciones técnicas Arduino Due.....	134
Tabla 22. Especificaciones técnicas microcontrolador Arduino Tre.....	136
Tabla 23. Especificaciones técnicas procesador AM3359AZCZ100 de Arduino Tre. ....	136
Tabla 24. Especificaciones técnicas Arduino Zero.....	137

Tabla 25. Especificaciones técnicas Arduino Gemma.....	138
Tabla 26. Especificaciones técnicas Tessel.....	153
Tabla 27. Especificaciones técnicas Launchpad.....	156
Tabla 28. Especificaciones técnicas Wiring S.....	158
Tabla 29. Especificaciones técnicas placa Netduino plus 2.....	161
Tabla 30. Especificaciones técnicas Parallax Propeller ASC+.....	163
Tabla 31. Especificaciones técnicas TyniDuino.....	165
Tabla 32. Especificaciones técnicas Digispark USB.....	167
Tabla 33. Especificaciones técnicas BLEduino.....	169
Tabla 34. Especificaciones técnicas RFduino.....	171
Tabla 35. Especificaciones técnicas BLE Mini.....	173
Tabla 36. Especificaciones técnicas Pinoccio.....	175
Tabla 37. Especificaciones técnicas Geogram One.....	178
Tabla 38. Especificaciones técnicas Raspberry Pi 2 Modelo B.....	180
Tabla 39. Especificaciones técnicas BeagleBone Black.....	183
Tabla 40. Especificaciones técnicas pcDuino2.....	186
Tabla 41. Especificaciones técnicas Gizmo 2.....	189
Tabla 42. Especificaciones técnicas Uddo Quad.....	192
Tabla 43. Especificaciones técnicas Flora.....	194
Tabla 44. Especificaciones técnicas Papilo One 500K.....	197
Tabla 45. Especificaciones técnicas Mojo v3.....	199
Tabla 46. Especificaciones técnicas AVR.duino U +.....	202
Tabla 47. Especificaciones técnicas SainSmart UNO R3.....	204
Tabla 48. Especificaciones técnicas Brasuíno BS1.....	206
Tabla 49. Especificaciones técnicas ChibiDuino2.....	209
Tabla 50. Especificaciones técnicas Diavolino.....	211

Tabla 51. Especificaciones técnicas Freeduino USB.....	213
Tabla 52. Especificaciones técnicas Rascal.....	215
Tabla 53. Especificaciones técnicas Romeo.....	218
Tabla 54. Especificaciones técnicas Seeeduino.....	220
Tabla 55. Especificaciones técnicas Eleven.....	222
Tabla 56. Especificaciones técnicas Zigduino.....	225
Tabla 57. Especificaciones técnicas Motoduino.....	227
Tabla 58. Especificaciones técnicas Teensy.....	229
Tabla 59. Especificaciones técnicas Boarduino.....	231
Tabla 60. Especificaciones técnicas Femtoduino.....	233
Tabla 61. Especificaciones técnicas JeeNode.....	234
Tabla 62. Especificaciones técnicas Moteino.....	237
Tabla 63. Especificaciones técnicas Picoduino.....	239
Tabla 64. Especificaciones técnicas Sanguino.....	241
Tabla 65. Especificaciones técnicas SODAQ Mbili.....	243
Tabla 66. Especificaciones técnicas TinyLily Mini.....	245
Tabla 67. Especificaciones técnicas Versalino Uno.....	247
Tabla 68. Especificaciones técnicas Leaflabs Maple.....	249
Tabla 69. Especificaciones técnicas Bambino 210.....	252
Tabla 70. Especificaciones técnicas TheUno.....	254
Tabla 71. Especificaciones técnicas Goldilocks.....	256
Tabla 72. Especificaciones técnicas Mega 2560.....	258
Tabla 73. Especificaciones técnicas Funduino.....	260
Tabla 74. Especificaciones técnicas Ruggeduino UNO.....	263
Tabla 75. Especificaciones técnicas Bq Zum BT32.....	265
Tabla 76. Especificaciones técnicas ChipKIT.....	267

Tabla 77. Especificaciones técnicas Nanode Classic.....	270
Tabla 78. Especificaciones técnicas Libelium Waspmote.....	273
Tabla 79. Especificaciones técnicas IOIO OTG.....	275
Tabla 80. Especificaciones técnicas Wandboard Dual.....	278
Tabla 81. Especificaciones técnicas Odroid U3.....	281
Tabla 82. Especificaciones técnicas Banana Pi.....	283
Tabla 83. Especificaciones técnicas CIAA-NXP.....	286
Tabla 84. Especificaciones técnicas Cubieboard.....	289
Tabla 85. Especificaciones técnicas OLinuXino-iMX233.....	291
Tabla 86. Especificaciones técnicas PandaBoard ES.....	294
Tabla 87. Comparativa de las principales características técnicas de plataformas wearables y /o e-textiles.....	299
Tabla 88. Comparativa de las principales características técnicas de plataformas Bluetooth 4.0.....	302
Tabla 89. Comparativa de las principales características técnicas con conectividad Wifi.....	305
Tabla 90. Comparativa de las principales características técnicas para la Educación para proyectos básicos.....	308
Tabla 91. Comparativa de las principales características técnicas de plataformas enfocadas a la Educación para proyectos complejos.....	310
Tabla 92. Comparativa de las principales características técnicas de plataformas Mini Pc.....	314
Tabla 93. Comparativa de las principales características técnicas de las plataformas enfocadas a la Industria.....	318
Tabla 94. Comparativa de las características técnicas de las placas FPGAs.....	320
<b>Índice de Fórmulas</b>	
Fórmula 1. Para calcular la corriente.....	16
Fórmula 2. Para calcular el voltaje.....	16
Fórmula 3. Para calcular la resistencia.....	17

Fórmula 4. Para calcular la Potencia.....	17
Fórmula 5. Para calcular el Voltaje 1.....	26
Fórmula 6. Para calcular el Voltaje 2.....	26
Fórmula 7. Para calcular la fem.....	33
Fórmula 8. Para calcular la carga total.....	34
Fórmula 9. Para calcular la intensidad total.....	34
Fórmula 10. Para calcular capacidad de un condensador.....	46
Fórmula 11. Para calcular la capacidad total en serie.....	46
Fórmula 12. Para calcular la capacidad total en paralelo.....	47

### **Índice de Gráficas**

Grafica 1. Precio de las plataformas wearables y /o e-textiles.....	298
Grafica 2. E / S GPIO plataformas wearables y /o e-textiles.....	299
Grafica 3. E / S de Placas electrónicas con conectividad Bluetooth.....	301
Grafica 4. Precio de las plataformas con Bluetooth 4.0.....	302
Grafica 5. Precio de las plataformas con conectividad Wifi.....	305
Grafica 6. Precio de las plataformas para la Educación enfocadas para proyectos básicos.....	308
Grafica 7. Precio de las plataformas para la Educación enfocadas a proyectos complejos.....	310
Grafica 8. Precio de las plataformas Mini PC.....	313
Grafica 9. E / S de Placas electrónicas Mini PC.....	313
Gráfica 10. Precio de las plataformas enfocadas a la Industria.....	317
Gráfica 11. Precio de las plataformas FPGAs.....	319
Gráfica 12. E / S de las placas FPGA.....	320

## Resumen

En el presente trabajo se realizará un análisis comparativo de los diversos tipos y modelos de las Plataformas electrónicas de desarrollo que existen en el mercado. Una Plataforma electrónica de desarrollo son sistemas integrados cuya razón de ser es brindar al usuario, estudiante, ingeniero o desarrollador, las herramientas necesarias para diseñar y desarrollar aplicaciones que requieran el control de señales electrónicas. Normalmente una Plataforma electrónica de desarrollo es una placa de circuito impreso en la que se han implementado diferentes componentes de uso común a la hora de desarrollar un sistema embebido además de la electrónica y el soporte para programar el dispositivo (Valderrama & Vesga, 2009), el análisis se centrará en el principal modelo de Plataforma electrónica de desarrollo “**Arduino**” y las plataformas más populares que existen, con el objetivo de obtener un informe técnico de ellas haciendo énfasis principalmente en sus características técnicas y su funcionalidad. Este trabajo servirá como referencia a usuarios que requieran o deseen trabajar con Plataformas electrónicas de desarrollo, permitiéndoles elegir la mejor Plataforma que cubra las necesidades para su proyecto respectivo.

La electrónica surge en la 2da Revolución Industrial Electro-mecánica-química (siglo XIX - 1970), cobrando su mayor poder a causa de la crisis que esta experimenta el sistema económico en la época (1945), pero su masificación ocurrió en el año 1970 durante la Revolución Tecnológica (tercera revolución), por lo que hoy en día se ha aportado grandes avances en diversos campos; electrónica, informática, comunicaciones, medicina, biotecnología, y en la ciencia en general como la física, química, entre otros campos del saber (Ayala, Araya, & Hernández).

La electrónica está enmarcada por pequeños y grandes inventos, con el paso del tiempo ha ido en evolucionando propiciando transformaciones en la vida social y económica, lo cual ha dado lugar a dispositivos cada vez más complejos.

En la actualidad, el incremento competitivo que se ha generado en el mercado de la industria electrónica, crea la necesidad de diseñar sistemas que tengan mejores características y prestaciones; menor tamaño, bajos requerimientos de energía, mejores

funcionalidades, sistemas de diseño eficientes, logrando un mejor desempeño a bajos costos.

Es por ello que desde la invención del circuito integrado, el desarrollo constante de la electrónica digital ha dado origen a nuevos dispositivos como el “**microcontrolador**”, uno de los inventos más sobresalientes del siglo XX, implementados en el trabajo, en la casa y en nuestra vida en general. Se encuentran controlando los productos de línea blanca (lavadora, refrigerador, hornos de microondas, secadora, etc.), radios, medidores de servicios (agua, luz, etc.), sistemas de control automotrices (bolsa de aire, control del motor, frenos ABS, etc.), entre otros.

Cada día los microcontroladores van teniendo más importancia debido a que su uso va en incremento en productos como; reguladores de temperatura, máquinas de control de motores, aparatos que capturan señales de los sensores, etc., los cuales incorporan un microcontrolador con el fin de aumentar sustancialmente sus prestaciones, reducir su tamaño y costo, mejorar su fiabilidad y disminuir el consumo de energía.

Un microcontrolador es un circuito integrado programable que contiene todos los componentes de un computador. Se emplea para controlar el funcionamiento de una tarjeta determinada y, debido a su reducido tamaño, suele ir incorporando al propio dispositivo al que gobierna. (Angulo & Angulo, 2003)

Para revolucionar el uso de los microcontroladores a principios de los 70's se empezaron a fabricar tarjetas con microcontroladores embebidos (Medina, 2012) el objetivo de dichas tarjetas es proporcionar una mejor accesibilidad y facilidad de uso para asignarles tareas relativamente pequeñas a comparación de las tareas de un ordenador, estas han facilitado el desarrollo de proyectos de electrónica multidisciplinarios, automatización y control, por sus características de eficiencia, rapidez y facilidad de uso, puesto no demanda conocimientos avanzados de electrónica y programación para su implementación.

Los sistemas embebidos son el origen de las Plataformas electrónicas de desarrollo las cuales proporcionan todos los circuitos necesarios para tareas de control común; conectores de entradas y salidas, generador de pulsos de reloj, memorias (RAM, Flash),

microcontrolador o procesador (puede incluir ambos), etc., cada Plataforma tiene su particularidad de características dependiendo de su marca y modelo (figura 1).



(Arduino, 2015)



(Raspberry Pi, 2015)

Figura 1. Ejemplo de Plataformas electrónicas de desarrollo

### **Planteamiento del problema**

Cuando surgieron las primeras Plataformas electrónicas de desarrollo era fácil la elección, ya que solo se contaba con Arduino y Raspberry Pi, el avance de la electrónica basado en los sistemas de control autónomos, ha propiciado que se desarrollen diversas tarjetas e interfaces electrónicas para solucionar diferentes necesidades multidisciplinarias.

Las tarjetas e interfaces electrónicas cuenta con multitud de tipos, modelos y ediciones, cada una pensada para un público concreto o para una serie de tareas específicas, por lo consecuente el avance ha provocado que al usuario le resulte complicada y tediosa la elección ya que el busca obtener eficiencia, rapidez y facilidad de uso, obteniendo calidad de la herramienta a un buen precio. Un usuario que empieza a adentrarse al uso de las tarjetas no tiene conocimiento por dónde empezar por lo que se vuelve desconcertante realizar una buena elección ya que la información está dispersa en la red por lo que necesita emplear tiempo para poder iniciar su uso.

Las Plataformas electrónicas de desarrollo se encuentran en un buen momento ya que su uso está latente por que ha logrado automatizar y crear cualquier proyecto que el usuario desee realizar sin la necesidad de conocimientos expertos en el tema de la electrónica y programación.

El mercado de la electrónica es muy extenso debido a la competitividad, para alcanzar su objetivo de obtener mayores ventas ha tenido la necesidad de crear diferentes Plataformas electrónicas de desarrollo, además de la demanda del usuario el cual busca obtener mejores herramientas que cumplan con las necesidades y requerimientos tecnológicos para sus grandes industrias quienes tienen sus sistemas controlados y operados por personas; estas son algunas de las causas principales por lo que día a día surgen más y más Plataformas electrónicas de desarrollo. El mercado crece y al mismo tiempo la información de las herramientas al igual va siendo más y más, por lo que el usuario tiene que realizar un recorrido diversas páginas para poder encontrar o darse una idea de lo que es una Plataforma.

El aporte que se obtendrá es una investigación con lo que se creará un informe o material que sirva como guía para el usuario, el cual le brindará una idea general de lo que son las tarjetas de desarrollo, cuáles existen, para qué proyectos son recomendados.

### **Justificación**

La investigación servirá a todos los usuarios que deseen trabajar con alguna(s) Plataformas electrónicas de desarrollo. Este trabajo será una guía de apoyo, para que un usuario cuente con un insumo que le sirva como inicio para adentrarse al mundo de las Plataformas electrónicas de desarrollo, indicándole que es una tarjeta electrónica de desarrollo, aplicaciones, etc.

Ayudando a los usuarios a ahorrar tiempo y esfuerzo e incluso dinero, porque al no saber que tarjetas existen un usuario que quiera desarrollar un proyecto escolar y adquiera una placa potente enfocada a proyectos grandes realizaría un gasto innecesario ya que hay placas enfocadas para el ámbito educativo como para el industrial.

### **Objetivo general**

“Realizar el análisis e informe técnico comparativo de las de las características técnicas generales de hardware y software de las Plataformas electrónicas de desarrollo más utilizadas en proyectos de electrónica y automatización.

## **Objetivos específicos**

- 1) Recopilar y clasificar la información de las distintas tarjetas electrónicas de desarrollo.
- 2) Analizar e integrar las características técnicas de las tarjetas electrónicas de desarrollo a nivel software y hardware.
- 3) Realizar la comparación técnica de las características proporcionadas por las diferentes tarjetas electrónicas de desarrollo, con la finalidad de generar un informe técnico que integre los resultados obtenidos de las comparaciones (gráficas y tablas).

## **Antecedentes**

La electrónica actual y moderna emplea para su trabajo y su funcionamiento gran cantidad de materiales y dispositivos, siendo cada vez más amplio el espectro de su incumbencia (Diaz & Ariel, 2014), es por ello que abarca diferentes áreas de aplicación: Electrónica de control, Telecomunicaciones y la Electrónica de potencia, su evolución ha sido muy rápida, es por ello que se ha dividido en dos ramas fundamentales: electrónica analógica y electrónica digital dependiendo de la forma de la señal eléctrica, con la finalidad de obtener un mejor estudio.

Debido a los avances de la electrónica surgen los controladores que son un dispositivo que sirve para la automatización de uno o varios procesos, pero esto no fue suficiente ya que se necesitaba algo más complejo y fue como nacieron los microprocesadores<sup>1</sup>, estos surgen por primera vez en el año 1971, para el proyecto de un calculadora de la empresa Busicom, la empresa Intel fue quien desarrollo el primer “Microprocesador 4004 de 4 bits” (figura 2).

Fue hasta este año que fue posible combinar una Unidad lógica Aritmética (ALU), con circuitos secuenciales tales como los flip-flops, registros de desplazamientos y otros elementos, todo dentro de un chip, para dar lugar a un rudimentario microprocesador, el objetivo era reunir en un microprocesador todos los elementos necesarios para crear un

<sup>1</sup> (Benchimol, Microcontroladores, 2011) Son circuitos integrados que contienen millones de transistores en su interior, los cuales crean circuitos complejos encargados de realizar diferentes tareas.

ordenador, a excepción de los dispositivos de entrada y salida (teclado, pantalla, impresora, etc.).



Figura 2. Intel 4004, Primer microprocesador

Un producto Intel posterior, el “8080” lanzado en Abril de 1974 con una velocidad de reloj que alcanzaba los 2 MHz. Al año siguiente, aparece en el mercado el primer ordenador personal de nombre “Altair”, basado en la microarquitectura del Intel 8080. El procesador de este computador suponía multiplicar por 10 el rendimiento del anterior, gracias a su velocidad de 2 MHz (Intel, 2011), este microprocesador fue uno de los más exitosos por lo que presentaba una mejor distribución por lo que actualmente se utiliza como estándar en casi todos los casos, con el paso del tiempo se crearon más microprocesadores con mejores características, hasta llegar a los más actuales.

A los microprocesadores se les denomina “**Unidad de Procesamiento Central o CPU**”, es porque la mayoría de ellos pueden actuar como el “cerebro” de un sistema computacional, administrando todas las tareas que este realiza y lleva a cabo operaciones con los datos, están diseñados para interpretar y ejecutar las instrucciones que le indique el usuario, éste ejecuta el listado de instrucciones (programa), ejecutándolas una por una.

Con el paso del tiempo fueron evolucionando su potencia, tamaño y complejidad, hoy en día se ven microprocesadores que están integrados en su interior por millones de transistores con varios núcleos con la finalidad de aumentar su capacidad de procesamiento (figura 3).

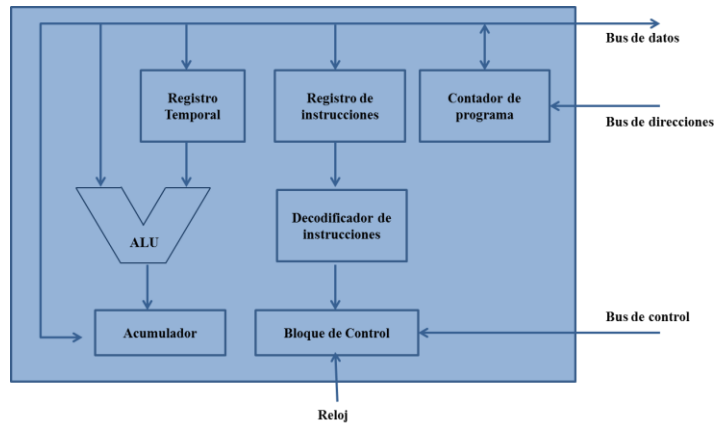


Figura 3. Diagrama básico de los componentes que integran un microprocesador (Benchimol, Microcontroladores, 2011)

El desarrollo constante de la electrónica digital ha dado lugar a dispositivos cada vez más complejos, entre los cuales encontramos a los “**microcontroladores**” que surgieron con el nombre de “microcomputadora” a mediados de los 80 y rápidamente ganaron mercado, al desplazar a los sistemas mínimos desarrollados con microprocesadores en el campo del control industrial (Benchimol, Microcontroladores, 2011), uno de los motivos del desplazamiento es que los microcontroladores son pequeños que permiten empotrar un procesador programable en muchos productos industriales.

En la estructura interna de un microcontrolador encontramos un CPU, memoria de programa, memoria de datos, circuito reset, circuito oscilador y los puertos (recursos) de entrada/salida, los cuales están integrados en un único circuito integrado (chip) (figura 4).

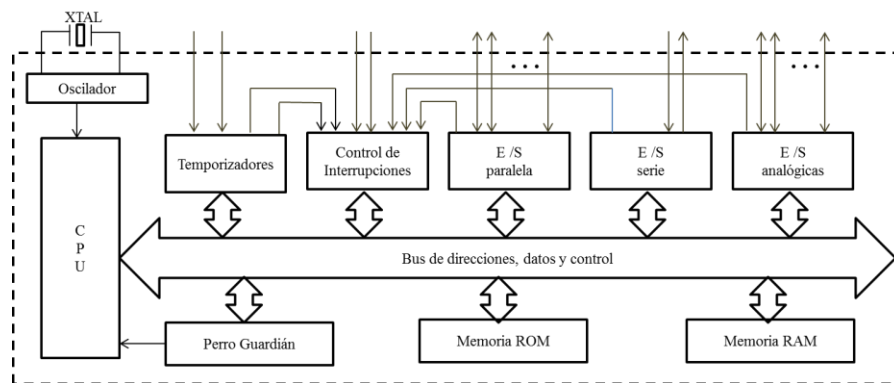


Figura 4. Esquema de bloques general de un microcontrolador (Valés & Pallás , 2007)

La ventaja que adquirieron los microcontroladores sobre los microprocesadores se debe a la tecnología VLSI (alta escala de integración), la cual permitió introducir en un solo chip todo un sistema mínimo.

Existe una gran diversidad de microcontroladores, por su longitud de palabra, es decir, el tamaño de datos que maneja el repertorio de instrucciones: 4, 8, 16, 32 bits. Los que dominan en el mercado son los de 8 bits, porque son los más apropiados para la gran mayoría de aplicaciones, eso no quiere decir que los de 16 y 32 bits no son mejores que aquellos, simplemente que son más caros y más poderosos por lo que no se requiere un microcontrolador potente para un proyecto que se puede solucionar con un microcontrolador de 8 o de 4 bits. Otros que también van ganando en el mercado son los de 32 bits, ya que son de gran interés para el área de procesamiento de imágenes, comunicaciones, aplicaciones militares, procesos industriales y para el control de los dispositivos de almacenamiento masivo de datos, etc.

En el desarrollo y avance de la tecnología de los microcontroladores existen múltiples modelos y diseños para cada uno de los problemas e innovaciones de las empresas, sin embargo, muchas soluciones resultan demasiado costosas por su estructura y forma del proyecto. Por este motivo surge la necesidad de encontrar nuevas herramientas tecnológicas, desencadenando la aparición de familias de tarjetas de control basados en microcontroladores conocidas como Plataformas electrónicas de desarrollo.

El objetivo fundamental del crear una herramienta como esta es que se dicha herramienta estuviera al alcance de todos y automatizara tareas en el proceso de producción; por lo que se redujo el tamaño de los controladores, a un precio muy accesible y de fácil manipulación, ya que algunas de estas Plataformas no necesita conocimientos de electrónica o programación para poder hacer uso de alguna, entre sus características principales esta que son “**hardware libre**”, cuya característica permite a cualquier usuario crear su propia tarjeta de electrónica de desarrollo, dando origen a que cada día existen cada vez más y más tarjetas electrónicas.

## **Capítulo I Electrónica Básica.**

Este capítulo contiene los conceptos teóricos fundamentales de Electricidad, Circuitos, Fuentes de Alimentación y Componentes Eléctricos, con la finalidad de que el Lector tenga una serie de elementos que le permitan entender lo que es una Plataforma Electrónica de desarrollo y sus componentes que lo integran.

## 1.1 Conceptos Teóricos sobre la Electricidad

### 1.1.1 ¿Qué es Electricidad?

Hacia el año 600 a.c., el filósofo y científico Thales de Mileto había comprobado que si se frotaba el ámbar, éste atraía hacia sí objetos más livianos. Se creía que la electricidad residía en el objeto frotado. De ahí que el término electricidad provenga del vocablo griego *elektron*, que significa ámbar (Mujal & Ramón, Electrotecnia, 2002).

En principio, la electricidad es la forma de energía producto de la acción específica de electrones, y como tal capaz de realizar un trabajo, es decir, es la acción que producen los electrones al trasladarse de un punto a otro, ya sea por su falta o exceso de los mismos en un material, para comprender mejor lo que es la electricidad debemos de empezar por definir los elementos que se incluyen en su concepto de lo general a lo particular: conociendo la estructura atómica de la **materia**, al **átomo** y por último al **electrón**.

La materia puede definirse como cualquier cuerpo que ocupa un lugar en el espacio y tiene peso. Toda materia está compuesta de moléculas formadas por combinaciones de átomos, los cuales son partículas muy pequeñas. Los principales elementos que forman al átomo son el electrón, el protón, el neutrón y el núcleo (figura 5). En el núcleo de un átomo hay:

- **Protones:** Tienen una carga positiva (+).
- **Neutrones:** No poseen carga, porque carecen de electricidad, por esta razón se considera neutra.
- **Electrones:** Se encuentran girando en órbitas alrededor del núcleo y tienen una carga negativa (-).

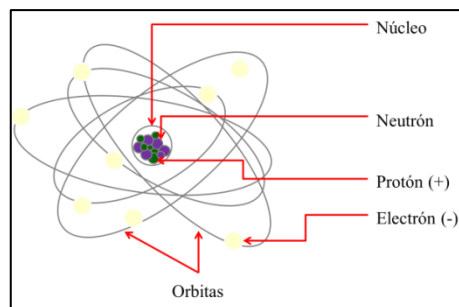


Figura 5. Estructura de un átomo

Los electrones giran alrededor del núcleo debido al equilibrio de dos fuerzas: la fuerza propia del electrón que lo mantiene siempre en movimiento y la fuerza de atracción que ejerce el núcleo sobre el electrón. Los electrones que se encuentran en la órbita más lejana del núcleo pueden salirse de sus órbitas, aplicándoles alguna fuerza externa como un campo magnético o una reacción química. A este tipo de electrones se les conoce como electrones libres.

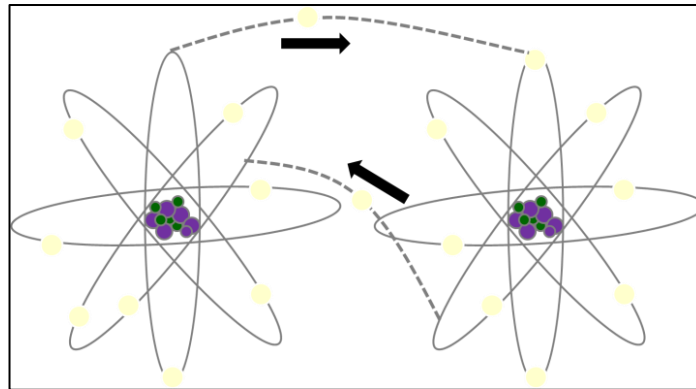


Figura 6. Flujo de electrones libres

El movimiento de los electrones libres de un átomo a otro origina lo que se conoce como **corriente de electrones**, o lo que también se denomina corriente eléctrica, la cual es la base de la Electricidad.

### ¿Cómo es que se desplaza el electrón en un material?

Para que los electrones puedan moverse es necesario que alguna forma de energía se convierta en electricidad, para ello se pueden emplear seis formas de energía las cuales ponen en movimiento a los electrones: **Fricción, Presión, Calor, Luz, Acción Química y Magnetismo**, cada una de las cuales podría considerarse como fuente independiente de electricidad.

El electrón ha conducido a tantos importantes descubrimientos en el campo de la electrónica, la electricidad, la química y la física atómica. Todos los equipos eléctricos y electrónicos han sido diseñados en base a la teoría de los electrones.

### 1.1.2 ¿Qué es el voltaje?

La tensión eléctrica, diferencia de potencial o voltaje, es la fuerza que hace que los electrones se muevan ordenadamente en una cierta dirección a través de las líneas conductoras (circuitos), o sea, lo que hace que aparezca una corriente eléctrica (figura 7).

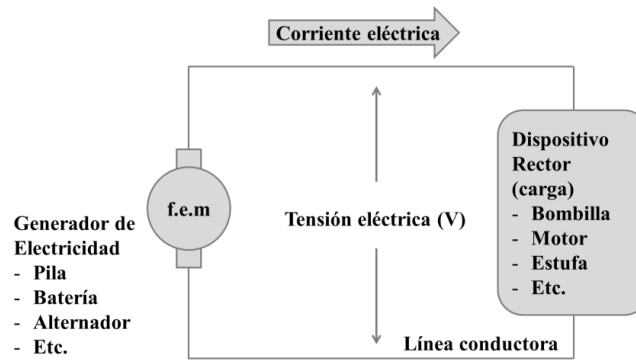


Figura 7. Principio del voltaje

Para que exista una corriente eléctrica se requiere de algo que fuerce a que los electrones circulen ordenadamente; una fuerza de origen eléctrica, denominada **fuerza electromotriz (f.e.m)**, cuya unidad es el volt ( $V$ ) y el instrumento de medición para medir dicha magnitud es el voltímetro. Esta fuerza es la que proporcionan los generadores de electricidad como las pilas, baterías, alternadores, etc. En los generadores de electricidad, como consecuencia de algún tipo de proceso, se produce en su interior una f.e.m.

### 1.1.3 ¿Qué es la intensidad de corriente?

Para comprender mejor que es la intensidad de corriente primero definiremos que es una carga eléctrica.

La **carga eléctrica** es la cantidad de electricidad que posee un cuerpo. Hay dos tipos de carga eléctrica: positiva y negativa. Dos cuerpos que tengan carga del mismo signo se repelen, mientras que si su carga es de signo contrario se atraen (Prat , 1999), la unidad de carga en el SI es el **culombio (C)**, en los circuitos no se analizan las cargas eléctricas, sino el movimiento de las mismas a través de los elementos de un circuito. Y, en general, lo que se mueve es el electrón.

Cuando las cargas eléctricas se mueven a través de los conductores generan la corriente eléctrica, es decir, es el movimiento de las cargas, el valor que se puede medir es la intensidad de corriente eléctrica; dicho valor indica cuántas cargas pasan por un determinado punto en un intervalo de tiempo fijado.

La **intensidad de la corriente** también conocido como **corriente**, es la cantidad de cargas eléctricas que atraviesan una sección transversal (para simplificar, un punto de observación) de un conductor en la unidad de tiempo, y es igual al número de electrones libres que pasan a través de una sección transversal de un conductor en un segundo. Se representa por  $I$  y se mide en amperios (A).

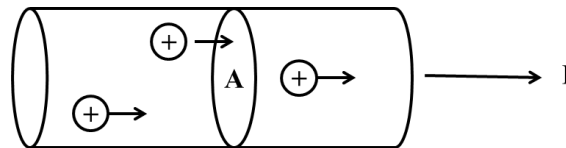


Figura 8. Corriente por un conductor

#### 1.1.4 ¿Qué es la corriente continua (DC) y la corriente alterna (AC)?

Básicamente existen dos tipos de corriente eléctrica:

- **Corriente continua (C.C. o D.C.):**

La corriente directa (cc), también conocida como corriente continua, siempre fluye en la misma dirección. Los electrones fluyen en una sola dirección pues la polaridad del voltaje o de la fuente de la FEM es la misma; una de las terminales o polos de la batería es siempre positiva y la otra negativa, es decir su polaridad nunca cambia (figura 9).

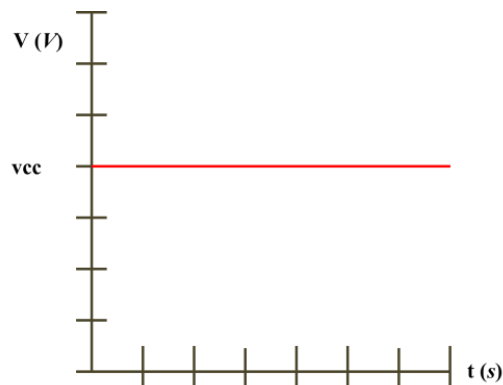


Figura 9. Corriente directa

Una corriente directa es una corriente que permanece constante en el tiempo (Charles & Matthew, 2006).

Esta corriente se distingue por que nunca cambia de dirección; los electrones fluyen desde la terminal negativa (polo negativo) de la fuente de voltaje, recorren el circuito y retornan a la terminal positiva (polo positivo).

Algunos ejemplos de corriente continua son: la pila seca, el acumulador de un automóvil, un generador de cc o un rectificador de corriente, etc.

- **Corriente alterna (C.A. o A.C.):**

La corriente alterna (ca) es un tipo de corriente cuya polaridad se invierte periódicamente, es decir, la corriente alterna tiene un cambio constante de polaridad que se efectúa por cada ciclo de tiempo (figura 10), cambia tanto en magnitud como en dirección.

Una fuente de corriente alterna produce un voltaje que regularmente se ve alterado, aumentando desde cero hasta un máximo positivo y decreciendo desde este máximo hasta cero, para volver a aumentar hasta un valor máximo negativo y decrecer hasta llegar nuevamente a cero; a esta variación se le llama **ciclo**.

Algunos ejemplos de corriente alterna son: timbres, motores síncronos y asíncronos, estufas, etc.

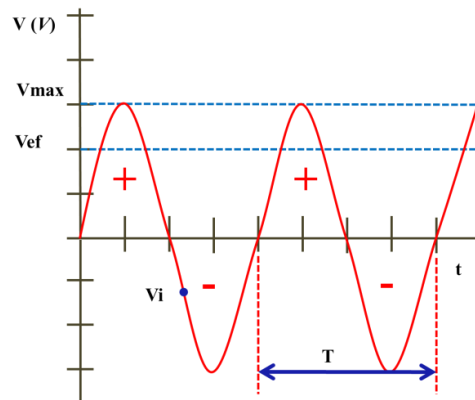


Figura 10. Corriente alterna

Una corriente alterna es una corriente que varía senoidalmente con el tiempo (Charles & Matthew, 2006).

### 1.1.5 ¿Qué es la resistencia eléctrica?

El flujo de electrones necesitan un material que permita por su medio un fácil desplazamiento de los electrones. La oposición que presenta un material al flujo de electrones es lo que se conoce como **resistencia**, está puede ser grande o pequeña.

Los materiales, atendiendo a su conductividad los podemos clasificar en:

- **Aislantes:** Son aquellos materiales que no dejan pasar la corriente o lo dejan pasar muy difícilmente, por ejemplo: porcelana, madera, etc.
- **Conductores:** Son los materiales por los que puede circular la corriente eléctrica con facilidad, como el cobre, el oro, la plata, etc.
- **Semiconductores:** Estos ocupan una posición entre los dos anteriores, por ejemplo: el silicio y el germanio.

La resistencia se representa con la letra **R**, la unidad para la medición es el ohm ( $\Omega$ ). La línea quebrada indica la mayor oposición al flujo de electrones (figura 11).



Figura 11. Símbolo esquemático para la resistencia

Los dispositivos que se usan para aumentar la resistencia en un circuito eléctrico son los resistores, son fabricados con materiales que ofrecen una alta resistencia al paso de la corriente eléctrica, los más comunes con el Nicromo, el Constantán y la Manganina (figura 12).

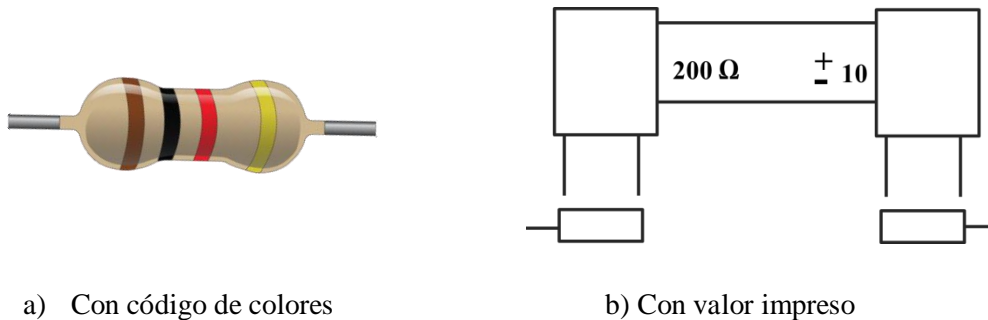


Figura 12. Resistencia

La cantidad de oposición o resistencia que encuentra la corriente de electrones dentro de un material depende de los siguientes factores:

- Longitud
- Área de sección transversal
- Temperatura
- Material del que está hecho

### 1.1.6 ¿Qué es la Ley de Ohm?

Basada en el trabajo de **Georg Simon Ohm**, la ley de Ohm es una de las tres leyes fundamentales del estudio de la electricidad, esta ley describe matemáticamente la relación entre voltaje, corriente y resistencia en un circuito (Floyd, 2007).

La ley de Ohm establece que, en un circuito electrónico, la corriente es directamente proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia del circuito.

La expresión escrita de esta ley puede representarse mediante la ecuación algebraica:

$$I=V/R$$

Fórmula 1. Para calcular la corriente

En donde:

**I** = intensidad del flujo de electrones, o corriente de electrones, medida en amperes (**A**).

**V**= voltaje (también conocido como E = tensión o FEM) en volts (**V**).

**R**= Es la resistencia del circuito, medida en Ohms (**Ω**).

Con esta ecuación, se puede calcular la corriente cuando se conocen los valores de voltaje y resistencia. Manipulado la ecuación, se puede obtener una expresión para voltaje y resistencia.

$$V=IR$$

Fórmula 2. Para calcular el voltaje

$$R=V/I$$

Fórmula 3. Para calcular la resistencia.

Ohm determinó experimentalmente que si el voltaje a través de un resistor se incrementa, la corriente a través del resistor también lo hará; y, si el voltaje disminuye, la corriente hará lo mismo, al mismo tiempo experimento que si el voltaje se mantiene constante, menos resistencia produce más corriente, y, además, más resistencia produce menos corriente.

En otras palabras, nos dice:

- A más voltaje, más corriente, por lo tanto a menos voltaje, menos corriente.
- A más resistencia, menos corriente, por lo tanto a menos resistencia, más corriente.

### 1.1.7 ¿Qué es la Potencia?

La energía es la capacidad de realizar trabajo, la podemos obtener de una corriente eléctrica puede ser mayor o menor, dependiendo de cuáles sean la intensidad y el voltaje y de cuánto tiempo esté circulando la corriente, ya que el trabajo en un sistema eléctrico lo estaremos realizando cuando se aplica un voltaje y se produce una corriente de electrones.

La gran utilidad de la energía eléctrica está en que puede ser transformada fácilmente en otro tipo de energía, como la mecánica o la térmica, este tipo de energía es transformable debido a que la diferencia de potencial es lo suficientemente fuerte para provocar choques entre los electrones en movimiento y los átomos del conductor.

Por lo que la **potencia** o **energía eléctrica** es la rapidez o velocidad con que la energía eléctrica asume otra forma. En un sistema mecánico, la potencia es la rapidez con la que se realiza un trabajo, es decir, la cantidad de trabajo que puede hacerse en una cantidad específica de tiempo. Se representa por la letra **P** y se mide en **vattios** o **watt**.

$$P = I \times V$$

Fórmula 4. Para calcular la Potencia

En donde:

**P** = Potencia en watts (**W**).

$I$  = Corriente eléctrica en amperes ( $A$ ).

$V$  = Voltaje o tensión en volts ( $V$ ).

### 1.1.8 ¿Qué es una señal?

Una señal son aquellas magnitudes que están presentes en un circuito y contienen información acerca de varias cosas y actividades en nuestro mundo físico. Estas magnitudes son provocadas por los elementos activos existentes en el circuito y su valor dependerá de la función que siga la tensión en las fuentes de tensión (o la intensidad en las fuentes de intensidad), además del resto de elementos pasivos que constituyan el circuito, es decir, una señal es una cantidad que varía en el tiempo y que puede ser representada por una gráfica.

En realidad, el contenido de información de la señal está representado por los cambios en su magnitud a medida que pasa el tiempo.

Los parámetros más importantes de las señales que aparecen en un circuito eléctrico son:

- La tensión o el voltaje entre dos puntos.
- La corriente que pasa a través de un dispositivo.
- La potencia representada por la tensión en bordes de un dispositivo multiplicada por la corriente que pasa a través de él.

La tensión entre dos puntos de un circuito o la corriente a través de un elemento puede variar a lo largo del tiempo y representar información. Según el parámetro utilizado y sus características, las señales se clasifican en (figura 13):

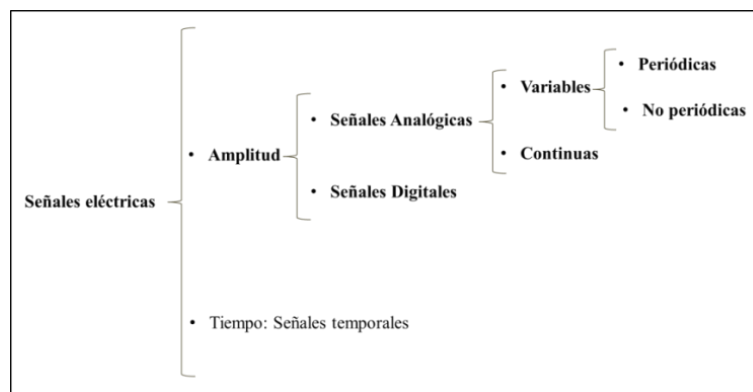


Figura 13. Clasificación de las señales eléctricas (Mandado , Mariño, & Lago, 1995)

### 1.1.9 ¿Qué son las señales digitales y las señales analógicas?

- **Señales digitales**

Son variables eléctricas con dos niveles bien diferenciados que se alternan en el tiempo transmitiendo información según un código previamente acordado, cada nivel eléctrico representa uno de dos símbolos: **0** ó **1**, **V** o **F**, etc. El cero suele representarse por cero voltios y el uno por una tensión fija determinada (10 V, por ejemplo). El paso de cero a uno se produce a gran velocidad.

Una señal digital toma un número finito de amplitudes, muchas veces este tipo de señales son binarias (es decir, sólo existen dos amplitudes posibles), aunque a veces sea útil disponer de más niveles. Con frecuencia, las señales digitales cambian de amplitud únicamente en instantes de tiempo espacios uniformemente (Allan, 2001).

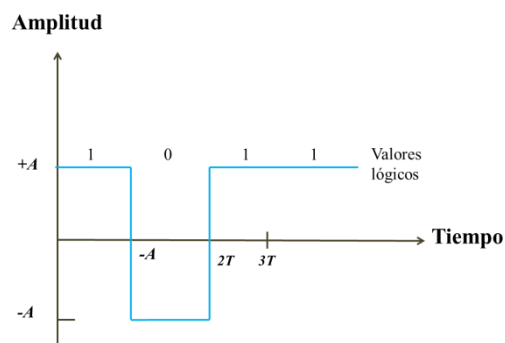


Figura 14. Señal digital

Un ejemplo de señal digital es cuando marcamos un número telefónico lo cual produce una de las 12 posibilidades señaladas dependiendo de cuál botón se oprime.

- **Señales analógicas**

Las señales analógicas son variables eléctricas que evolucionan en el tiempo en forma análoga a alguna variable física, cuyas variables pueden presentarse en forma de una corriente, una tensión o una carga eléctrica. Varían en forma continua entre el límite inferior y un límite superior. Cuando estos límites coinciden con los límites que admite un determinado dispositivo, se dice que la señal está normalizada. La ventaja de trabajar con señales normalizadas es que se aprovecha mejor la relación señal/ruido del dispositivo.

Las señales analógicas pueden tomar cualquier valor dentro de unos determinados márgenes y que llevan la información en su amplitud. Una señal analógica toma un margen continuo de valores de amplitud (Mandado , Mariño, & Lago, 1995).

En el mundo físico es en general analógico y la mayoría de los sensores proporcionan señales analógicas.

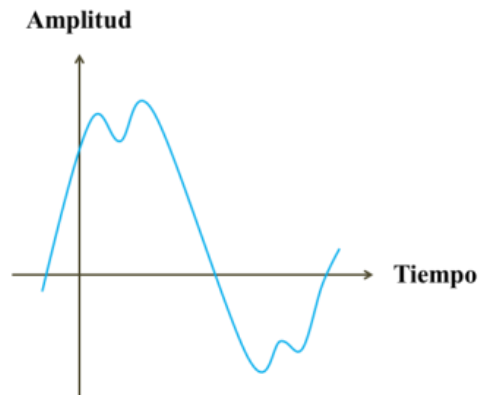


Figura 15. Señal analógica

Un ejemplo común es el sonido de la voz humana, cuando alguien habla, crea una onda continua en el aire, en ocasiones esta onda es capturada por un micrófono y convertida en señal analógica y si se muestrea se convierte en una señal digital.

Las señales analógicas pueden a su vez clasificarse en variables o continuas. Las señales analógicas variables son aquellas que equivalen a la suma de un conjunto de senoides de frecuencia mínima  $f$  mayor que cero, estas señales a su vez se dividen en señales periódicas y no periódicas.

#### 1.1.10 ¿Qué son las señales periódicas y las señales aperiódicas?

Tanto las señales analógicas como las digitales pueden ser periódicas o aperiódicas. Las señales variables en el tiempo, de acuerdo a la variación temporal, se dividen en:

- **Señales periódicas**

Una señal periódica es aquella que completa un patrón dentro de un tiempo (expresado en segundos) medible denominado **periodo**, y repite ese patrón en periodos idénticos subsecuentes, es decir, que después de un determinado tiempo, vuelve a repetirse uno a uno

los valores anteriores, una y otra vez. Cuando se completa un patrón completo, se dice que se ha completado un **ciclo**. El tiempo que demora un ciclo en desarrollarse se denomina período, y por supuesto, se mide en segundos y es representado por una  **$T$** , puede ser diferente para cada señal, pero es constante para una determinada señal periódica.

Se denomina frecuencia de la señal a la cantidad de ciclos que pueden desarrollarse en un segundo, se mide en ciclos por **segundo** o **Hertz ( $Hz$ )**.

Las señales periódicas, dependiendo de cómo varíe la señal a lo largo del tiempo, esta puede tener una “forma” concreta (senoidal, es decir, que sigue el dibujo de la función seno: cuadrada, triangular, etc.) (figura 16).

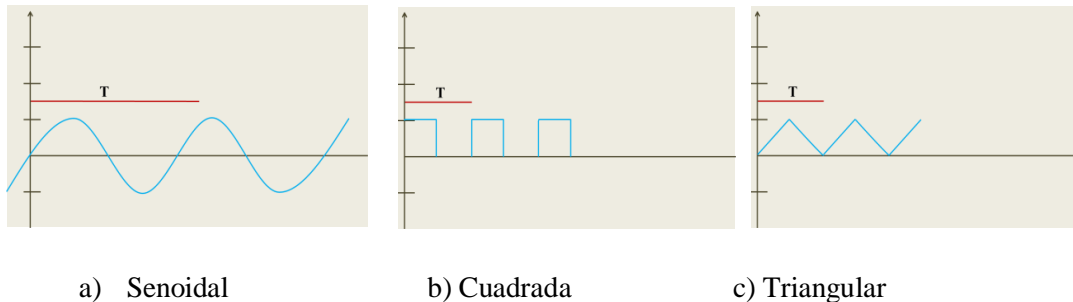


Figura 16. Señales Periódicas

### Características de las señales periódicas:

- **Amplitud de pico:** Es el valor máximo que tiene una señal, considerada desde el valor 0.
- **Amplitud de pico a pico:** Es la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de una señal.
- **Valor eficaz:** Es el valor equivalente al de una señal continua constante capaz de desarrollar la misma potencia que la señal periódica.
- **Valor medio:** Es el promedio de todos los valores de una señal tomados en un ciclo. Para señales simétricas como la senoidal, el valor medio es nulo.

- **Señales aperiódicas**

Las señales aperiódicas son también conocidas como no periódicas. Una señal aperiódica es aquella que cambia sin exhibir ningún ciclo que se repita en el tiempo. Sin embargo, se

ha demostrado mediante una técnica denominada transformada de Fourier, que cualquier señal aperiódica puede ser descompuesta en un número infinito de señales periódicas.

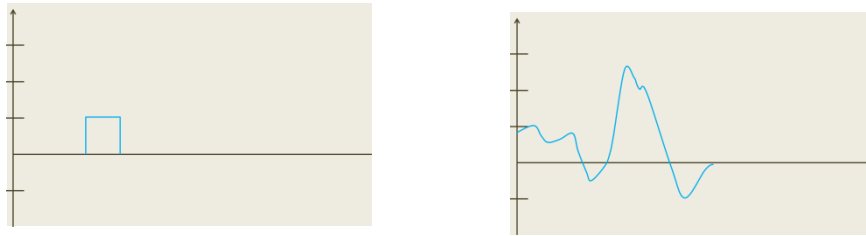


Figura 17. Señales periódicas

En sistemas de comunicación se usan habitualmente señales analógicas periódicas como portadoras y señales digitales aperiódicas para representar variaciones en los datos.

## 1.2 Circuitos Electrónicos Básicos

### 1.2.1 Representación gráfica de los circuitos

Se le denomina esquema eléctrico a la representación gráfica del conjunto de conexiones entre símbolos electrónicos de los distintos dispositivos de un circuito eléctrico.

Un circuito eléctrico es un conjunto de elementos (componentes o dispositivos) que, unidos de forma adecuada, permiten el paso de corriente eléctrica (figura 18) (Barrales , Barrales , & Rodríguez , 2014).

Los elementos pueden ser:

- **Elementos Activos**

Son aquellos que generan energía eléctrica o potencia al resto de los elementos del circuito, por ejemplo: baterías (convierten la energía de tipo químico en eléctrico), generadores y los amplificadores operacionales.

- **Elementos Pasivos**

Son aquellos elementos que no pueden generar energía eléctrica, solo pueden consumir dicha energía para poder funcionar, algunos elementos almacenan esa energía, pero en

general, esa energía es absorbida y se pierde, por ejemplo: resistencia (que convierte la energía eléctrica en calor), capacitores y los inductores.

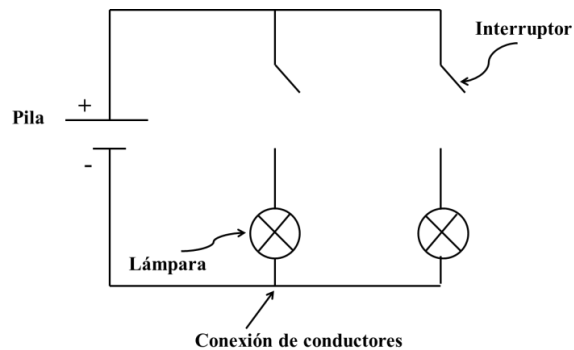


Figura 18. Esquema de un circuito eléctrico básico

En el esquema anterior se muestran los elementos comunes que tiene un circuito eléctrico: conductores, interruptores y los generadores.

Los interruptores son los elementos que normalmente se utilizan para interconectar un circuito. El elemento de un circuito que se utiliza para modelar es un “conductor ideal”, este mantiene idéntica la tensión en todos sus puntos con independencia de la corriente que lo atraviesa, ya que el “conductor real”, suele ser un hilo metálico (con determinado diámetro y longitud), en el cual la tensión varía ligeramente a lo largo de él cuando circula la corriente. En cambio en el conductor ideal la aproximación suele ser razonablemente precisa para la gran mayoría de los casos.

Un elemento más de interconexión es el interruptor, el cual se modela por un interruptor ideal. El interruptor se compone dos estados: abierto (*off*) y cerrado (*on*). Se dice que está abierto (figura 19) cuando no hay un camino conductor entre el polo negativo y positivo de la fuente de potencia, por lo tanto no circula la corriente, es decir si hay huecos no pueden fluir los electrones. Los huecos pueden ser generados por un alambre roto o un interruptor abierto (apagado).

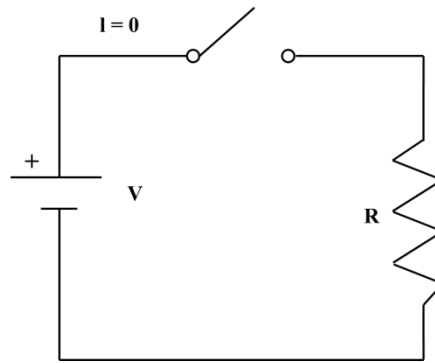


Figura 19. Circuito abierto

En cambio cuando está cerrado si existe el camino para que fluya la corriente del polo positivo de la fuente de potencia hasta llegar a las cargas que están alambradas al circuito y regresan al polo negativo de la fuente de potencia (figura 20).

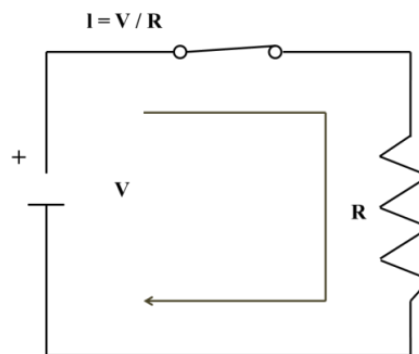


Figura 20. Circuito cerrado

Otros elementos fundamentales en un circuito son los **generadores** (fuentes de tensión y de corriente), son aquellos que se utilizan en los circuitos electrónicos para suministrar energía eléctrica al circuito, generar una señal, o para modelar algún dispositivo que entregue una señal o energía al circuito que se esté analizando.

### 1.2.2 Conexiones en serie y paralelo

La forma en que se conectan los circuitos dependerá del número y tipo de dispositivos con que se cuenta y la manera en que estos se relacionen. Las más básica son la conexión en serie y paralela, las demás se derivan de estas dos.

Una **conexión en serie**, es aquel circuito que está formado por dos o más cargas conectadas una tras otra, es decir, unidas de un extremo con extremo formando una línea continua que inicia en un polo negativo y termina en el polo positivo de la batería de alimentación. La tensión total será la suma de las tensiones en cada componente y la intensidad de corriente que circula será siempre la misma.

En un circuito en serie la corriente eléctrica tiene un solo recorrido o trayectoria.

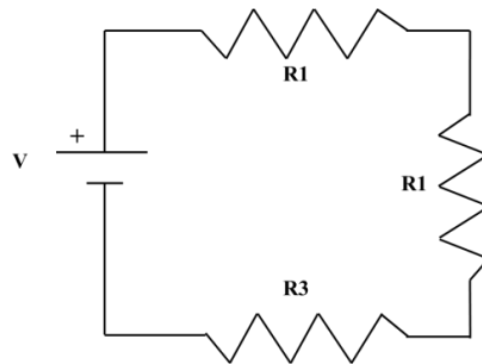


Figura 21. Conexión serie

Un ejemplo muy común de conexión en serie es el de las luces navideñas; si desconectas una de las cargas de la serie, la corriente se ve interrumpida y las demás cargas dejan de funcionar, la serie se apaga completamente.

Esto no sucede con una conexión en paralelo, ya que si una de sus cargas no está conectada no influye en las demás, ya que siguen funcionando normalmente.

La **conexión en paralelo** es aquella en la que dos o más elementos se unen por sus extremos a dos puntos comunes (figura 22). Los elementos presentes en una conexión en paralelo se les aplican la misma tensión (voltaje) por igual y la intensidad de corriente total en dicho circuito es la suma de las intensidades que pasan por cada componente.

En un circuito en paralelo la corriente eléctrica tiene la posibilidad de seguir varios recorridos o trayectorias.

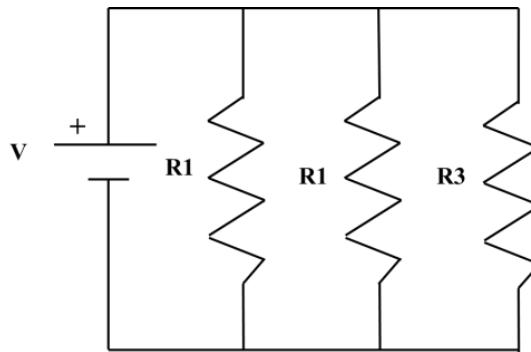


Figura 22. Conexión paralela

### 1.2.3 El divisor de tensión

Al hablar de divisor de **tensión** es hablar de **divisor de voltaje**, es una configuración de un circuito electrónico, la cual consiste en dos o más resistencias conectadas en serie; se utiliza en casos en que el voltaje de la fuente de entrada es demasiado grande y cuando existe la necesidad de dividir voltajes para obtener un voltaje de salida adecuado para el dispositivo conectado y que dicho voltaje no afecte al dispositivo.

Po lo tanto se deduce que la mayor o menor cantidad de reducción que se consiga en la tensión final depende de dos factores; depende del valor de las resistencias que utilizemos: a mayor valor de resistencia, mayor será la reducción, y del valor de la tensión original: si aumentamos el voltaje de entrada, aumentaremos proporcionalmente el voltaje de salida.

Para calcular el valor de la tensión total, se debe primero calcular la tensión a lo largo de cada resistor, como ejemplo tomaremos a la figura 23 la cual tiene 2 resistores, para ello se utilizan las siguientes ecuaciones.

$$V1 = (R1 / (R1 + R2)) V$$

Fórmula 5. Para calcular el Voltaje 1

$$V2 = (R2 / (R1 + R2)) V$$

Fórmula 6. Para calcular el Voltaje 2

En donde:

$V$  = Voltaje

$R$  = Resistencia

Y posteriormente se sumaran los valores de las tenciones  $V_1$  y  $V_2$ , para obtener el valor de la tensión total.

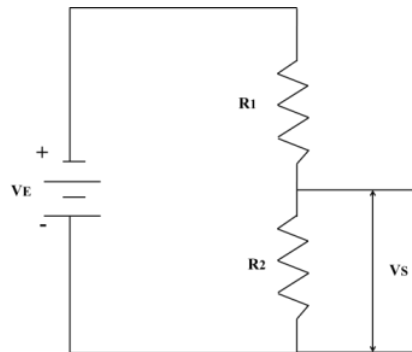


Figura 23. Ejemplo de un circuito con divisor de voltaje

#### 1.2.4 Las resistencias “pull-up” y “pull-down”

Las resistencias “*pull-up*” y “*pull-down*”, son aquellas resistencias que se colocan de una forma determinada para evitar falsos estados, estos son producidos por diferentes factores entre ellos están los producidos por el ruido eléctrico o las variaciones en la fuente de alimentación ocasionando que el valor caiga en un rango indefinido, con ello se mantiene en la entrada un voltaje conocido.

Las resistencias “*pull-up*” son aquellas que están conectadas a la fuente de alimentación, cuando el interruptor está abierto la corriente va desde la fuente de alimentación al ***Vout*** dando un valor lógico alto (***HIGH***) (figura 24 a)) y cuando el interruptor está cerrado la corriente se mueve hacia tierra (***GND***) dejando un **0** en ***Vout*** (figura 24 b)).

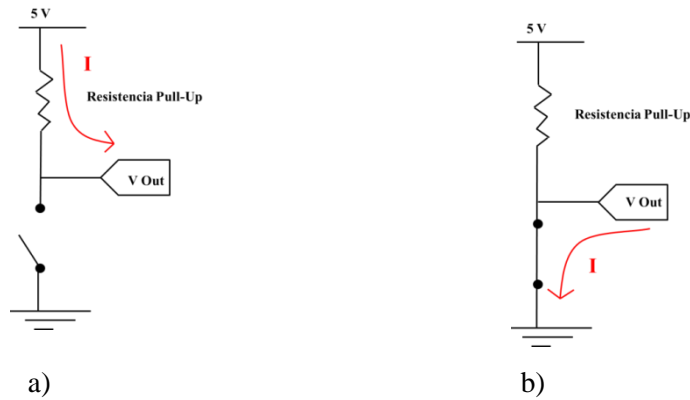


Figura 24. Representación de resistencia Pull Up

Las resistencias “*pull-down*” se conectan a tierra (**GND**), de esta manera cuando el interruptor está abierto la corriente se dirige hacia la resistencia dejando un valor **0** en **Vout** (figura 25. a)) y si el interruptor está cerrado la corriente se moverá hacia **Vout** dejando un valor lógico alto (**HIGH**) (figura 25. (b)).

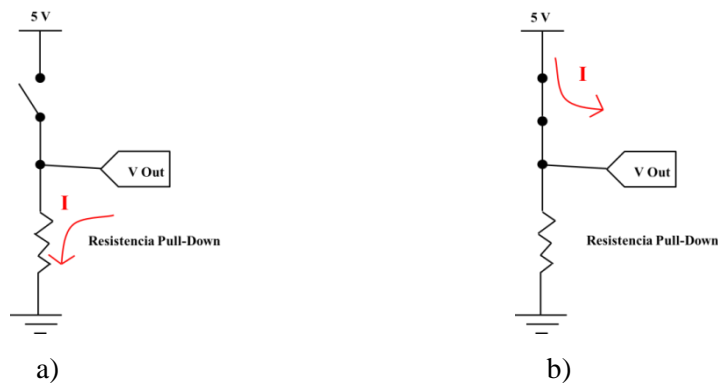


Figura 25. Representación de resistencia Pull Down

## 1.3 Fuentes de Alimentación Eléctrica

### 1.3.1 Tipos de pilas / baterías

Las fuentes de alimentación eléctricas más habituales son las **pilas** y las **baterías**; son aquellos elementos (dispositivos) tipo fuentes de voltajes que convierten energía química en energía eléctrica (Floyd, 2007), proporcionan voltaje en CC, también conocidos como fuentes de potencia, al ser aplicado alguna fuente en un circuito o dispositivo

electrónico, genera una corriente eléctrica que alimenta al aparato electrónico que esté conectado a este circuito.

Una batería se compone de una o más celdas electroquímicas conectadas eléctricamente, una celda se compone de cuatro componentes básicos: un electrodo positivo (tiene deficiencias de electrones, debido a una reacción química), un electrodo negativo (tiene electrones en demasía debido también a la reacción química), un electrolito (es aquel que proporciona un mecanismo para que fluya la carga entre los electrodos positivo y negativo), y un separador poroso (es el que aísla eléctricamente los electrodos positivos y negativos).

Las pilas / baterías se clasifican como primaria o bien en su caso secundarias.

Una **pila primaria** es un dispositivo que consiste en dos electrodos de materiales diferentes y un electrolito (la reacción química entre ellos produce un voltaje) (Fowler, 1994). Las pilas primarias no pueden recargarse eléctricamente con facilidad, debido a que la reacción química que produce durante la descarga no es fácilmente reversible, porque los productos químicos que se usan en la reacción se han transformado completamente por lo que la pila se descarga completamente por lo que se desecha y se sustituye por una nueva.

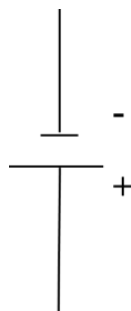


Figura 26. Símbolo esquemático de una Pila

Las pilas Alcalinas están formadas por cloruro de sodio o de potasio. Cuentan con potencia y corriente de gran estabilidad debido a la amplia movilidad de los iones a través del electrolito. Se encuentran blindadas con el propósito de que no se viertan los componentes de la misma.

Una batería consta de dos o más pilas conectadas eléctricamente entre sí y envasadas como una sola unidad o aparato. A diferencia de las baterías primarias las **baterías secundarias** si se pueden recargarse eléctricamente muchas veces, después de las descarga, hasta su

estado original, haciendo pasar por ellas corriente en la dirección opuesta a la de la descarga, por lo que son dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica, conocidos como baterías de acumuladores o simplemente acumuladores (Fink, Wayne , & Carroll, 1981).

El número de ciclos descarga – carga que una pila puede soportar depende del tipo y tamaño de la pila y de las condiciones de funcionamiento. El número de ciclos varía desde menos de un centenar a muchos millares.

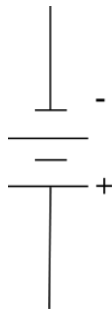


Figura 27. Símbolo esquemático de una Batería

Las pilas secundarias incluyen los siguientes tipos:

- **Níquel – cadmio (NI - CD):** Puede recargarse repetidas veces, como el acumulador de plomo, pero es hermética pues el desprendimiento de gas durante el proceso de carga hace las veces de mecanismo autorregulador para evitar la aparición de una presión elevada de gas, está característica y el hecho de no precisar electrolito líquido, compensa su elevado costo.
- **Níquel – Hidruro Metálico (NI – MH):** Emplean un ánodo de hidróxido de níquel y un cátodo compuesto por una relación de hidruro metálico. Son reacias al contacto con bajas temperaturas, disminuyendo en gran parte su eficacia.
- **Ion –Litio (LI - ION):** Contiene un ánodo de grafito, mientras en el cátodo funciona a partir de óxido de cobalto, óxido de magnesio o trifilina. No permiten la descarga y son capaces de alcanzar potencias elevadas. Sin embargo se ven afectadas por los cambios de temperatura.

- **Polímero de Ion –Litio (LIPO):** Estas baterías cuentan con características de iones de litio, aunque su densidad es mayor. Son de tamaño reducido por lo que suelen utilizarse en pequeños equipos.

Técnicamente una batería tiene dos o más pilas, sin embargo el término de batería se suele utilizar para nombrar tanto a una pila como a una batería.

Existe otro tipo de pila en forma de botón y se constituye en forma totalmente y son de litio fácil de sustituir cuando se agotan. El electrodo negativo suele ser de indio y el electrodo positivo de un compuesto de bismuto. Ambos electrodos están separados por una lámina (separador). La célula está encerrada herméticamente en una cápsula de acero (Senner, 1994).

Hay muchos tipos, como las que están fabricadas con Litio – dióxido de magnesio (CR2032, CR2477, etc.) aunque tienen un encapsulado con diámetro y anchura diferente unas de otras todas generan 3V. También están las que son de tipo alcalinas y las fabricadas con óxido de plata, las dos generan 1,5V. Cualquiera pila en forma de botón el terminal negativo es la tapa y el terminal positivo es el metal de la otra cara.

### 1.3.2 Características de las pilas / baterías

Las características de mayor interés de las pilas / baterías son la carga eléctrica y su voltaje.

La carga eléctrica conocida también como “capacidad” de la pila / batería, es la cantidad de energía que una pila/batería puede almacenar bajo condiciones dadas como lo son la temperatura, la corriente suministrada, la tasa de descarga (minutos por hora) y el voltaje de salida cuando la descarga es completa, cuyo valor de la energía varía ampliamente cuando cambian las condiciones (Fowler, 1994).

La capacidad se mide en **amperios - hora (Ah)** o en **miliamperios – hora**.

Otra característica de las pilas / baterías es el voltaje o resistencia interna, su valor de voltaje depende del material con que está hecha, en una pila el voltaje de salida varía al vaciarse la carga misma, se debe a la resistencia interna de la pila. La carga de una pila es la

cantidad de corriente que se toma de ella. Con ello se deduce que al aumentar la carga, el voltaje de salida disminuirá y viceversa.

El voltaje en los terminales de la pila depende, por tanto, de la resistencia interna de la misma y del valor de la corriente de la carga. A medida que una pila se descarga, su resistencia interna aumenta. Por tanto, para una corriente de carga dada, su voltaje de salida disminuye.

Una característica que contienen las pilas / baterías en sus compuestos químicos son un agente despolarizante, el cual es un compuesto químico que reacciona con el gas polarizante y lo elimina, esto es con la finalidad que los iones gases en una pila se acumulen y la polarización no crezca tanto que llegue al grado de inutilizar la pila. Los iones gases se crean en torno al electrodo positivo cuando se empieza a descargar una pila primaria.

### 1.3.3 Conexiones de varias pilas / baterías

Las pilas / baterías se pueden conectar de dos formas pero es importante tomar en cuenta que deben de ser del mismo tipo, forma y aporten el mismo voltaje, si no se cumplen estos lineamientos puede llegar inestable y peligrosos.

- **Conexión pilas / baterías serie:**

En este tipo de conexión se deben de conectar de manera que sus fuerzas electromotrices sean del mismo sentido (Tena J. G., 2011) se tienen que conectar, del primer electrodo de una celda con el electrodo negativo de la otra celda y el positivo de este con el negativo del siguiente electrodo y así sucesivamente (figura 28). El propósito de una conexión de pilas en serie es para aumentar el voltaje.

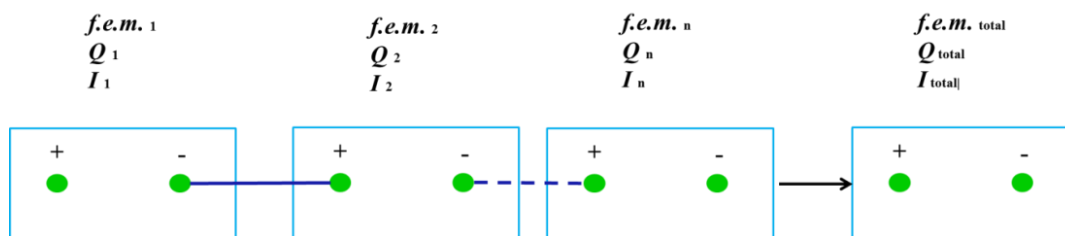


Figura 28. Conexión pila / batería en serie

Al conectar en serie una batería de N elementos iguales la tensión total es igual a la suma de las tensiones parciales que integran la conexión:

$$f.e.m. \text{ total} = f.e.m. 1 + f.e.m. 2 + f.e.m. 3 + \dots + f.e.m. n$$

Fórmula 7. Para calcular la *fem*

Durante la descarga o la carga, la intensidad de corriente producida es igual a la de uno de sus elementos: se descarga o carga antes de la de menor capacidad y para cargarse o descargarse totalmente las de mayor capacidad, las de menor capacidad sufrirán una carga o descarga excesiva con los inconvenientes que ello supone. Por lo tanto, la capacidad equivalente de varias baterías conectadas en serie será la de cualquiera de ellas, si todas son iguales:

$$Q \text{ total} = Q1 = Q2 = Q3 = \dots = Qn$$

En caso de pilas diferentes (no tienen la misma capacidad), la intensidad máxima del circuito tiene que ser inferior a la máxima intensidad que puede proporcionar la pila más pequeña.

$$Q \text{ total} = Q3$$

La intensidad máxima o de cortocircuito del conjunto será la de la más pequeña o la de cualquiera de ellas, si todas fueran iguales.

$$I \text{ máx} = I \text{ más pequeña}$$

- **Conexión pilas / baterías paralelo:**

Para la conexión en paralelo deben conectarse los electrodos positivos de varias celdas entre sí, y lo mismo se hace con los electrodos negativos (figura 29). El propósito de una conexión de baterías en paralelo es aumentar la capacidad de la corriente.

Las baterías conectadas en paralelo deben tener la misma fuerza electromotriz, si no fuera así, las de menor tensión desempeñarían el papel de receptores y las de mayor potencial se descargarán a través de ellas.

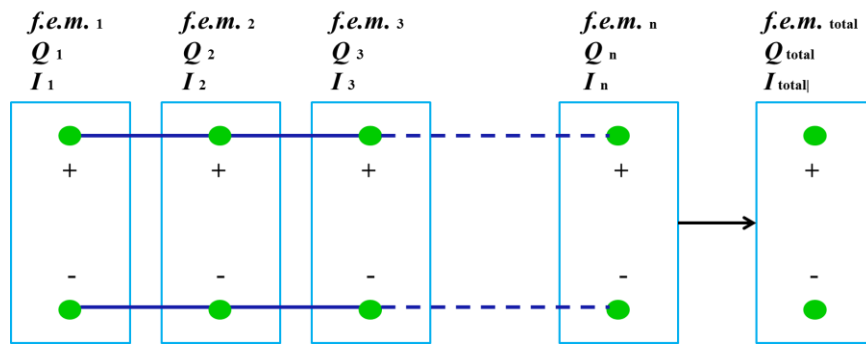


Figura 29. Conexión pila / batería en paralelo

La tensión resultante es la de cualquiera de los elementos:

$$f.e.m. total = f.e.m. 1 = f.e.m. 2 = f.e.m. 3 = \dots = f.e.m. n$$

La capacidad total y la intensidad máxima o de cortocircuito, serán iguales a la suma de las capacidades de cada una de ellas:

$$Q total = Q1 + Q2 + Q3 + \dots + Qn$$

Fórmula 8. Para calcular la carga total

$$I total = I1 + I2 + I3 + \dots + In$$

Fórmula 9. Para calcular la intensidad total

Por lo tanto, la capacidad es superior a la de cada elemento, pero se mantiene constante la fem de cada unidad.

### 1.3.4 Características de los adaptadores AC /DC

Otra fuente de alimentación externa, es el **adaptador** que convierte una corriente alterna en una continua (Arboledas , 2009). Su función es conectarse a una toma de la red eléctrica general para transformar el elevado voltaje alterno ofrecido por ella en un voltaje continuo, constante y mucho menor, para el funcionamiento correcto del dispositivo conectado.

Para las situaciones en las que no es posible suministrar corriente por pilas / baterías, se usan los generadores de corriente continua. Los adaptadores pueden ser regulados y no regulados, dependiendo si utilizan un regulador de tensión.

Los **adaptadores regulados** son aquellos que mantienen constante el voltaje de salida independiente de las variaciones en la tensión de entrada o en la corriente de la carga. Básicamente los adaptadores regulados se componen de un transformador, rectificador, un filtro y un regulador (figura 30.).

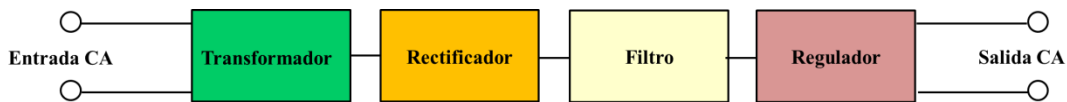


Figura 30. Elementos de un adaptador regular

Una fuente de alimentación toma una tensión alterna de entrada de la red pública para esto con un transformador reducirá el valor de entrada a un valor más adecuado según las necesidades de la carga. El voltaje obtenido a la salida del transformador alimenta a un puente rectificador, que convertirá la señal en una CC pulsante. A pesar de que ya es una corriente continua, presenta enormes variaciones de amplitud, por lo que se utiliza un filtro con la finalidad de conseguir una tensión más uniforme. El voltaje obtenido ya puede aplicarse a la carga de forma directa o a través de la implementación de un regulador de tensión (es un circuito que mantiene constante la tensión independientemente de las variaciones de voltaje de entrada). Por ejemplo los que usan las computadoras portátiles, tienen forma de caja rectangular de la que salen el cable para enchufar a la red eléctrica y el cable para conectar el aparato.

Una característica importante es el rango de voltaje debe estar entre 100 a 240 V.

Los **adaptadores no regulares** son aquellos que no poseen ningún mecanismo de estabilización y proporcionan un voltaje de salida cuyo valor puede ser diferente en varios voltios al mostrado en la etiqueta.

Estos reducen ciertamente el voltaje de entrada a un valor de salida menor, pero el valor concreto de este voltaje de salida depende en una buena parte del consumo eléctrico que se realiza cuando el circuito es alimentado, es decir, a medida que el circuito consume más

intensidad de corriente, el voltaje de salida se va reduciendo cada vez más hasta llegar a su valor nominal solo cuando el circuito consume la máxima intensidad que el adaptador es capaz de ofrecer. Si el circuito sigue aumentando su consumo y supera esa intensidad máxima, el voltaje ofrecido por el adaptador seguirá disminuyendo y llegará a ser menor que el nominal, esto puede ocasionar que se dañe el adaptador.

La razón de su existencia es que son baratos y están disponibles en una gran variedad de formas y rango de valores de uso. Por ejemplo: los adaptadores que se conectan directamente a los enchufes de la red en forma de “verrugas de pared” (figura 31.).



Figura 31. Adaptador verruga de pared

## 1.4 Componentes Eléctricos

### 1.4.1 Resistencias

La resistencia (resistor) es la oposición que cualquier material ofrece al paso de la corriente eléctrica (Mujal R. M., 2002), dicha oposición puede ser grande o pequeña. Son elementos biterminales, es decir, tienen dos terminales (bornes), en los circuitos siempre se comportan como elementos pasivos absorbiendo potencia.

La resistencia se representa con la letra  $R$ , la unidad para la medición de la resistencia es el Ohms ( $\Omega$ ) (figura 32.).



Figura 32. Símbolo para la resistencia

La aplicación principal de los resistores es limitar la corriente en un circuito, dividir el voltaje, y en ciertos casos, generar calor. Existen dos categorías principales: fijos y variables.

Los resistores fijos están disponibles con una gran selección de valores de resistencia establecidos durante su fabricación y que no son fáciles de cambiar.

Entre los más común está el de composición de carbón; está hecho con una mezcla de carbón finamente pulverizado, un relleno de aislante, y un aglutinante de resina todo ello encapsulado todo en un resistor en un recubrimiento aislado para protección (figura 33.) (Floyd, 2007). El valor de la resistencia se establece de acuerdo a la proporción de carbón a relleno aislante.

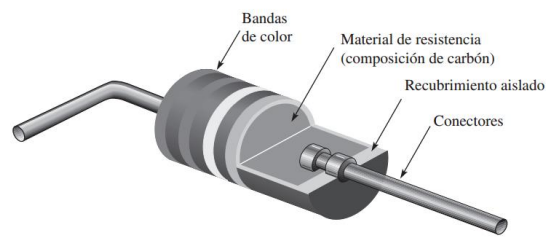


Figura 33. Vista de corte de un resistor de composición de carbón

Para saber el valor óhmico de los resistores se usa el método del código de colores (tabla 1.), identificando los valores de las bandas que el resistor presenta en su cuerpo, ya que es difícil ver su valor impreso debido a que algunas veces el resistor es muy pequeño.

Valor Nominal			Multiplicador			Tolerancia		
	Negro	0		Plateado	$10^{-2}$		Plateado	10%
	Marrón	1		Dorado	$10^{-1}$		Dorado	5%
	Rojo	2		Negro	$10^0$		Marrón	1%
	Naranja	3		Marrón	$10^1$			
	Amarillo	4		Rojo	$10^2$			

	Verde	5		Naranja	$10^3$			
	Azul	6		Amarillo	$10^4$			
	Violeta	7		Verde	$10^5$			
	Gris	8		Azul	$10^6$			
	Blanco	9						

Tabla 1. Código de colores

Este código de colores está compuesto por bandas de colores divididas en dos grupos: El primer grupo consiste de tres a cuatro bandas; las dos o tres primeras indican el valor nominal del resistor y la última es un multiplicador para obtener la escala.

La primera banda es el primer dígito del valor de la resistencia, ya que las resistencias no tienen polaridad para identificar cual es la primera banda se deberá ir al extremo contrario de donde se encuentra la banda de color oro o plata, al igual sucede con la segunda banda; es el segundo dígito del valor de resistencia, sabiendo que cada color equivale a un dígito diferente del 0 al 9, si existiera una tercer banda se realiza el mismo procedimiento de la anteriores. La tercera banda es el multiplicador con el que se obtendrá la escala, es el número de ceros que van después del segundo dígito.

El segundo grupo está compuesto por una sola banda, está es la tolerancia expresada como porcentaje (para los resistores de cuatro bandas el valor de su tolerancia esta entre el 5% (para el color dorado) o el 10 % (para el color plateado)), dicha tolerancia proporciona el campo de valores dentro del cual se encuentra el valor correcto de la resistencia, es decir, aquí es donde se identifica el rango (margen) de error dentro del cual se encuentra el valor real de la misma (identificando el valor de la resistencia y tolerancia).

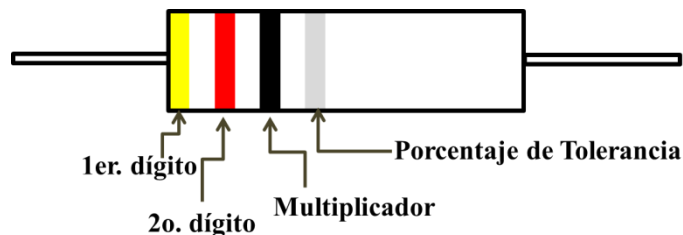


Figura 34. Resistor de 4 bandas

Por ejemplo la resistencia que se muestra en la figura su valor es:  $42 \times 1 = 42 \Omega$  con 10 % de tolerancia.

En caso que un resistor tenga 5 bandas, la interpretación es exactamente igual, solo que para el valor de la resistencia se debe de tomar el valor de la tres bandas, la cuarta será el multiplicador y la quinta la tolerancia, es importante tomar en cuenta que en este caso la tolerancia esta entre el 2%, 1% o menos.

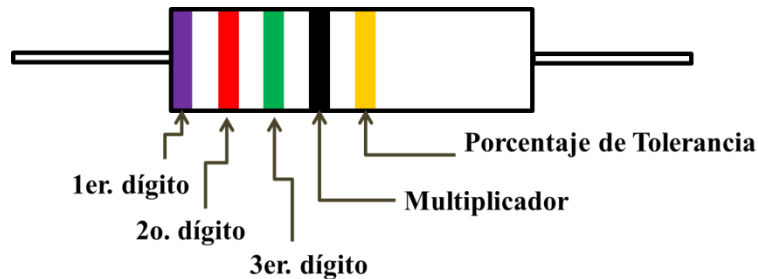


Figura 35. Resistor de 5 bandas

Hay resistencias hasta con 6 bandas, en éstas lo único que cambia es que la última banda indica el coeficiente de temperatura de la resistencia, este dato nos informa cuanto varía el valor de esa resistencia dependiendo de la temperatura ambiente.

Es importante conocer la intensidad de corriente que puede soportar como máximo la resistencia de nuestro interés, el fabricante es el que proporciona tal dato: la potencia máxima que la resistencia es capaz de disipar en forma de calor, dicho valor está directamente relacionado con su tamaño.

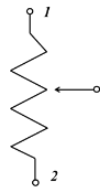
### 1.4.2 Potenciómetros

Los resistores variables están diseñados de modo que sus valores de resistencia sean fáciles de cambiar mediante un ajuste manual o automático (Floyd, 2007).

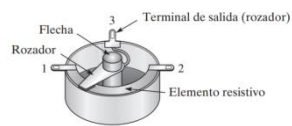
En la categoría de los resistores variables se encuentran los **potenciómetros**, son aquellos dispositivos que pueden controlar la intensidad de corriente que fluye por un circuito se conecta en paralelo, en cambio sí se conecta en serie se puede controlar el diferencial de potencial, normalmente se utilizan en circuitos con poca corriente.

Comúnmente son utilizados como dispositivos de control de voltaje, porque cuando se aplica un voltaje fino a través de las terminales extremas, se obtiene un voltaje variable en el contacto rozante con respecto a una u otras terminales.

Físicamente este dispositivo consta de tres terminales; las terminales 1 y 2 están fijas a los extremos de material resistivo y tienen resistencia fija entre ellas, que es la resistencia total. La terminal 3 (terminal central) está conectada a un contacto móvil (rozador) que se mueve sobre el material resistivo cuando el eje gira por medio de la perilla o un desarmador. La resistencia entre las dos terminales de los extremos (1 y 2) permanece constante, mientras que para la resistencia entre las terminales 3 y 1 o entre 3 y 2 el valor es variable de acuerdo con la posición del contacto móvil puede subir o bajar (figura 36).



a) Forma simbólica



b) Construcción básica simplificada



c) Forma física

Figura 36. Potenciómetro

Existen sistemas híbridos (analógicos y digitales) integrados son circuitos de 8 terminales, como los **potenciómetros digitales**; son un circuito integrado que simula a un potenciómetro analógico; lo integran un divisor resistivo de  $n+1$  resistencias, con su  $n$  puntos intermedios conectados a un multiplexor analógico que selecciona la salida, los cuales pueden programarse de forma serial (Mijarez , 2014).

Por ejemplo: el potenciómetro AD5220 proporciona un circuito canal de 128 posiciones resistivas controlado digitalmente mediante un microcontrolador. Este dispositivo realiza la misma función de ajuste que un potenciómetro o resistencia variable pero de forma electrónica y controlada digitalmente (figura 37) (Rambal , 2014).



Figura 37. Potenciómetro Digital 10K AD5220

Los potenciómetros pueden clasificarse como lineales o no lineales (ajustables):

Se dice los **potenciómetros** son **lineales** porque, las resistencias entre una u otras terminales y el contacto móvil varía linealmente con la posición del contacto móvil, por lo tanto, la mitad del movimiento total del contacto produce la mitad de la resistencia total y tres cuartos de movimiento total producen tres cuartos de la resistencia total entre el contacto móvil y una terminal, o un cuarto de la resistencia total entre la otra terminal y el contacto móvil.

En cuanto a los **potenciómetros no lineales** (ajustables) son aquellos en los que la resistencia no varía linealmente con la posición del contacto móvil, de modo que la mitad de una vuelta no necesariamente produce la mitad de la resistencia total.

#### 1.4.3 Otras resistencias de valor variable

Existen otras resistencias variables dependientes, cuya resistencia óhmica se modifica bajo la acción de una variable física, como: los termistores, fotorresistores y los sensores de fuerza presión.

Los **termistores**, son aquellas resistencias que su valor óhmico depende de la temperatura, las hay de dos tipos; NTC y PTC.

Las de tipo **NTC** son aquellas con coeficiente de temperatura negativo, las cuales disminuyen su resistencia a medida que la temperatura aumenta (figura 38. a)) y las de tipo **PTC** son lo contrario a las NTC (figura 38. b)), debido a que estas tienen un coeficiente de temperatura positivo e incrementan su valor óhmico a medida que aumenta la temperatura (Tena J. G., 2011). Un ejemplo común es un sensor de la temperatura del motor.



Figura 38. Forma física de los Termistores (Gallego)

Otras resistencias variables son los **fotorresistores** o **LDR** (Light Dependent Resistor), son aquellos dependientes de la luz, su conductividad varía de acuerdo a la luz, es decir, cuando aumenta la intensidad de luz disminuye su resistencia (figura 39.). Un ejemplo es la conexión y desconexión de la iluminación urbana, según la intensidad de la luz solar.



Figura 39. Forma física de un Fotorresistor (Gallego)

También están las resistencias **varistores** o **VDR** (Voltage Dependent Resistor), son aquellos que dependen de la tensión y su valor óhmico (resistencia) disminuye cuando aumenta la tensión aplicada entre sus extremos, se utilizan para la estabilización o protección de sobretensiones.

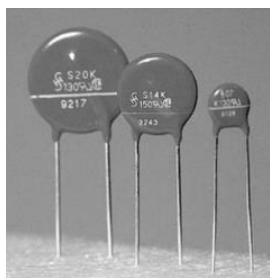
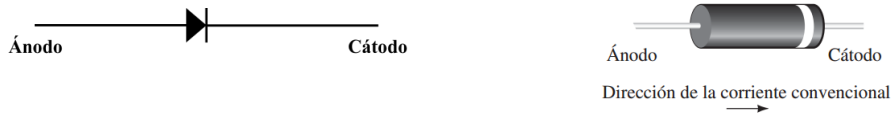


Figura 40. Forma física de un varistor (H. Robbins & C. Miller, 2008)

#### 1.1.4 Diodos y LEDs

En los circuitos, los **diodos** son elementos pasivos por que absorben potencia y es biterminal (tiene dos terminales), la terminal positiva o ánodo y negativa o cátodo (el

extremo con la línea que rodea su circunferencia), estos permiten que la carga fluya en una sola dirección (figura 41.), por esta diferencia entre sus terminales, no es lo mismo conectar el diodo en un sentido que en el contrario, ya que su comportamiento es muy diferente ya que presenta polaridad.



a) Símbolo

b) Estructura típica

Figura 41. Diodo (Robbins & Miller, 2008)

La polaridad es de dos tipos:

El diodo está polarizado en directa y opera en su región directa, cuando fluye la corriente a través del diodo en dirección del ánodo al cátodo. Un diodo tiene muy baja resistencia en su región directa, con frecuencia se le aproxima como un cortocircuito.

Sin en cambio se dice que un diodo está polarizado en inversa y opera en su región inversa, cuando el diodo está conectado en el circuito de tal manera que la dirección de la corriente es de cátodo a ánodo, y por su alta resistencia del diodo en la región inversa, con frecuencia se le aproxima como un circuito abierto.

Por ejemplo, un uso común del diodo es como rectificador, para convertir una corriente alterna en continua, otro más es como elemento suplementario, se conecta a algún otro componente con la finalidad de evitar que la alimentación eléctrica dañe a algún componente del circuito por un error de conexión de polaridad al revés. Es importante recordar que se sugiere conectar una resistencia (divisor de tensión) en serie a uno de los terminales del diodo, con el motivo de evitar que el diodo se funda por recibir más tensión de lo que soporta.

Otro tipo de diodo es el electroluminiscente comúnmente conocido como **LED**, es un diodo semiconductor biterminal, el cual emite luz cuando conduce corriente para que esto pase es necesario tener polaridad directa, de lo contrario no conducirá corriente y no emitirá luz por presentar una polaridad inversa. La longitud de las patas del LED ayuda a

identificar el positivo o negativo, la pata más larga es la positiva y la otra más pequeña es la negativa.

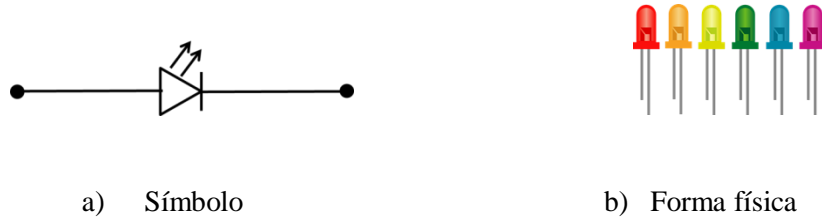


Figura 42. LED (Ruiz , Arbelaitz , Etxeberria , & Ibarra , 2004)

Tabla 2. Tensiones de polarización nominales promedio para distintos colores de LEDs (Stereon, 2015)

Color	Diferencia de Potencial (V.)
Infrarrojo	1.3 V – 1.7
Rojo	2.1 V
Naranja	2.1 V – 2.4
Amarillo	2.1 V
Verde	2.1 V
Azul	3.5 V – 4.0
Blanco	2.4
Violeta	3.3 V – 3.9

La intensidad de la luz que emite el diodo es aproximadamente proporcional a la intensidad de la corriente que lo atraviesa, por ello la longitud de onda de la luz emitida depende del material con el que está fabricado. La luz emitida puede ser de diferente color:

Se recomienda conectar una resistencia en serie a un LED con el objetivo de limitar la intensidad de corriente que lo atraviesa y así mantenerla por debajo del valor máximo y evitar que se dañe.

Los niveles de flujo luminoso de los LEDs, responden de manera diferente a las variaciones de temperatura. Los colores amarillo y rojo son los más sensibles, mientras que el azul es el que menos. Estos diferentes comportamientos de los colores hacen que los sistemas que

generan la luz blanca a través de la combinación RGB sean especialmente sensibles a la temperatura en el aspecto de la estabilidad de la luz emitida.

Podemos clasificar estos componentes según emitan la luz de forma difusa o clara. Los de luz difusa normalmente tienen tamaño de 3mm de diámetro, se suelen utilizar para indicar presencia, ya que emiten una luz suave y uniforme que no deslumbra y que puede verse bien desde cualquier ángulo. Los segundos de luz clara, su tamaño normalmente es de 5 mm de diámetro, sirven para irradiar en una dirección muy concreta con luz directa y potente, iluminan más que los de luz difusa.

#### 1.4.5 Condensadores

Éstos son también elementos biterminales, tienen la posibilidad de almacenar la energía en el campo eléctrico que se genera entre sus dos placas (Ruiz , Arbelaitz , Etxeberria , & Ibarra , 2004).

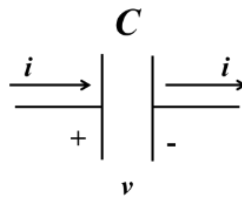


Figura 43. Símbolo de un condensador

Se dice que son elementos pasivos, cuando se están cargando, absorbiendo y almacenando la energía que reciben, sin embargo, otras veces funcionan como elementos activos, esto sucede cuando se empiezan a descargar, cediendo la energía que previamente habían almacenado. Sin embargo los capacitores no pueden generar ni disipar energía.

La capacidad del condensador se representa por la letra **C**, se mide en faradios (**F**), sin embargo es una cantidad extremadamente grande de capacidad, por lo que los valores más prácticos suelen estar en los rangos de los picofaradios (**pF**) o microfaradios (**μF**) y viene dada por la expresión:

$$C = Q / V$$

Fórmula 10. Para calcular capacidad de un condensador

En donde:

C = Capacidad del condensador ( $\mu F$ )

Q = Cantidad d carga almacenada en el condensador (*Colombios*)

V = Diferencia de potencial aplicada entre sus terminales (V)

De esta fórmula se pueden deducir varias cosas:

Un condensador con mayor capacidad que otro almacenará más carga bajo el mismo potencial.

Otra es cuando un condensador con una determinada capacidad almacenará más carga cuanto mayor sea el voltaje aplicado, recordemos que todo condensador tiene un voltaje de trabajo máximo, el cual viene impreso en cuerpo del elemento, a veces no lo trae escrito debido a que el capacitor es muy pequeño para ello se suele utilizar una secuencia de tres dígitos; las dos primeras son el valor de la capacidad y el tercero es el multiplicador.

Se puede realizar conexiones con los condensadores en serie y paralelo como con las resistencias, sin embargo el efecto sobre la capacidad es opuesto al de las resistencias si estuvieran conectadas de la misma manera al circuito.

Si se conectan dos condensadores en serie, disminuye la capacidad total porque en realidad aumenta el espacio entre las placas, es menor que cualquiera de los dos condensadores individuales.

$$C_t = (C1.C2) / (C1+C2)$$

Fórmula 11. Para calcular la capacidad total en serie

En caso contrario está la conexión de dos condensadores en paralelo, la capacidad total aumenta por que la superficie de la placa que recibe es carga mayor.

$$C_t = C1 + C2$$

Fórmula 12. Para calcular la capacidad total en paralelo

Un condensador completamente cargado, en circuitos de corriente DC, actúa como un interruptor abierto. La clasificación de los condensadores es según si presentan polaridad:

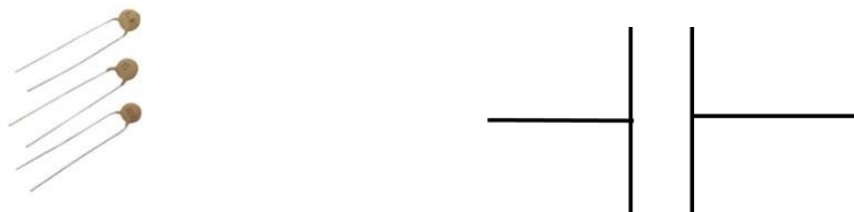
Los condensadores polarizados, son aquellos que su conexión siempre debe hacerse en polarización directa, por lo que al conectarse a un circuito deben respetar el sentido de la polarización directa, es decir, la terminal negativa debe conectarse al polo negativo y la terminal positiva al polo positivo, por este motivo no se utilizan en corriente alterna, ya que si se realiza la conexión contraria a lo indicado genera la destrucción del elemento, por ello es importante identificar que la terminal más larga es la positiva y viceversa con la pata pequeña, suelen ser de tipo electrolítico o de tantalio (figura 44).



a) Forma física (ejem: Electrolítico y Tantalio)    b) Símbolo (condensador polarizado)

Figura 44. Condensador polarizado (Stereon, 2015)

Los condensadores no polarizados, son aquellos en lo que no importa la forma en que se conecten sus terminales al circuito, entre los más comunes están los de cerámica; suelen tener una capacidad menor a los condensadores polarizados.



a) Forma física (ejem: cerámica)    b) Símbolo (condensador unipolar)

Figura 45. Condensador no polarizado (Stereon, 2015)

Dos de los usos más frecuentes de los condensadores son: cuando se utilizan en los circuitos para proporcionar la llamada alimentación de desvío o desacople, el otro más común es cuando se utiliza como para eliminar el ruido de la señal de alimentación DC.

Una aplicación más común son en baterías y memorias (almacenan carga para realizar descargas rápidas).

#### **1.4.6 Transistores**

Los transistores son los elementos compuestos por tres bornes (terminales) por lo que es triterminal; una terminal es la de control, su función es controlar el comportamiento de las otras dos terminales restantes. La magnitud de control puede ser la de tensión o la corriente de ese terminal, dependiendo del tipo de transistor.

Ya que es un elemento pasivo necesita absorber potencia eléctrica para poder funcionar, también tiene un límite de potencia máxima que puede absorber. Una de las características principales es que son capaces de amplificar pequeñas señales de entrada, proporcionando en su salida señales mayores, por lo que son usados como amplificadores de corriente.

Otro uso común es el de conmutador de corriente, ya que si su terminal de control no recibe ninguna intensidad de corriente, entre los dos terminales de salida no fluye ninguna corriente tampoco y se abre el circuito.

Hay dos grandes categorías de transistores según su tecnología de fabricación y funcionamiento (Ruiz , Arbelaitz , Etxeberria , & Ibarra , 2004).

**Transistores bipolares** o **Bipolar Junction Transistor (BTJ)**, se les da ese nombre porque para generar la corriente eléctrica se mueven tanto los electrones libres como los huecos, es decir, los portadores de carga de los dos tipos o polaridades. Físicamente cuenta con tres patillas: emisor, base y colector. La base la hace de terminal de control, y la terminal de colector y emisor fungen como terminales de salida.

La magnitud de control es la corriente.

Hay dos tipos de transistores bipolares, que dependen de como se utilicen y como se conectan las tres patillas: NPN y PNP.

El **NPN** es aquel que si aplicamos cierta corriente (por lo general baja) de la Base al Emisor, el Emisor actuará como una “válvula” que regulará el paso de corriente desde el Colector hacia el propio Emisor.

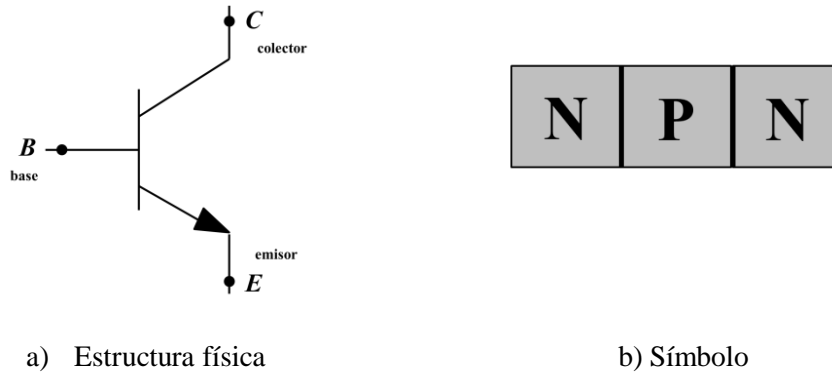


Figura 46. Transistor NPN (Ruiz , Arbelaitz , Etxeberria , & Ibarra , 2004)

En el **PNP** si aplicamos cierta corriente (por lo general muy baja) del Emisor a la Base, el Emisor actuará como una “válvula” que regulará el paso de corriente desde el propio Emisor hacia el Colector.

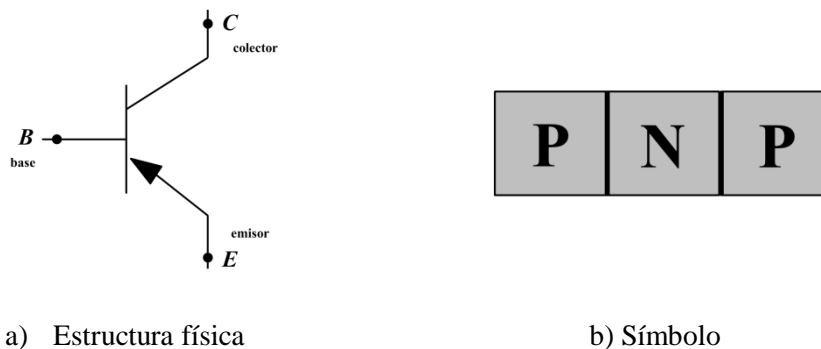


Figura 47. Transistor PNP

**Transistores unipolares** o **Field Effect Transistor (FET)**, se les da el nombre de transistores de efecto de campo, debido a que la influencia del campo eléctrico en su funcionamiento es de vital importancia. Se dice que son unipolares porque para generar la corriente eléctrica sólo se mueven los portadores de carga de un tipo, es decir, sólo los electrones libres o sólo los huecos, según el tipo de transistor, pero nunca ambos tipos de portadores de carga. La magnitud de control es la diferencial de potencial.

Al igual que los BJT, cumplen con la misma función como amplificadores o conmutador de corriente, entre otras, también tiene tres terminales pero para los FET reciben otros nombres: Puerta (G o Gate), Surtidor (S) y Drenador (D), La diferencia entre los BJT y los FET, es que la terminal G no absorbe corriente en absoluto, esté más bien actúa como un interruptor controlado por la tensión, ya que será de voltaje existente entre G y S lo que permita que la corriente fluya o no corriente entre S y D.

Los transistores FET también se dividen dependiendo de su estructura y composición interna por ejemplo: JFET, FETMOS, etc.

En general, los FET se suelen utilizar más que los BJT en los circuitos que consumen gran cantidad de potencia.

#### 1.4.7 Pulsadores

Un pulsador es un elemento que interfiere en la corriente tanto para abrirla como para cerrarla (Tena J. , 2009), es decir, cuando lo presionamos permite pasar la corriente, sin en cambio cuando dejamos de presionar vuelve a su estado inicial y por lo tanto ya no permite pasar la corriente.



Figura 48. Símbolo de un Pulsador

Es de tipo interruptor, y existen una gran variedad de pulsadores de muchas formas y tamaños diferentes.

Un ejemplo de un pulsador es el de ¼ de pulgada por cada lado, solo tiene dos patillas enfrentadas de cada lado, sin embargo a simple vista tienen cuatro patillas, debido a que están unidas internamente entre sí, por ellos solo funcionan como una sola, dando en total dos. Al igual tienen una cantidad máxima bastante limitada de tensión y corriente que resisten antes de quemarse.

### 1.4.8 Reguladores de tensión

Un regulador de tensión o regulador de voltaje es un dispositivo electrónico diseñado para mantener un nivel de tensión constante (Wikipedia, 2015).

La función de un regulador es proteger todas las partes de un circuito o a un circuito completo, evitando los elevados voltajes y las variaciones de corriente que se presentan por un voltaje de entrada elevado o de variaciones pronunciadas , proporcionando un voltaje regulado estable o menor al que entro.

Existen muchos tipos y modelos de regulador, por ejemplo: LDO (“low - dropout”), LM8705, LM2940, etc.

### 1.4.9 Placas de prototipado

Cuando se va a montar un de circuito electrónico es preferible primero checar si las conexiones están correctamente, para así comprobar si funciona el circuito como se esperaba, ya que cuanto antes se detecten los problemas menos cuesta solucionarlos, para ellos se utilizan las **placas de prototipado**, también llamadas **tablilla de pruebas**.

En el mercado existen varios tipos de placas de prototipado. Uno de los más comunes son los protoboards (breadboards).

Un **protoboards** o **tarjeta de proyecto** es una placa plástica con orificios metalizados y conexiones internas eléctricas preestablecidas que se utilizan como banco de pruebas para la realización de circuitos electrónicos sencillos (Benchimol, Electrónica práctica, 2011).

El objetivo es montar prototipos rápido pero completamente funcionales de nuestros diseños y poderlos modificar fácilmente cuando lo requeriámos, sin la necesidad de realizar ninguna soldadura.

Está compuesto internamente por tiras de metal (normalmente cobre). Las conexiones internas entre agujeros están dispuestas en vertical, por lo tanto cualquier agujero es completamente equivalente a otro que pertenezca a la misma conexión interna (figura.49).

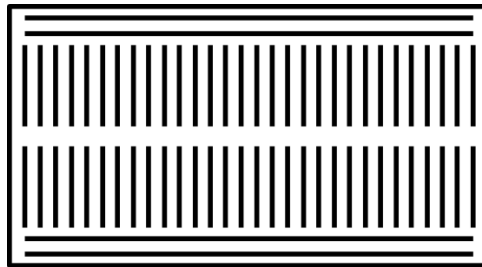


Figura 49. Protoboard – Estructura interna

En la parte externa del protoboard podemos distinguir 6 secciones de orificios separadas entre sí, por un material aislante:

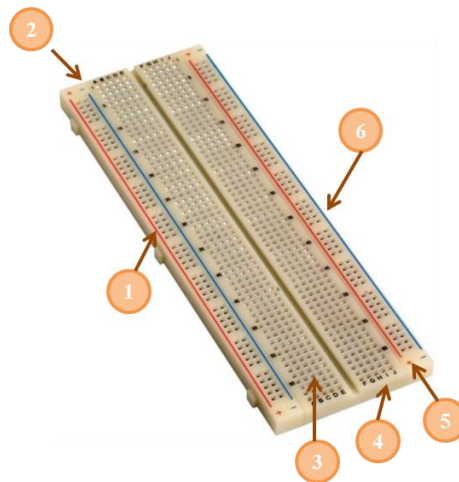


Figura 50. Protoboard

Estas secciones se integran en tres zonas principalmente:

La primera zona se llama **Bus (es)**, la integran las secciones 1, 5, 2 y 6, éstas se encuentran en uno o ambos lados del protoboard, y son utilizadas para conectar las fuentes de alimentación externas. La 1 y 5 pintadas de color rojo, tienen una continuidad horizontal y se utilizan para indicar el bus sometido al voltaje de entrada, y las secciones 2 y 6 pintadas de color azul representan el bus conectado a tierra. Tanto el bus rojo como el azul están aislados eléctricamente uno del otro, sin en cambio el bus marcado con la línea roja son equivalentes, lo mismo sucede con la línea azul.

La segunda zona se llama **Nodos**, compuesta por las secciones 3 y 4 y la constituyen columnas de cinco orificios cada una y poseen continuidad vertical, haciendo posible la

formación de nodos en el circuito, cabe destacar que cada columna se encuentra eléctricamente aislada de las columnas adyacentes. La cantidad de filas y columnas puede variar ya que existen diferentes modelos que se identifican por su tamaño, el típico es el que se está describiendo el 10 X 64. Sobre los agujeros del protoboard se colocan los componentes y se realizan las conexiones que desee el usuario.

La tercera zona se llama **Canal central** o **surco central**, es la región localizada en la parte central del protoboard, que separa la zona superior de la inferior, aquí es donde se insertan los circuitos integrados (chip).

Las conexiones entre los componentes se realizan con alambre constituido por una sola pieza, como el cable UTP o el multipar calibre 20 o 22, y la conexión de cada componente es tan solo insertándolo (s) en los orificios del Protoboard.

Recordar que tiene algunas limitaciones en cuanto a especificaciones de potencia ya que le límite máximo es de 5 watts, equivalente a manejar 1 Ampere en 5V o 0,4 A en 12 V. Al igual para la capacitancia existe un máximo, soporta de 2 a 30 pF por punto de contacto por lo que se recomienda trabajar con frecuencias menores a 20 HZ.

Existen otros tipos de placas entrenadoras que también pueden ser permanentes, como “perfboards” y “stripboards”:

Los Perfboards es el circuito universal más básico, es una placa compuesta de fenólico o epoxi. Es una placa rígida y delgada llena de agujeros pre – perforados ubicados en forma cuadrículada, la distancia entre los agujeros es estándar. A pesar que cumple con la misma función que los protoboards son muy distintos en lo físico y algo que sobresale en los protoboard no lo tiene esta placa ya que en esta es necesario soldar los componentes con cable que de igual manera se deberán soldar a la placa, por lo que no es recomendable si queremos hacer el mismo circuito más de una vez.

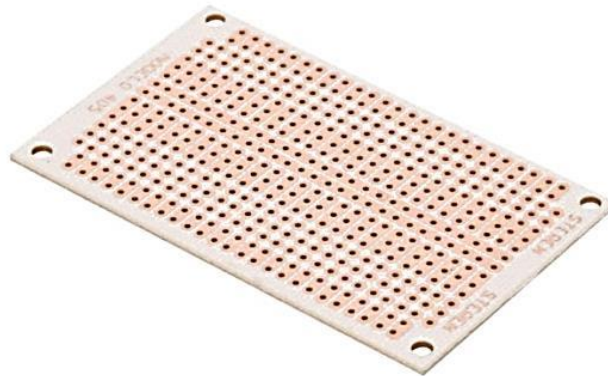


Figura 51. Placa Perfboards (Stereon, 2015)

Otra placa es la Stripboards o veroboard, es mucho más avanzada que la perfboard. Los agujeros están aislados eléctricamente, sin embargo los agujeros de una cara están de entrada unidos por líneas de cobre conductor, en forma de filas paralelas independientes similar a protoboard ya que vienen al igual con una serie de nodos. Sin embargo también se deben soldar los componentes y los cables que conecten diferentes nodos.



Figura 52. Placa Stripboards (Stereon, 2015)

## **Capítulo II Microprocesadores y Microcontroladores.**

En este capítulo II hablaremos sobre los Microprocesadores y los Microcontroladores, mencionaremos que son, cuál es su arquitectura y los elementos que integran a cada uno de ellos, también abarcaremos el tema de automatización abierta y cerrada.

## Microprocesadores y Microcontroladores

### 2.1.1 ¿Qué es una computadora?

La computadora desde su origen hasta el día de hoy ha ido evolucionando y han logrado introducirse en a los diversos sectores que existen (por ejemplo: Telecomunicaciones, Educación, Ciencia, Productivo, etc.), ya que su uso se ha hecho imprescindible en vida diaria del ser humano.

En un comienzo el ser humano comenzó a contar con los dedos, piedras, fue evolucionando y creo el Ábaco, pero al igual este se volvió obsoleto ya que necesitaban un instrumento que le s ayudara a realizar operaciones más complejas (multiplicación y la división) y grandes, por lo que se creó la computadora para simplificar los procesos de cálculo.

En la década de 1940 - 1955 surgió la primer generación de computadoras, en sus inicios la computadora era muy grande del tamaño de un cuarto usaban tecnología de tubos de vacío, cada computadora era única en cuanto a su estructura y propósito (McIver & Flynn, 2011).

Una **computadora** es dispositivo físico que toma datos como entrada, transforma esos datos de acuerdo a las instrucciones almacenadas y da salida a la información procesada (Laudon & Laudon, 2004), de acuerdo con esta definición, este dispositivo hace tres cosas básicas, que se conoce como ciclo de **Procesamiento de datos**:

- Recibe datos
- Procesa datos
- Produce información

En la actualidad una computadora consiste en una unidad central de procesamiento (CPU), está al igual se compone por muchos dispositivos, pero cada sistema tiene cinco componentes básicos y en conjunto se les conoce como Arquitectura de la computadora, estos son:

- Unidad algorítmica lógica (ALU)
- Unidad d control
- Unidad de memoria

- Unidad de entrada
- Unidad de salida

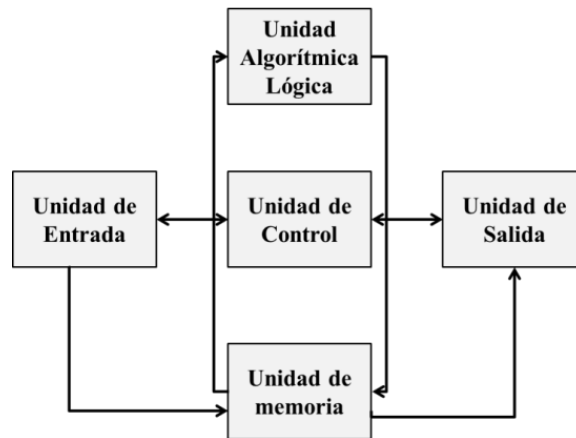


Figura 53. Arquitectura de la computadora (Oviedo , 2004)

La **CPU** es la parte de la computadora en la que se da la manipulación de símbolos, números, y letras, además controla las demás partes de dicha computadora. El almacenamiento principal se encuentra ubicado cerca del CPU, este es la unidad donde se almacenan temporalmente los datos y las instrucciones del programa durante el procesamiento. Los buses dan rutas para transmitir datos y señales entre la CPU, el almacenamiento principal y los demás dispositivos del sistema de cómputo.

La **ALU**, realiza las operaciones lógicas y matemáticas: suma, resta, multiplicación y división, determinando si un número es positivo, negativo o cero, al igual puede realizar operaciones lógicas en letras y números.

La **Unidad de Control** es aquella que coordina y controla las demás partes del sistema de cómputo.

La **Unidad de Memoria** es donde se guardan los datos, la información como resultado del proceso, la programación que genere la información y la programación que maneja la computadora, entre otras cosas. En el ciclo de procesamiento de datos, son considerados como de entrada y salida. Cuando la computadora los lee, el proceso de entrada y cuando la computadora guarda en ellos, es en el proceso de salida.

La **Unidad de Entrada**, son los componentes físicos encargados de introducir la información a la computadora.

La **Unidad de Salida**, son aquellos componentes físicos que presentan o guardan los resultados de los datos que fueron procesados por el CPU.

Las computadoras con el paso de los años han ido evolucionando, mejorando su tamaño y forma, todo se debe al surgimiento de los Circuito Integrados, este dispositivo permitió tener todo un procesador integrado en una sola pastilla llamada microprocesador.

### **2.1.2 ¿Qué es un Microprocesador?**

Como ya se mencionó anteriormente un microprocesador es un circuito integrado que contiene millones de transistores en su interior, encargados de realizar diferentes tareas, están contruidos sobre una oblea de silicio.

También se les denomina unidad de procesamiento central o CPU, ya que contienen toda la aritmética, lógica y el circuito de control al igual que una unidad central de procesamiento, por lo tanto, este circuito tiene la mayoría de capacidades de procesamiento de las computadoras tipo general, por ello también coincide en la arquitectura que manejan.

Es de un tamaño pequeño gracias a LSI (Large Scale Integration)<sup>2</sup>, pero esto no influye en su capacidad por lo que son muy complejos.

El microprocesador fue diseñado con el propósito para que interprete y ejecute procesos de datos que un usuario le indique, esto se hace por medio de un listado de instrucciones, lo que se conoce como programa. Los microprocesadores se han desarrollado fundamentalmente orientados al mercado de los ordenadores personales y estaciones de trabajo, donde se requiere una elevada potencia de cálculo, el manejo de una gran cantidad de memoria y una gran velocidad de procesamiento. Un parámetro importante en los microprocesadores es el tamaño de sus registros internos (8, 16, 32, 64 bits), que determina la cantidad de bits que pueden procesar simultáneamente.

<sup>2</sup> (Mano Morris, 2003) Es un nivel de integración, que contiene miles de compuertas (entre 100 y 1000) en un solo paquete. Incluyen sistemas digitales como procesadores, chips de memoria y dispositivos de lógica programable.

### 2.1.2.1 Elementos

Los elementos que básicos que componen un microprocesador son:

- **ALU (Unidad aritmética y lógica)**

También llamado coprocesador matemático. Se encarga de realizar las operaciones aritméticas (suma, resta,...) y lógicas (AND, OR,...) con números enteros.

- **Unidad de control (UC)**

Busca las instrucciones en memoria principal y las pasa al decodificador para ejecutarlas.

- **Decodificador de instrucciones (DI)**

Interpreta y ejecuta las instrucciones.

- **Unidad coma flotante (FPU)**

Realiza las operaciones de coma flotante (números reales).

- **Memoria caché**

Es una memoria volátil que se utiliza para acelerar los accesos del procesador a la memoria principal.

- **Bus frontal (Front Side Bus, FSB)**

También conocido como bus principal o bus de sistema. Es el canal que comunica el procesador con la placa base (northbridge). En los procesadores actuales recibe nombres como Quick Path Interconnect (Intel) o Hypertransport (AMD).

- **Bus trasero (Back Side Bus, BSB)**

Es el nombre que se daba al canal de comunicación entre el procesador y la memoria caché L2 cuando está no estaba integrada en el núcleo.

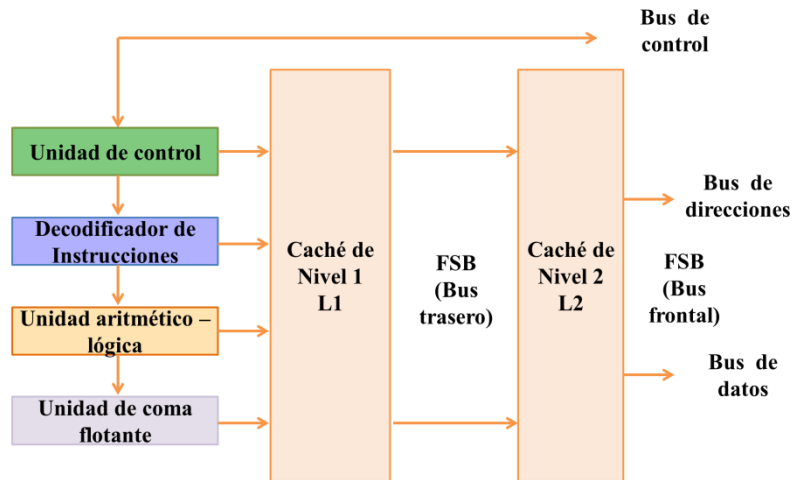


Figura 54. Elementos de un microprocesador (Molina & Sánchez , 2011)

La necesidad de resolver el problema de la complejidad y el alto costo de los sistemas basados en los microprocesadores, surgen el microcontrolador con la tecnología de integración que permitió integrar cada vez más transistores por unidad de superficie, que se ha convertido en uno de los más importantes en la actualidad.

### 2.1.3 ¿Qué es un Microcontrolador?

Un **microcontrolador** es un microcomputador realizado en un circuito integrado conocido como chip, es decir, todos los elementos que contiene un microcomputador los tiene este chip; un microprocesador, la memoria de datos, la memoria de programa y la unidades de entrada / salida, pero todo en menor tamaño, más barato y fácil de manejar, por todo lo anterior mencionado es ideal para muchas aplicaciones de propósito específico.

Debido a su reducido tamaño, suele ir incorporado en el propio dispositivo al que gobierna, por esta característica se le denomina **controlador incrustado** (*embedded Controller*) (Angulo & Angulo, 2003).

Los microcontroladores se han desarrollado para cubrir las diversas aplicaciones. Se usan en automatización, en equipos de comunicaciones y de telefonía, en instrumentos electrónicos, en equipos medios, solo por mencionar algunos ya que hoy en día los encontramos en casi todo lo que usamos en nuestra vida diaria.

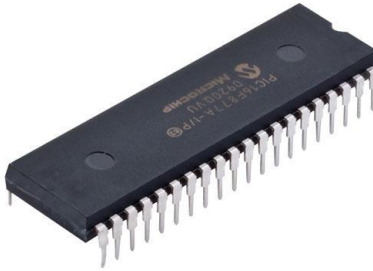


Figura 55. Microcontrolador 8 bits

### 2.1.3.1 Elementos

Recordemos que un microcontrolador posee todos los elementos de un computador, pero con características físicas que no pueden alterarse.

Elementos principales que componen un microcontrolador:

- **Oscilador**

Es aquel que genera los pulsos que sincronizan todas las operaciones internas, puede ser de tipo RC, aunque generalmente se prefiere que esté controlado por un cristal de cuarzo (XTAL), ya que tiene gran estabilidad de frecuencia.

La velocidad de ejecución de las instrucciones del programa está en relación directa con la frecuencia del oscilador del microcontrolador.

- **CPU**

El CPU también es conocido como procesador, al igual que en el microprocesador funge con la misma función de ser el cerebro del microprocesador.

Esta unidad trae las instrucciones del programa, una a una, desde la memoria donde están almacenadas, las interpreta (decodifica) y hace que se ejecuten.

En el CPU se incluyen los circuitos de la ALU para realizar operaciones aritméticas y lógicas elementales con los datos binarios.

Dispone de diferentes registros, algunos de propósito general y otros para propósito específico, como:

- a) *Registro de Instrucción (RI)*

Almacena la instrucción que está siendo ejecutada por la CPU, está es invisible para el programador.

b) *Acumulador (ACC: Acumulador)*

Es el registro asociado a las operaciones aritméticas y lógicas que puede realizar la ALU, sin embargo este elemento no se encuentra en todos los microcontroladores, por ejemplo el microcontrolador PIC tiene el W (Working Register), sin embargo, el W tiene las características muy parecidas al ACC.

c) *Registro de estado (STATUS)*

Agrupar los bits indicadores de las características del resultado de las operaciones aritméticas y lógicas realizadas en la ALU.

d) *Contador de Programa (PC: Program Counter )*

Es el registro de la CPU donde se almacenan las direcciones de las instrucciones.

e) *Registro de dirección de datos (RDD)*

Almacena direcciones de datos situados en la memoria, dependiendo del microprocesador este elemento toma diferentes nombres.

f) *Puntero de la Pila (SP: Stack Pointer)*

Es el registro que almacena direcciones de datos en pila. Algunos microcontroladores carecen de este elemento.

- **Memoria**

Es el lugar donde son almacenados las instrucciones del programa y los datos que manipula. Hay dos tipos de memoria:

a) *ROM (Read Only Memory)*

Memoria de solo lectura y no volátil, se usa para almacenar permanentemente el programa que debe ejecutar el microcontrolador.

b) *RAM (Random Access Memory)*

Memoria de lectura y escritura para guardar los datos, es volátil, es decir, pierde la información almacenada cuando falta la energía que alimenta a la memoria. Almacena temporalmente los datos con lo que trabaja el programa.

La cantidad de ROM es normalmente superior a la RAM en un microprocesador, esto es por dos razones: es que la gran mayoría de las aplicaciones requieren programas que manejen pocos datos, la segunda es porque la RAM ocupa más espacio en el circuito integrado que la ROM, por lo que es más cara que ésta.

- **Líneas de E/S para los controladores de periféricos**

Atraves de las líneas el microcontrolador interactúa con el exterior:

- a) *Puerto paralelo*
- b) *Puerto serie*
- c) *Temporizadores*
- d) *Gestión de interrupciones*
- e) *Convertidores AD y DA*

- **Perro guardián ( WDT : Watchdog Timer)**

Es un elemento disponible en muchos microcontroladores. El funcionamiento de este elemento es: El oscilador envía sus pulsos periódica y permanentemente a la entrada de reloj del contador. Si el contador llega a contar los N pulsos, se desborda, su salida se activa y produce el reset del microcontrolador.

El perro guardián garantiza la seguridad del funcionamiento del microcontrolador, porque cualquier fallo es detectado a tiempo y se puede tomar las medidas necesarias para evitar situaciones catastróficas.

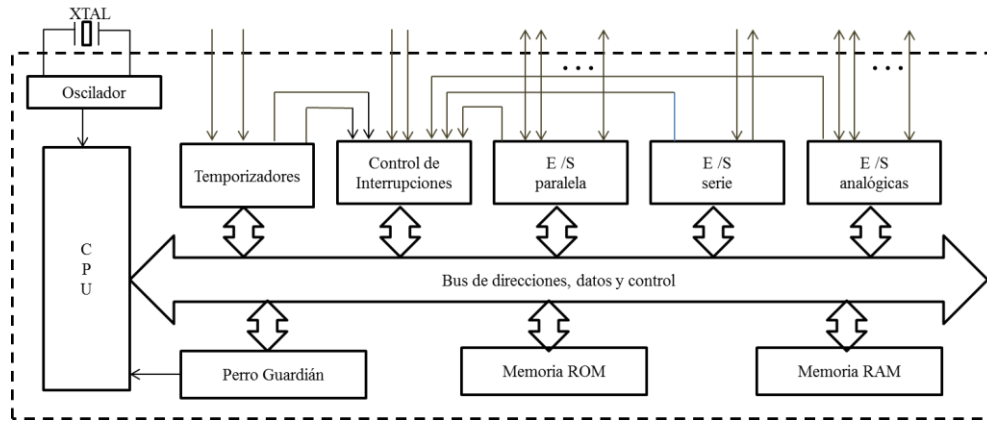


Figura 56. Esquema de bloques general de un microcontrolador (Valdés & Pallás , 2007)

## 2.1.4 Arquitecturas

### 2.1.4.1 Arquitectura Von Neumann y Harvard

Cuando empezaron a surgir las computadoras en sus inicios, cada fabricante inventaba una circuitería lógica que oficiaba como arquitectura, por ello si surgía algún problema, solo el que la diseñaba era capaz de poder reparar la computadora, ya que solo él conocía como estaba estructurada, por lo que se volvió un problema al tener gran diversidad.

Con lo que Jhon Von Newann tuvo una idea para solucionar dicho problema, por lo que definió y estandarizo una arquitectura<sup>3</sup>, está se transformó en una de las más usadas. La arquitectura toma el nombre del matemático Neumann por lo que se conoce como Arquitectura Von Newmann.

En la memoria de una computadora, un microcomputador o un microcontrolador, se almacenan instrucciones y datos, por lo que las instrucciones deben pasar secuencialmente a la CPU para su descodificación y ejecución, en tanto que algunos datos en memoria son leídos por la CPU y otros son escritos en la memoria desde la CPU (Valdés & Pallás , 2007).

<sup>3</sup> (Viso & Peláez , 2007) Se le llama arquitectura de una computadora a la organización que tiene en sus componentes electrónicos, y la manera como éstos están integrados para funcionar.

Por consiguiente la comunicación entre el CPU y la organización memoria son de suma importancia ya que son los que definen las prestaciones que provee una computadora. Para solucionar los problemas que pudiesen surgir durante la conexión de la CPU con la memoria y la organización de la memoria como almacén de instrucciones y datos, existen dos modelos en cuanto a hardware; la Arquitectura von Neumann y Harvard.

La **Arquitectura von Neumann**, utiliza una única memoria que se conecta a la CPU mediante el bus de direcciones (BDIR), datos (BDAT) y de control (BCON).

La misma señal de control que emite la CPU para leer un dato, sirve para leer una instrucción. La memoria ROM y RAM forman una misma memoria de lectura y escritura, para el cual la CPU emite señales de control, de dirección y de datos.

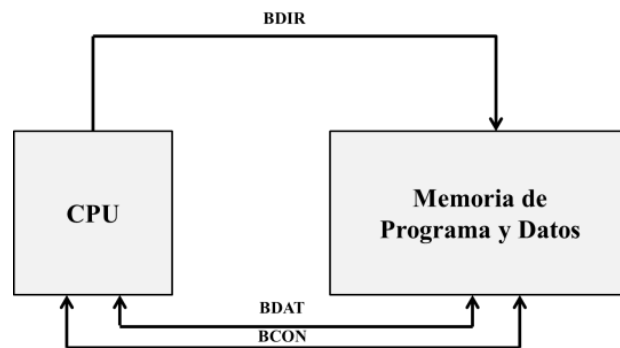


Figura 57. Arquitectura von Neumann (Valdés & Pallás , 2007)

La **Arquitectura Harvard**, el término que procede del primer computador digital automático electromecánico el “Harvard Mark I” (1944) diseñado conjuntamente por IBM y a la Universidad de Harvard (Zuloaga & Astarloa , 2008). Esta arquitectura se compone de dos memorias independientes, una para instrucciones y la otra para los datos. Ambas disponen de sus respectivos sistemas de buses de acceso (mencionados en la arquitectura de von Neumann). En esta arquitectura es posible realizar operaciones (lectura y escritura) simultáneamente en ambas memorias. La memoria de programa es de solo lectura, en cambio la memoria de datos es de lectura y escritura.

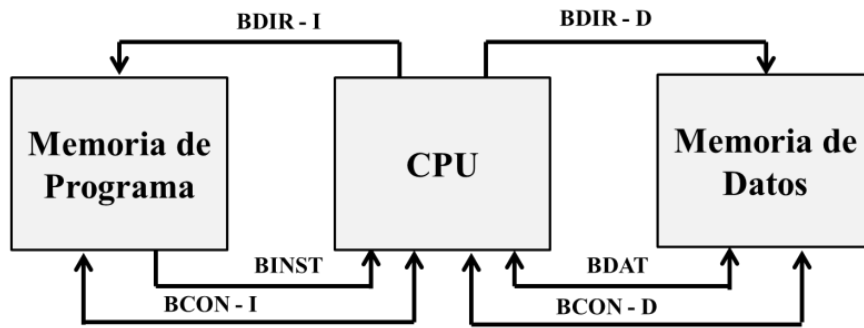


Figura 58. Arquitectura Harvard (Valdés & Pallás , 2007)

#### 2.1.4.2 Arquitectura CISC y RISC

CISC y RISC son dos modelos generales de ordenadores, desde el punto de vista de la concepción de su repertorio de instrucciones, lo cual repercute directamente sobre la arquitectura de la CPU.

El concepto de RISC fue investigado originalmente por IBM en los años 70 y 80 por la Universidad de Berkeley y Stanford.

La arquitectura **RISC** (*Reduced Instruction Set Computer*), se define por tener un repertorio de instrucciones reducidas con ello, la CPU dispone de un repertorio corto de instrucciones sencillas. Con lo cual cada instrucción puede realizar una operación muy simple, por ejemplo: mover un dato entre la CPU y la memoria lo hace a alta velocidad. Se puede lograr que todas las instrucciones tengan la misma longitud. Hay pocos modos de direccionamiento de datos y son aplicables a todas las celdas de la memoria de datos, por ello la complejidad del CPU disminuye por lo que permiten optimizar el hardware y software.

Inicialmente los microprocesadores se crearon en base a la arquitectura von Neumann, sin embargo, en la actualidad los podemos encontrar en los dos modelos existentes: la Arquitectura von Neumann y Harvard.

A mediados del octavo decenio del siglo XX, RISC ha sido la tendencia predominante que influyo en el diseño de los microprocesadores y microcontroladores.

En los años 50 y 60, inicialmente el diseño de las memorias de las computadoras solían ser demasiado caras y lentas con respecto a la velocidad de proceso de los datos del CPU, esto condujo a crear la arquitectura CISC.

La **arquitectura CISC** (*Complex Instruction Set Computer*), es aquella que tiene un repertorio de instrucciones complejas. Sin embargo, en un mismo repertorio había que realizar instrucciones muy simples e instrucciones muy complejas, lo que implicó que los modos de direccionamiento se hicieran cada vez más elaborados, por lo que aumentó la complejidad de las instrucciones y tuvo repercusión en el hardware del CPU, con lo que hubo la necesidad de dedicar un gran espacio del circuito integrado a la decodificación y ejecución de instrucciones.

La arquitectura CISC y RISC han ido evolucionando por lo que hoy en día, ambos tipos de arquitecturas han mezclado sus caminos iniciales, por lo que podemos encontrarlas una con conceptos de la otra y viceversa.

En arquitectura SISC (Computador de Juego de Instrucciones Específico), los microcontroladores destinados a aplicaciones muy concretas, el juego de instrucciones, además de ser reducido, es “Específico”, es decir, las instrucciones se adaptan a las necesidades de la aplicación prevista.

### **2.3.1 Diferencia entre Microprocesador y Microcontrolador**

Después de explicar que es un microprocesador y un microcontrolador, podremos definir cuáles son sus diferencias.

Las podemos diferenciar desde tres puntos de vista: arquitectura del hardware, aplicaciones y características del conjunto de instrucciones (Scott & Phan, 2007).

- **Arquitectura del hardware**

Un microprocesador es una CPU integrada en un chip, mientras que un microcontrolador es un microcomputador integrado al igual en un chip. Como ya sabemos un microcomputador tiene una CPU, memoria, una interfaz serial, una interfaz paralela, un temporizador, y circuitos para la programación de interrupciones.

Un microprocesador es un sistema abierto (figura 59.), ya que con este se puede construir un computador con las características que se desee, acoplándole los módulos necesarios, mientras que un microcontrolador es un sistema cerrado (figura 60.), porque como es un computador completo y de prestaciones limitadas no se puede modificar.

En conclusión para utilizar un microprocesador se necesita agregar otros componentes como la memoria e interfaces, para recibir y enviar datos. En cambio un microcontrolador no necesita ningún componente extra ya que este los contiene dentro, por lo que se puede trabajar en el directamente.

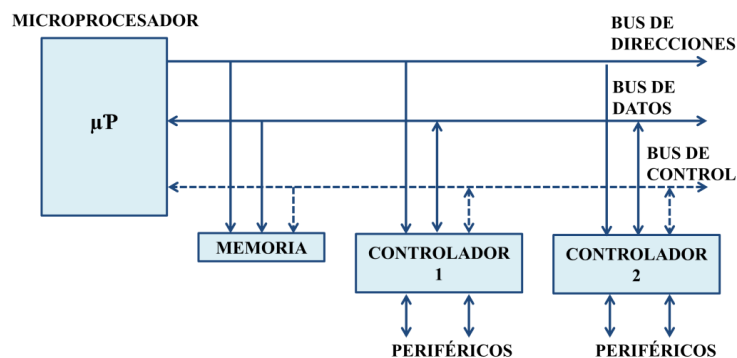


Figura 59. Estructura de sistema abierto en un microprocesador

La disponibilidad de los buses en el exterior – permite que se configure a la medida de la aplicación (Angulo & Angulo, 2003).

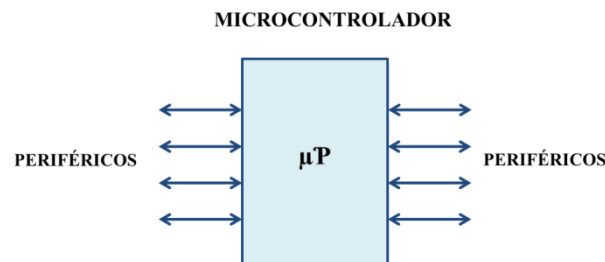


Figura 60. El microcontrolador en un sistema cerrado

Todas las partes del computador están contenidas en su interior y sólo salen al exterior las líneas que gobiernan los periféricos.

Una característica importante de los microcontroladores es el sistema de interrupciones que incorporan, ya que a menudo deben de responder a ciertos estímulos externos, a pesar que

los microprocesadores también pueden implementar poderosos esquemas de interrupción, a menudo se requiere de componentes externos.

- **Aplicaciones**

Otra característica igual de importante que los diferencia es su aplicación. Los microprocesadores son utilizados normalmente como la CPU de una microcomputadora por lo que se utilizan para tareas de propósito general, se adaptan para procesar información en sistemas computacionales, y los microcontroladores son utilizados para actividades de control, donde las tareas son de propósito específico. Gracias a los componentes que integran un microcontrolador, reducen el total de componentes a utilizar, todo lo que requiere es un pequeño número de componentes de soporte, y un programa se control de ROM.

- **Características del conjunto de Instrucciones**

Los microcontroladores requieren de un conjunto de instrucciones un tanto distintas al de los microprocesadores, ya que sus aplicaciones de estas son distintas.

El conjunto de instrucciones de los microprocesadores son de procesamiento intensivo, lo cual indica que tienen poderosos modos de direccionamiento con instrucciones dedicadas a realizar operaciones sobre grandes volúmenes de datos, sus instrucciones operan en nibbles, bytes, palabras o incluso en dobles palabras.

En cambio, los microcontroladores poseen conjunto de instrucciones dedicadas al control de entradas y salidas. La interfaz para muchas de las entradas y salidas utiliza un solo bit.

En el control y monitoreo de dispositivos (tal vez con una interfaz de 1 bit), los microcontroladores poseen circuitos incorporados e instrucciones para realizar operaciones de entrada/salida, de sincronización de eventos, y habilitar y establecer niveles de prioridad para las interrupciones causadas por estímulos externos.

Los microprocesadores a veces requieren de circuitos adicionales (circuitos integrados de interfaz en serie, controladores de interrupciones, temporizadores, etc.) para llevar a cabo operaciones similares. Cabe destacar que la capacidad absoluta de procesamiento de un microcontrolador nunca se acerca a la de un microprocesador (si todo

lo demás es igual), debido a que dentro de un chip la mayor parte del espacio está ocupado por las funciones incorporadas con lo cual se sacrifica el poder de procesamiento.

Es importante tener en cuenta que las instrucciones de un microcontrolador deben ser bastante compactas, dado que la mayoría debe implementarse en un solo byte, ya que el espacio disponible del chip tiene gran demanda. Por ello el programa de control debe caber en la ROM incorporada en el chip, ya que si se agrega una sola memoria ROM externa eleva demasiado el costo del producto final. Por lo que un esquema de decodificación compacto es imprescindible para implementar el conjunto de instrucciones. Sin embargo, en los microprocesadores esta característica es rara que se presente, ya que sus poderosos modos de direccionamiento traen consigo una decodificación de instrucciones extensa.

## **2.4 Automatización**

La necesidad de producir grandes cantidades de un producto o servicio, dio origen a la Automatización Industrial.

La **automatización** es un sistema de control que manipula indirectamente los valores de un sistema controlado. Su principal objetivo es gobernar un sistema sin que el operador intervenga directamente sobre sus elementos. El operador solo se encarga de manipular los valores de referencia y el sistema de control se encarga de transmitirlo al sistema controlado a través de los accionamientos de sus salidas.

Los primeros sistemas de control surgen en la Revolución Industrial a finales del siglo XIX y a principios del siglo XX ( CIIM II FIUBA, 2015). Se basaban en componentes mecánicos y electromagnéticos; básicamente engranes, palancas y pequeños motores, con el paso del tiempo se masificó el uso de contadores, relés y temporizadores para automatizar tareas de control, pero esto solo fue un paso más, ya que posteriormente surgieron los semiconductores y los primeros circuitos integrados, sustituyendo a los anteriores (relés) logrando sistemas de menor tamaño, con mejor desgaste y mayor fiabilidad, mejorando cada día más es como surgen los primeros autómatas programables conocido como PLC (Programmable Logic Controller – Controlador Lógico Programable).

### 2.4.1 Automatización Lazo abierto

Los sistemas de control de **lazo abierto** son sistemas en los cuales la salida no se compara con la entrada de referencia, por lo tanto a cada entrada de referencia le corresponde una condición de operación fija. Por ejemplo: Lavadora automática, calefactor eléctrico, un sistema que opere mediante tiempos, Motor, etc.

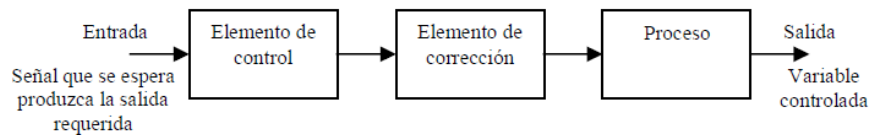


Figura 61. Elementos básicos de control en un sistema de lazo abierto (Rocha & Lara, 2015)

### 2.4.2 Automatización Lazo cerrado

Los sistemas de control de **lazo cerrado**, son sistemas que mantienen una relación prescrita entre la salida y la entrada de referencia, comparándolas y usando la diferencia como medio de control. Lo que se desea es mantener la salida constante a pesar de los cambios en las condiciones de operación. Por ejemplo: calefactor eléctrico con termostato, aire acondicionado, refrigerador, boiler, tinaco, etc.

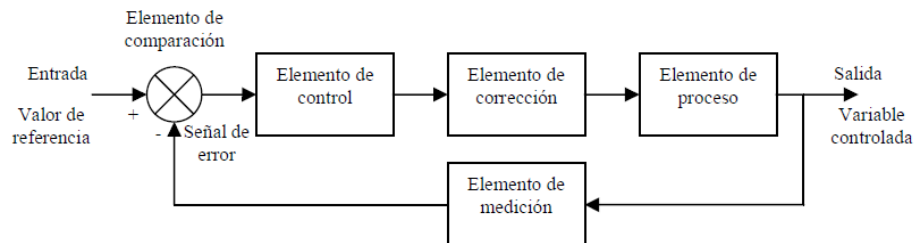


Figura 62. Elementos básicos de control en un sistema de lazo cerrado (Rocha & Lara, 2015)

En lazo abierto la precisión del sistema depende de la calibración. Ante la presencia de perturbaciones (es una señal que tiende a afectar negativamente el valor de salida de un sistema), un sistema de control en lazo abierto no realiza la tarea adecuada. En los sistemas de lazo abierto no existen problemas de estabilidad. Una ventaja del sistema de lazo cerrado es que el uso de la realimentación vuelve la respuesta del sistema relativamente insensible a

las perturbaciones externas y a las variaciones internas en los parámetros del sistema. En lazo cerrado los sistemas pueden presentar problemas de estabilidad al corregir en exceso los errores y producir oscilaciones en su respuesta.

## **2.5 PLC Automatización Industrial**

Cuando surgieron los PLC, la unidad central que lo constituía estaba compuesta por circuitos integrados, posteriormente fueron sustituidos por los microcontroladores, así logrando mayores prestaciones: elementos de comunicación hombre-máquina modernos, procesamiento de cálculos matemáticos y funciones de comunicación, evolucionando de forma continua.

Un **PLC** es un dispositivo digital electrónico con memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas, con el objetivo de controlar máquinas y procesos.

Se puede definir a un PLC como un equipo electrónico, el cual realiza la ejecución de un programa en forma cíclica, sin embargo, la ejecución del programa puede ser interrumpida momentáneamente para realizar otras tareas consideradas más prioritarias, pero el aspecto más destacable es la garantía de ejecución completa del programa principal. Un PLC además de ser programable es automático, ya que comparten señales emitidas por la máquina controlada y toman decisiones en base a las instrucciones programadas, para mantener estable la operación de dicha máquina.

### **2.5.1 Estructura básica de un PLC**

Un PLC se compone de los siguientes elementos:

1. CPU (Microcontrolador)

El CPU es el cerebro, es decir, es el responsable de la ejecución del programa desarrollado por el usuario. Tareas principales del CPU:

- Ejecutar el programa realizado por el usuario

- Administración de la comunicación entre el dispositivo de programación y la memoria, y entre el microprocesador y los bornes de entrada / salida.
  - Ejecutar los programas de autodiagnóstico.
2. Las interfaces de entradas
  3. Las interfaces de salidas

## Entradas y Salidas

Los dispositivos de entrada son aquellos equipos que intercambian señales con el PLC. Cada dispositivo de entrada es utilizado para conocer una condición particular de su entorno como: temperatura, presión, posición, etc. Ejemplos de dispositivos de entrada:

- Sensores inductivos magnéticos, ópticos, pulsadores, termoresistencias, etc.

Al igual que los dispositivos de entrada los de salida son aquellos equipos que intercambian señales con el PLC. Los dispositivos de salida son aquellos que responden a las señales que reciben del PLC, cambiando o modificando su entorno. Ejemplos de dispositivos de salida:

- Contactares de motor, Electroválvulas, Indicadores luminosos, etc.

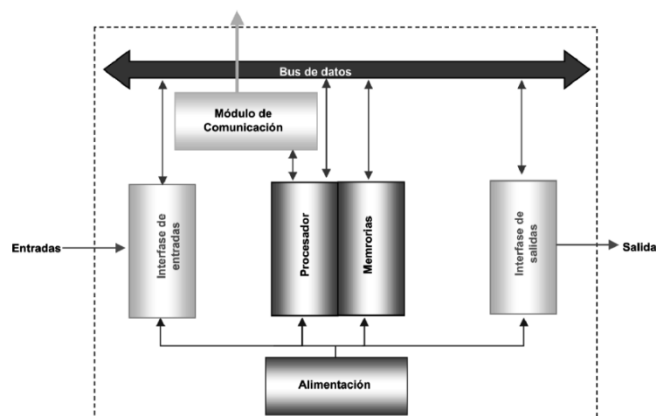


Figura 63. Elementos de un PLC (Micro, 2015)

Normalmente los dispositivos de entrada, salida y el microprocesador trabajan a diferentes niveles de tensión y corriente. La tarea de las interfaces o módulos de entrada y salida es

acondicionar las tensiones de corriente que maneja el microprocesador, para que este las pueda reconocer.

Las entradas se pueden clasificar en:

- **Entradas digitales:**

Solo pueden tomar dos estados: encendido y apagado, estado lógico 1 ó 0. Cuando un borne de entrada llega a tensión, se interpreta como “1” y cuando llega cero tensiones se interpreta como “0”. Existen módulos o interfaces de entradas de corriente continua para tensiones de 5, 12, 24 ó 48 Vcc y otros para tensión de 110 ó 220 Vca.

En la actualidad los PLC modernos tienen módulos de entrada que permiten conectar dispositivos con salida PNP o NPN en forma distinta. La diferencia entre dispositivos con salida PNP o NPN es como la carga (en este caso la carga es la entrada del PLC) está conectada con respecto al neutro o al positivo.

- **Entradas analógicas:**

Estos módulos o interfaces admiten como señal de entrada valores de tensión o corrientes intermedios dentro de un rango, que puede ser de 4 -20 mA, 0-5 VDC o 0-10 VDC, convirtiéndola en un número. Este número se guarda en una posición de la memoria del PLC.

Los módulos de entradas analógicos (convertor analógico digital A /D) son los encargados de traducir una señal de tensión o corriente proveniente de un sensor de temperatura, velocidad, o cualquiera magnitud física que se requiera medir en un número para que el PLC lo interprete.

- **Salidas analógicas:**

Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómatas se convierta en tensión o corriente.

Internamente en el PLC se realiza la conversión digital analógica (D / A), ya que el autómatas sólo trabaja con señales digitales.

## **Alimentación**

La fuente de alimentación proporciona las tensiones necesarias para el funcionamiento de los distintos circuitos del sistema. Dicha alimentación frecuentemente es de 24 Vcc ó 110 / 220 Vca. En cualquier caso la CPU se encarga de alimentar a las interfaces conectadas a través del bus interno. La alimentación a los circuitos E / S puede realizarse, en alterna a 48/110/220 Vca o en continua a 12/24/28 Vcc.

### **2.5.2 Clasificación de los PLC**

#### **1. Cantidad de Entradas y salidas**

Esta es una de las clasificaciones más comunes de los PLC, la cual hace referencia directa a la cantidad de E / S:

- Micro PLC (hasta 64 E/S)
- PLC pequeño (65 a 255 E/S)
- PLC mediano (256 a 1023 E/S)
- PLC grande (más de 1024 E/S)

#### **2. Estructura**

Otra clasificación de los PLC es por su estructura, es decir, es como están contruidos, se dividen en:

- **Compactos**

Un PLC compacto es cuando todas sus partes se encuentran en la misma caja, compartiendo chasis. Suelen ser más baratos y pequeños, pero su desventaja es que solo se puede ampliar con pocos módulos.

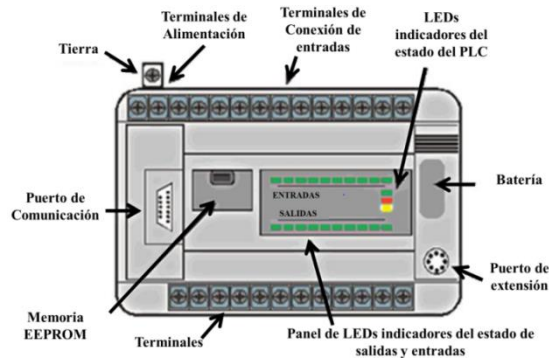


Figura 64. Estructura del PLC compacto (Aprende PLC, 2011)

- **Modulares**

Un PLC modular es aquel que se puede componer o armar en un bastidor o en una base de montaje, sobre el cual se instala el CPU, los módulos de E / S y los módulos de comunicaciones si fueran necesarios, entre otros.

La principal ventaja de un PLC modular es que el usuario puede componer su equipo sea necesario, y luego puede ampliarlo si su aplicación lo requiere. También suelen poseer instrucciones más complejas, un lenguaje de programación más potente y posibilidades de comunicaciones.

La desventaja es que suele ser un poco más caro y voluminoso que el integral. Algunos módulos de E/S tienen forma de tarjetas con una bornera en el frente y un conector macho en su parte posterior. A estos módulos muchas veces se los denomina tarjetas de entradas y/o salidas. Estos módulos o tarjetas existen con distintos números de entradas y/o salidas. Podemos encontrar entre 4, 8, o 16, puntos de entradas y/o salidas en la misma tarjeta. Algunas empresas tienen módulos de alta densidad con 32 o más puntos de E/S. Algunos PLC modulares tienen en sus tarjetas o módulos las borneras desmontables. Esto es particularmente útil en caso de tener que reemplazar algunos de los módulos. Pues no será necesario recablear las entradas o salidas.

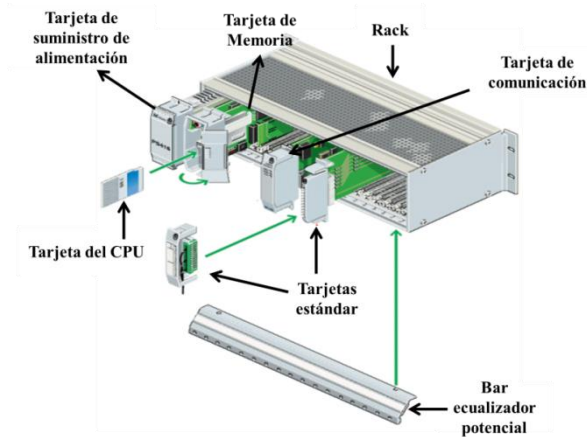


Figura 65. Estructura del PLC Modular (KMParts, 2015)

### 2.5.3 Campos de aplicación

La aplicación de un PLC es en ambientes industriales, donde la decisión y la acción deben ser tomadas en forma muy rápida, donde se tiene que responder en tiempo real. Se utilizan tanto en controles lógicos como en secuenciales.

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo, para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control y señalización. Por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, o control de instalaciones, entre otras.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, hace que su eficacia se aprecie principalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido
- Procesos de producción periódicamente cambiantes
- Procesos secuenciales

- Maquinaria de procesos variables
- Instalaciones de procesos complejos y amplios
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso

Ejemplos de aplicaciones generales:

- Maniobra de máquinas
- Maquinaria industrial de plástico
- Máquinas transfer
- Maquinaria de embalajes
- Maniobra de instalaciones: instalación de aire acondicionado, calefacción
- Instalaciones de seguridad
- Señalización y control

#### **2.5.4 Ventajas e inconvenientes**

Sabemos que no todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Tales consideraciones obligan a referirse a las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

##### **Ventajas**

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos, debido a que no es necesario dibujar previamente el esquema de contactos, es preciso simplificar las ecuaciones lógicas, ya que por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio del tablero donde se instala el autómata programable.
- Menor costo de mano de obra de la instalación.

- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

### **Inconvenientes**

- Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido.
- Centraliza el proceso.
- Condiciones ambientales inapropiadas.
- El costo inicial.

## **2.6 FPGA**

En la automatización Industrial existen varios sistemas de automatización:

- Sistemas de Automatización Mecánica
- Sistemas de Automatización Neumática
- Sistemas de Automatización Hidráulica
- Automatización Industrial Eléctrica y Electrónica

El sistema de automatización más extendida en la actualidad es “Automatización Industrial Eléctrica y Electrónica”, los sistemas de actuación eléctrica son muy conocidos: motores, actuadores electromagnéticos etc. (el método de automatización electrónico más extendido es el microprocesador).

El mando electrónico puede ser implementado mediante componentes electrónicos discretos digitales o mediante sistemas de lógica programable (FPGA).

Los FPGA surgen con el nombre de **LCA** (*Logic Cell Array*), aunque posteriormente se renombraron como FPGA.

Los **FPGA** (*Field Programmable Gate Array - Arreglos de Compuertas Programable en el Campo*) son circuitos lógicos programables (circuito integrado) directamente por el usuario, lo cual requiere de herramientas de costo relativamente bajo, como lo son el software de desarrollo y el dispositivo grabador. La grabación o programación de uno de estos dispositivos se puede llevar a cabo en milisegundos (Bozich E. C., 2015).

Con un FPGA, empiezas con un chip en blanco, y diseñas el propio chip a nivel de hardware, el cual tiene un número de puertas lógicas en su interior, sin configurar y sin conectar entre sí, por lo cual el usuario debe encargarse de interconectar las puertas para crear un circuito específico. No hay un procesador que ejecute el software hasta que el usuario lo crea.

Los FPGA ofrecen flexibilidad, si necesitas más de un puerto serie, sólo tienes que añadirlo a tu diseño del chip. Esto también significa que puedes diseñar el hardware para ser un procesador al que le puedes escribir código. El FPGA puede ser una copia idéntica del chip que se intenta reproducir y sus funcionalidades serán idénticas. Con el FPGA recreamos el hardware original y su funcionamiento a nivel eléctrico.

También los FPGAs se utilizan como prototipos, los cuales se pueden depurar y permiten refinar el diseño. Con el software de diseño se puede simular en hardware antes de mandar a fabricar el ASIC correspondiente.

Los FPGA se utilizan en multitud de campos, que van desde la industria de fabricación mecanizada hasta la industria aeroespacial, pasando por la industria militar.

### **2.6.1 Arquitectura**

Un FPGA está formado por una matriz de bloques lógicos configurables (CLB), a su vez cada CLB está formado por Slices y cada Slice está formado por Celdas Lógicas (Logic Cells) (Borensztein, 2015).

#### **1. Celdas Lógicas/Elementos lógicos**

La unidad más pequeña de un FPGA es la celda lógica (xilinx) o elemento lógico (Altera). Una celda lógica contiene principalmente una LUT de 4 entradas (la cual se puede usar

como una RAM de 16x1, o un registro de corrimiento de 16 bits), un multiplexor y un registro (figura 66).

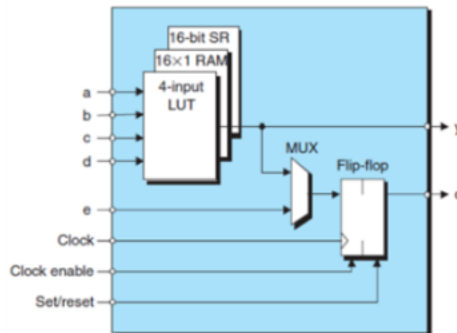


Figura 66. Celdas Lógicas / Lógica elemental

El registro se puede configurar como flip-flop (activo por flanco) o como latch (activo por nivel). Se pueden configurar las polaridades del reloj (Clock), habilitación (Clock enable) y señales set/reset.

## 2. Slices

Un Slice está formado por 2 o más celdas lógicas individuales que comparten la misma señal de reloj (figura 67).

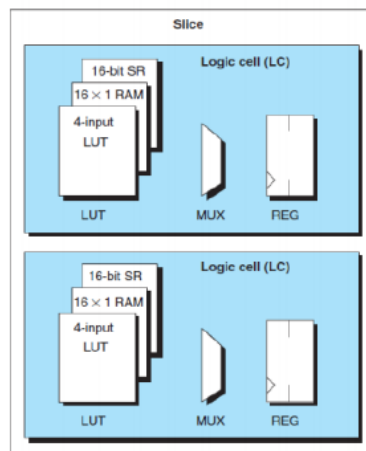


Figura 67. Slice

## **CLBs y LABs**

Un paso arriba en la jerarquía tenemos lo que Xilinx llama Bloque lógico configurable (CLB), y Altera llama Bloque de arreglo lógico (LAB). Algunos FPGAs de Xilinx tienen 2 slices en cada CLB y algunos tienen 4. La razón para tener este tipo de arquitectura jerárquica es que es complementada por una arquitectura equivalente en la conexión. De tal forma que se tienen conexiones muy rápidas (retardos de propagación muy cortos) entre Elementos Lógicos dentro de un Slice, luego conexiones un poco más lentas entre Slices dentro de un CLB y conexiones más lentas entre CLBs. La finalidad es lograr una óptima compensación entre hacer que las conexiones sean fáciles sin incurrir mucho en retardos de interconexión.

### **2.4.8 Características de un FPGA**

Los FPGAs son dispositivos orientados a satisfacer una muy amplia gama de aplicaciones, desde simple lógica combinacional hasta sistemas con microprocesador embebido, transmisión tipo Ethernet, transmisión de datos series a 3.5Gb/s, todo con el mismo dispositivo. Por ello los FPGAs tienen características diversas, pero se podría decir que las principales son las siguientes (Sisterna, 2015).

- Gran cantidad de terminales de E/S. Desde 100 hasta unos 1400 terminales de E/S
- Buffers de E/S programables: control de sesgo, control de corriente, configuración del estándar de E/S , pull-up y pull-down configurables
- Gran cantidad de Flips-Flops, los dispositivos más grandes tienen unos 40.000 FFs
- Gran cantidad de Tablas de Búsqueda (Look-Up Tables), 100.000
- Bloques de Memoria (BRAM) de doble puerto, puerto simple, de hasta 18Mbits, configurables como RAM, ROM, FIFO y otras configuraciones
- Bloques dedicados de Multiplicación
- Transceptores para transmisión serie de muy alta velocidad, entre 1.5 a- 10.0Gb/s
- Procesador en hardware embebido, tal como el Power-PC, ARM9
- Procesadores descritos en software, HDL, tales como el 8051, ARM3
- Controladores de reloj tipo Delay Lock Loop (DLL) y Phase Lock Loop (PLLs) de hasta 550MHz.

- De 2 a 8 controladores por dispositivo
- Control de impedancia programable por cada terminal de E/S
- Interface DDR/DDR2 SDRAM soportando interfaces de hasta 800 Mb/s
- Interfaz con estándares de E/S tipo diferencial tales como LVDS, SSTL diferencial, etc.

#### **2.4.9 Programar un FPGA**

El diseñador desarrolla su sistema digital usando herramientas tipo **EDA** (*Electronics Design Automation*), sean dibujos esquemáticos o lenguaje de descripción de hardware (como **VHDL**), para poder plasmar el sistema en lógica digital. Luego de simular satisfactoriamente el sistema digital comprobando su funcionalidad se usan herramientas específicas del vendedor del FPGA para crear un archivo de configuración del FPGA, el cual describe todas las conexiones, interconexiones y lógica que necesita ser programada dentro del FPGA para poder implementar el sistema digital desarrollado. Entonces, a través de un cable USB se conecta el FPGA o el circuito impreso en cual está soldado el FPGA, a una PC y usando el software de configuración del FPGA se descarga el archivo de configuración. Una vez comprobado el correcto funcionamiento del sistema en el FPGA se graba el archivo de configuración en una memoria no volátil que el FPGA leerá y usará para auto-configurarse cada vez que se aplica la tensión de alimentación al FPGA o cada vez que se desee re-configurar el FPGA.

#### **Lenguajes de Programación para FPGAs**

Existen varios lenguajes de programación para diseñar circuitos digitales para FPGAs. A continuación se listan algunos de estos.

- VHDL
- Verilog
- System Verilog
- SystemC
- Handel-C
- Pure C/C++

- Simulink
- LabVIEW

VHDL y Verilog son de los primeros lenguajes y los más utilizados para la síntesis y la simulación de sistemas digitales para FPGA.

#### 2.4.10 Fabricantes

A principios de 2007, el mercado de los FPGA se ha colocado en un estado donde hay dos productores de FPGA de propósito general que están a la cabeza del mismo, y un conjunto de otros competidores quienes se diferencian por ofrecer dispositivos de capacidades únicas (Pérez , 2007).

- **Xilinx** es uno de los dos grandes líderes en la fabricación de FPGA.
- **Altera** es el otro gran líder.
- **Lattice Semiconductor** lanzó al mercado dispositivos FPGA con tecnología de 90nm. En adición, Lattice es un proveedor líder en tecnología no volátil, FPGA basadas en tecnología Flash, con productos de 90nm y 130nm.
- **Actel** tiene FPGAs basados en tecnología Flash reprogramable. También ofrece FPGAs que incluyen mezcladores de señales basados en Flash.
- **QuickLogic** tiene productos basados en fusibles (programables una sola vez).
- **Atmel** es uno de los fabricantes cuyos productos son reconfigurables (el Xilinx XC62xx fue uno de estos, pero no están siendo fabricados actualmente). Ellos se enfocaron en proveer microcontroladores AVR con FPGAs, todo en el mismo encapsulado.
- **Achronix Semiconductor** tienen en desarrollo FPGAs muy veloces. Planean sacar al mercado a comienzos de 2007 FPGAs con velocidades cercanas a los 2GHz.
- **MathStar, Inc.** ofrecen FPGA que ellos llaman FPOA (Arreglo de objetos de matriz programable).

#### 2.6.2 Ventajas

Su principal ventaja frente a los diseños específicos es que son reprogramables, por lo que proporcionan una gran flexibilidad de diseño, que los costes de desarrollo y

adquisición son muy económicos, que el tiempo de desarrollo es mucho menor y que existe la posibilidad de realizar reconfiguraciones dinámicas (durante el funcionamiento del dispositivo) del diseño.

## **Capítulo III Arduino.**

En este capítulo, veremos que es un sistema electrónico, que es Arduino, y describiremos las características que componen la placa estándar de Arduino. Además veremos que placas integran a la familia Arduino.

### 3.1 ¿Qué es un Sistema Electrónico?

Un sistema electrónico es un conjunto de circuitos que interactúan entre sí para obtener un resultado. Los componentes que los integran un sistema electrónico son (figura. 68):

- **Sensores**

Son aquellos que obtienen información del mundo físico externo y la transforman en una señal eléctrica, que puede ser manipulada por la circuitería interna de control, convirtiendo la señal en señales de corriente o voltaje.

Existen sensores de todo tipo: de temperatura, humedad, movimiento, sonido (micrófono), etc.

- **Circuitería de procesamiento y control**

Los circuitos internos de un sistema electrónico procesan la señal eléctrica convenientemente. La manipulación de dicha señal dependerá tanto del diseño de los diferentes componentes del hardware del sistema, como del conjunto lógico de instrucciones que dicho hardware tenga pregrabado y que sea capaz de ejecutar de forma autónoma.

- **Actuadores**

Son aquellos que transforman la señal eléctrica acabada de procesar por la circuitería interna en energía que actúa directamente sobre el mundo físico externo. Por ejemplo: una bombilla (energía lumínica), etc.

- **Fuente de Alimentación**

Es la que proporciona la energía necesaria para que se pueda realizar todo el proceso de un sistema electrónico.

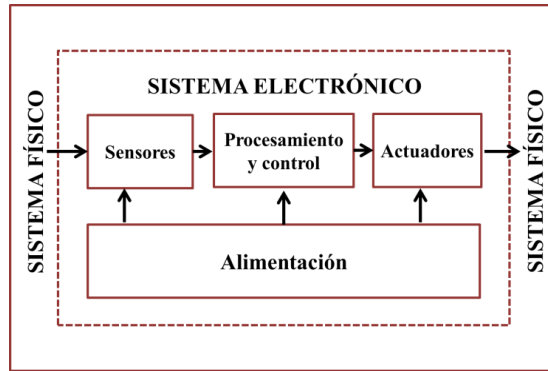


Figura 68. Diagrama de un sistema electrónico (Torrente , Arduino, 2013)

### 3.2 ¿Qué es una Plataforma de desarrollo Electrónico?

En la actualidad las Plataformas de desarrollo Electrónico cumplen un rol muy importante dentro de la Industria Electrónica.

Una **Plataforma de desarrollo Electrónico** o **Placa de desarrollo Electrónico**, es una placa (tarjeta) de un circuito impreso en la que se han implementado diferentes componentes de uso común a la hora de desarrollar un sistema embebido, integrando a la electrónica como soporte para programar el dispositivo (Vesga , 2009).

#### 3.2.1 Características

Las Plataformas de desarrollo Electrónico han venido a simplificar el desarrollo del proceso que se realiza durante la elaboración de un proyecto, en un inicio el desarrollador debía de construir el hardware sobre el cual correrá el software del producto que se ha diseñado, por lo que el desarrollador debía adquirir los componentes que necesitaba de diversos proveedores, integrarlos y hacerlos que funcionaran en un conjunto, lo que implicaba más demanda de recursos y por supuesto de tiempo para la elaboración del proyecto original. Es por ello que la implementación de las Plataformas desarrollo Electrónico se ha popularizado en la Industria Electrónica ya que ha logrado que el desarrollador de proyectos o un usuario común, tenga grandes beneficios en dichos proyectos, como:

Reduce los tiempos involucrados en el diseño de una solución, aumenta la confiabilidad y velocidad de fabricación de un prototipo y, en ocasiones se ha transformado en la base del

producto final mismo. Con lo que el desarrollador puede enfocarse más en afinar las prestaciones de su diseño, dejando a un lado las funcionalidades de bajo nivel, puesto que estas ya han sido resueltas por alguna Plataforma (EMB, 2010).

#### **Características generales de Plataformas electrónicas:**

- Ahorran tiempo de desarrollo de un proyecto
- Confiabilidad en un buen funcionamiento
- Reducción de costos
- Existe gran cantidad de información para que el desarrollador (usuario) pueda aprender a usarlas fácilmente
- Soporte para principiantes

#### **3.2.2 Elementos básicos de una Plataforma de desarrollo Electrónico**

Las Plataformas de desarrollo Electrónico están compuestas por varios componentes, los cuales varían dependiendo de su proveedor y sus prestaciones. Por lo general se componen de microcontroladores, circuitos y componentes electrónicos que le proporcionan diversas capacidades básicas, como alimentación de energía o comunicación.

Entre los elementos básicos que componen una Placa de desarrollo electrónico están:

- Microcontrolador o Procesador
- Dispositivos externos para almacenamiento de datos (memorias)
- Integrados para manejo de temporización (relojes)
- Conectores que habilitan el acceso a los diferentes puertos de E/S del microcontrolador.
- Dispositivos de entrada, por ejemplo Swich electrónico, pulsadores, teclados etc.
- Elementos de salida de potencia, por ejemplo Relé.
- Interfaces y conectores para la comunicación manejando diferentes protocolos (USB, Ethernet, etc.)
- Fuentes de alimentación regulada
- Interfaces visuales, por ejemplo displays de 7 segmentos, Leds o LCD

### 3.3 Hardware Libre (Open Hardware)

Uno de los primeros desarrollos de hardware Libre fue **SPARC**, esta arquitectura manejaba arquitectura RISC. Su creador Sun Microsystems decide publicar sus diseños de arquitectura, para que otros fabricantes de microprocesadores puedan desarrollar su propio diseño, tomándola como base, teniendo la posibilidad de modificar o mejorar dicho desarrollo (Hardware Libre - Conferencia, 2013).

El problema fundamental era que cada microcontrolador debía de ser programado, para ello se necesitaba mirar la ficha técnica y conocer sus características internas, sin embargo no solo bastaba con eso, se necesitaba también tener conocimientos de ingeniero para poder entender la información y poder realizar la programación.

Con la necesidad de solucionar dicho problema surge **Wiring**, una plataforma transversal para una gran cantidad de microcontroladores, basada en **Processing**, creada por **Barragán** bajo la supervisión de **Massimo Banzi** y **Casey**. El entorno de desarrollo integrado lo creo **Casey Reas** y **Ben Fry**.

Posteriormente en Italia retoman a Wiring y lo mejoran haciéndole modificaciones, lo publican y nace una plataforma con el nombre de Arduino, esto fue posible ya que Wiring surge como libre.

#### 3.3.1 ¿Qué es Hardware Libre?

Cuando hablamos de hardware libre estamos hablando de la parte física. Se llama hardware libre a los dispositivos de hardware cuyas especificaciones y diagramas esquemáticos son de acceso público, ya sea bajo algún tipo de pago o de forma gratuita (tdrobótica.co).

La filosofía del software libre (las ideas sobre la libertad del conocimiento) es aplicable a la del hardware libre. Sin embargo, el hablar de libre no es sinónimo de gratis. Ya que el hardware tiene asociados a él costo variados directos, dado que implica comprar ciertos materiales para la construcción, aunque a veces la disponibilidad de los materiales no es tan fácil en ciertos países, lo que implica que este término de hardware libre se ha usado principalmente para reflejar el uso del software libre con el hardware y el lanzamiento libre

de la información con respecto al hardware, a menudo incluyendo el lanzamiento de los diagramas esquemáticos, diseños y montajes.

### 3.3.2 Clasificación

Existen dos tipos de Hardware según su naturaleza, el Hardware Estático y el Hardware Reconfigurable (González, González, & Gómez, 2003).

- **Hardware Estático**

Se llama hardware estático al conjunto de materiales que integran un sistema electrónico. Es la parte física, por lo que este tipo de hardware se puede tocar, caracterizado principalmente por ser físicamente único, es decir, o poseemos el circuito o no, al mismo tiempo es limitado por su existencia física, por lo que no podemos copiarlo con facilidad ni distribuirlo. Por otro lado, si se pueden distribuir los planos de fabricación, el circuito impreso (PCB) o bien el fichero de fabricación (GERBER). Gracias a ello cualquier usuario puede crear, modificar y distribuir una arquitectura igual o similar.

- **Hardware Reconfigurable**

El hardware reconfigurable es aquel que viene descrito mediante lenguajes de descripción hardware como el HDL (Hardware Description Language). Es completamente diferente al hardware estático, sin embargo, es muy similar como se hace el software. Dado que los diseños del hardware reconfigurable son ficheros de texto, que contienen el código fuente.

Para hacer que el hardware reconfigurable sea libre, lo único que hay que hacer es aplicar una licencia GPL a su código.

El lenguaje HDL<sup>3</sup> permite especificar con detalle toda su estructura y funcionalidad. A partir de este código se generan unos ficheros de configuración (bitstreams) para que los dispositivos de tipo FPGA<sup>4</sup> se reconfiguren, funcionando según lo descrito.

<sup>3</sup> (Jaquenod G. , Lenguajes de descripción de Hardware D) Es un lenguaje para la descripción de hardware, se utiliza como herramienta formal para describir el comportamiento y la estructuras de sistemas usando un esquema textual.

<sup>4</sup> (Bozich E. , 2015) Son circuitos lógicos programables directamente por el usuario, lo cual requiere de herramientas de costo relativamente bajo, como lo son el software de desarrollo y el dispositivo grabador. Tienen varios usos, como realizar prototipos, los cuales se pueden depurar y permiten refinar el diseño.

En el hardware reconfigurable, se puede compartir exactamente igual que el software, para su posterior modificación por quien desee utilizarlo, mejorarlo o modificarlo.

### 3.3.3 Ventajas y Desventajas

Una de las grandes ventajas del hardware libre es el acceso a los diagramas esquemáticos, diseños y montajes que han ayudado tanto a terceras personas como a fabricantes para simular o mejorar diseños, con ello se busca crear estándares públicos y libres, para que cualquier persona que desee colaborar lo pueda hacer sin ningún problema.

Entre las desventajas del hardware básicamente las encontramos en el hardware estático:

- Un diseño físico es único
- El compartir tiene asociación de costo
- Disponibilidad de los componentes

Dado que el hardware reconfigurable es más fácil compartirlo sin que se presenten problemas.

### 3.4 Plataforma Arduino

Para adentrarnos al mundo de Arduino primero veremos ¿qué es la computación física?

La **computación física** se refiere al diseño de objetos y espacios que reaccionan a cambios en el entorno y actúan en este. Se basa en la construcción de dispositivos que incluyen microcontroladores, sensores y actuadores, los cuales pueden tener capacidades de comunicación con la red u otros dispositivos.

La idea que promueve la computación física es que casi cualquier cosa se puede convertir en interfaz (Manrique, 2008).

La computación física se basa en la creación de interfaces, las cuales nos permiten interactuar de diferentes maneras con un computador. Esta disciplina ha crecido con la manifestación de la computadora y por la necesidad de interactuar con el mundo virtual. Es por ello que su aplicación es muy visible, ya que está en infinidad de dispositivos e interfaces, los cuales nos han permitido comunicarnos de diversas formas con el mundo

virtual. Se considera que la mejor manera de aprender computación física es mediante la construcción de prototipos, para ello podemos hacer uso de las Plataformas Electrónicas.

Gracias al surgimiento de las plataformas electrónicas, la computación física no solo es para las empresas, en la actualidad cualquier persona que sea de su interés el aplicar esta disciplina lo puede hacer y aprender a la par, ya que algunas de estas plataformas son muy fáciles de manejar por lo que ha despertado el interés del público en general para realizar proyectos que interactúen con el mundo físico y el virtual.

Algunas plataformas de desarrollo electrónico son muy utilizadas para implementar la computación física, ya que ofrecen la elaboración rápida y eficaz de prototipos, por ejemplo: la Plataforma Arduino, una de las más utilizada y popular.

### **3.4.1 ¿Cuál es el Origen de Arduino?**

Arduino nace de un proyecto que se hizo en el Instituto de Diseño Interactivo Ivrea, en el año 2005 (Arduino-Documental, 2014), pero su origen está en proyectos que se habían trabajado anteriormente.

El objetivo de los creadores de Arduino era crear una herramienta para estudiantes que fuera más moderna de las que estaban disponibles en el mercado, sobre todo porque la herramienta que se usaba en ese entonces era un poco cara, sin embargo lo que hizo que empezaran a trabajar en una solución fue la necesidad de apoyar para que una escuela que iba cerrar no lo hiciera, por lo que este fue el empuje para que se decidieran a comenzar el proyecto de Arduino y empezaron a buscar soluciones.

Empezaron a trabajar en la creación de una herramienta, primero retomaron una plataforma de nombre Wiring, su idea era hacer que dicha plataforma fuese más simple, barata y sencilla de usar, teniendo en mente lo que querían realizar David Cuartielles y Massimo, empezaron a diseñar placas, logrando crear la placa deseada, posteriormente integraron un software (creo David Mellis) a dicha placa y es cuando nace la “**Plataforma Arduino**”.

Arduino nace como **open source**, con la finalidad que cualquier persona que desee colaborar para mejoras en la plataforma lo pueda hacer sin ninguna restricción, hasta el día de hoy sigue conservando cierta propiedad de libertad.

Cuartielles dice que con ayuda de la Plataforma Arduino al ser una plataforma open source eliminamos el problema que surge a raíz de la estandarización y de los sistemas patentes, esto es porque como consecuencia se cierra la posibilidad de aprender cómo funcionan las cosas y solo queda reservado para un cierto grupo de personas con ciertos conocimientos.

En cambio con dicha propiedad, se tiene la posibilidad de poder lograr saber cómo funciona y de qué está compuesto, ayudando a mejorar la educación.

### 3.4.2 ¿Qué es Arduino?

**Arduino** significa gran amigo, es una herramienta electrónica de **código abierto** basada en la flexibilidad: de hardware y software es muy fácil de usar (Arduino, 2015), es una plataforma de computación física de código abierto basado en una placa electrónica simple, y un entorno de desarrollo.

A nivel hardware la plataforma de Arduino se compone de una placa electrónica con un **microcontrolador** de la marca “ATMEL”, con varias entradas / salidas tanto analógicas y digitales.

Para implementar Arduino en proyectos el usuario puede hacerlo de dos formas; ya sea adquirir una placa preensamblada o realizar montaje a mano de una placa electrónica, esto se puede lograr gracias a que los diseños esquemáticos de las placas Arduino están accesibles al público en general en la página principal.

A nivel software la plataforma Arduino se compone de un **IDE**, programando el microcontrolador (está integrado en la placa electrónica) a través del entorno de desarrollo, logramos integrar funcionalidad a la placa Arduino.

Arduino ayuda a la creación de prototipos electrónicos, fue diseñado con el objetivo de hacer el uso de la electrónica más fácil para su implementación en proyectos multidisciplinarios, automatizando procesos, entre muchas otras cosas más. La plataforma se dirige a cualquier persona que hace o desee realizar proyectos interactivos, ya que su uso es muy fácil, no se requieren conocimientos previos ni de electrónica ni programación.

Para crear proyectos interactivos además de la placa Arduino necesitamos agregar interruptores para ingresar una señal y actuadores para mostrar el funcionamiento de la placa conectada.

Arduino ha logrado gran popularidad, hoy en día es una plataforma de gran demanda ya que muchas personas lo usan debido a su facilidad y practicidad, además de ser barata a comparación de otros microcontroladores y plataformas disponibles en el mercado, ya que Arduino tiene varias ventajas y características respecto a otras, es por ello que existen muchas placas similares a ella, sin embargo Arduino sigue siendo una de las favoritas para el usuario, ya que la plataforma ha ido evolucionando.

### **3.4.3 Hardware Arduino**

Arduino es hardware libre porque los planos de las placas Arduino están publicados bajo licencia Creative Commons y se pueden descargar de la página web. Dicha licencia permite realizar trabajos derivados tanto personales como comerciales, sin embargo deben respetar los créditos, tanto de la marca Arduino, al igual que si desean publicar los planos modificados deben manejar la misma licencia.

Es por ello que los diseñadores de circuitos experimentados pueden hacer su propia versión del módulo, ampliándolo y mejorándolo. Incluso los usuarios con poca experiencia pueden construir la versión del tablero del módulo, el objetivo de esta libertad es que el usuario entienda cómo funciona y ahorrar un poco de dinero. Al igual, si alguien desea adquirir una placa preensamblada lo puede hacer comprándola con un distribuidor autorizado.

#### **3.4.3.1 Características físicas de la Placa Arduino Uno R3**

La placa de Arduino, también se conoce como tabla. Físicamente hablando de una placa hardware, es referirse a una **PCB** (*Printed Circuit Board, Placa de circuito impreso*) (Torrente , Arduino, 2013).

Existe en la actualidad una gran variedad de tablas Arduino, por lo que a veces es confuso para un principiante saber con qué tabla Arduino puede empezar a trabajar, sin embargo, existe una placa estándar de nombre Arduino UNO.

Arduino Uno, es una de las más utilizadas y por lo tanto una de las más vendidas en el mundo. La tabla Arduino Uno apareció en el 2010, ha ido evolucionado, por lo que hay tres versiones, la más actual es la “Arduino UNO R3 (UNO Rev3)”.

La **placa Arduino UNO R3** está compuesta por diversos dispositivos; un microcontrolador ATmega328, cuenta con pines digitales (entrada / salida) y analógicos, un reloj, conectores de alimentación, un header y un botón de reinicio (figura. 69). Contiene todo lo necesario para apoyar a un microcontrolador; simplemente conectarlo a un ordenador con un cable USB o el poder de CA o la batería a CC para empezar.

### Características Técnicas UNO R3

1. Microcontrolador ATmega328
2. Chip ATmega 16U2
3. Pines de Entradas / Salidas Digitales y PWM
4. Pines de Entradas analógicas
5. Conector alimentación eléctrica
6. Regulador de voltaje
7. Conector USB
8. Pines de alimentación
9. Conector ICSP
10. Reloj
11. Botón de reset

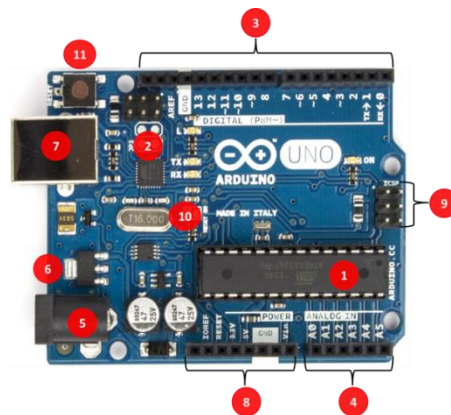


Figura 69. Tabla Arduino UNO R3 (En esta imagen se puede identificar cada uno de los dispositivos que componen la tabla Arduino) (Arduino, 2015)

Para conocer más de los dispositivos que componen la placa Arduino UNO R3, a continuación los describiremos:

### **1. Microcontrolador ATmega328**

La placa Arduino UNOR3 utiliza un microcontrolador Atmel, cuyo modelo es el ATmega328 de 8 bits basado en los procesadores AVR.

El microcontrolador ATmega328, es el elemento principal de la placa Arduino ya que es el cerebro de Arduino y ejecuta las instrucciones en cada ciclo de reloj.

En el siguiente tema se describirá a detalle las características del microcontrolador ATmega328.

### **2. Chip ATmega 16U2**

ATmega 16U2 es un microcontrolador encargado de establecer la comunicación con el PC, posee 16 Kilobytes de memoria Flash para uso interno, también posee un reloj oscilador de cristal que sirve para mantener la sincronización con la comunicación USB. Funciona como un conversor (traductor) USB –serie y viceversa, esto se realiza por medio de un firmware que viene preprogramado dentro de el para que realice dicha función.

Ya que es un microcontrolador y posee sus propias características, es posible desprogramarlo para que realice otras funciones y convertir así la placa Arduino en virtualmente cualquier tipo de dispositivo USB conectado a nuestro computador. Gracias a este componente tendremos mayores velocidades de transferencia y más memoria.

### **3. Pines de Entradas / Salidas Digitales y PWM**

La tabla Arduino UNO R3, está compuesta de 14 pines digitales series– hembra de entrada / salida (los cuales están unidos internamente a las patillas de E / S del microcontrolador), los pines están numerados del 0 al 13.

Los pines de la placa nos permiten interactuar, los sensores se conectan a los pines de entrada y los actuadores a los de salida. Mediante los sensores la placa recibe los datos del entorno y mediante los actuadores la placa envía órdenes pertinentes.

Las entradas pueden ser analógicas o digitales y las salidas sólo digitales. Cada pin digital tiene doble función de entrada o salida. En la zona de configuración del programa hay que indicar explícitamente mediante una instrucción cuál es la función que desempeña un determinado pin.

Los pines funcionan con una alimentación de 5V, pueden proveer o recibir un máximo de 40 mA y tienen una resistencia “pull – up” interna de 20 kΩ a 50 kΩ.

Algunos pines tienen funciones especializadas:

**Pin RX (0) y TX (1) – Serie:** El pin **0 (RX)**, permite que el microcontrolador ATmega328 pueda recibir directamente datos en serie, o transmitirlos por el pin **1(TX) TTL** sin pasar por la conversión USB – serie que realiza el chip ATmega16u2. Estos pines están internamente conectados (mediante resistencias de 1kΩ) al chip ATmega16u2, por lo que los datos disponibles en el USB también lo estarán en estos pines.

En la placa Arduino UNO, están incrustados dos **LEDs etiquetados como “RX y TX”**, los cuales se encienden únicamente cuando se transmiten o reciben datos provenientes de la conexión USB a través del chip ATmega16U2.

**Pin 2 y 3 - Interrupciones externas:** estos pines se deben de programar para configurar y activar una interrupción; para un valor bajo, un flanco ascendente o descendente, o un cambio en el valor.

**Pin 3, 5, 6, 10 y 11 - PWM (Pulse Width Modulation – Modulación de ancho del pulso):** Ya que la placa Arduino no posee salidas analógicas y sin embargo a veces se necesitan, para subsanar dicha falta, se utilizan algunos pines digitales para simular un comportamiento analógico. Los que podemos utilizar para dicha simulación son: 3, 5, 6, 10 y 11(lo que hacen estos pines es proporcionar una salida PWM de 8 bits).

**Pin 10 (SS), 11(MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) - SPI:** En estos pines se puede conectar algún dispositivo con el que se quiera llevar a cabo comunicaciones mediante el protocolo SPI.

**Pin 13 – LED:** El pin 13, está conectado directamente a un LED (color naranja, incorporado en la placa), de tal forma que si el valor del voltaje recibido por este pin es ALTO (HIGH), el LED encenderá, de lo contrario si recibe un valor BAJO (LOW), el LED se apagará (lo podemos identificar fácilmente en la placa ya que está marcado por una etiqueta L).

#### **4. Pines de Entradas analógicas:**

La placa Arduino dispone de 6 entradas analógicas, los cuales son pines – hembra estos son el A0, A1, A2, A3, A4 y A5.

Estos pines pueden recibir un voltaje dentro de un rango de valores continuos de 0 y 5V. Ya que la electrónica de la placa no puede trabajar con valores analógicos, por lo que una vez entrando un valor analógico entra en función el convertor analógico / digital (incorporado en la placa) arrojando un valor digital lo más aproximado posible.

Si requiriéramos más pines – hembra para entradas / salidas digitales para obtener más podremos utilizar los pines de entradas analógicas, enumerándolos del 14 al 19. Entre los pines analógicos podemos encontrar unos con funciones extras, como:

**Pines A4 (SDA) y A5 (SCL):** Estos pines los podemos utilizar para conectar algún dispositivo con el que se quiera llevar a cabo comunicaciones mediante el protocolo I<sup>2</sup>C / TWI.

En la placa Arduino encontramos otros pines:

**Pin AREF:** Ofrece un voltaje de referencia externo para aumentar la precisión de las entradas analógicas.

**Pin RESET:** Si el voltaje de este pin se establece en un valor BAJO (LOW), el microcontrolador se reiniciará y se pondrá en marcha el Bootloader. Para realizar esta misma función la placa posee de su propio botón de reinicio, pero este pin ofrece la posibilidad de añadir otro botón de reinicio que será útil para las placas supletorias que deseemos añadir a la placa Arduino, ya que por la colocación de estas placas el botón de reinicio de la placa principal Arduino se oculte o bloquee.

**Pin sin utilizar:** Este pin se encuentra ubicado a continuación del pin IOERF, el cual está sin etiquetar, ya que por el momento no se utiliza para nada.

Una vez conocidos todos los pines – hembra de la placa Arduino UNO, podemos identificar que existe una relación entre cada uno de estos pines con las patillas del microcontrolador ATmega328, ya que la mayoría de los pines – hembra lo que hacen es simplemente ofrecer una forma fácil y cómoda para una conexión directa para las patillas del micro (figura. 70).

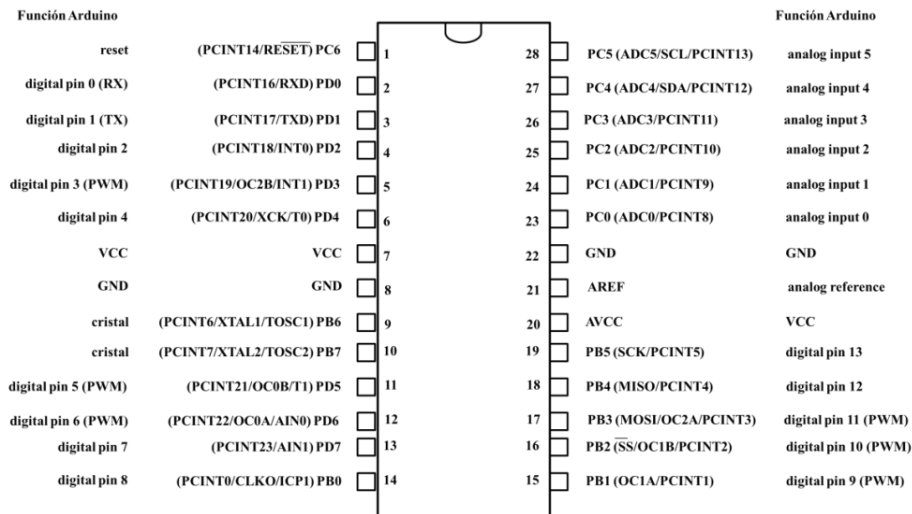


Figura 70. Mapeo de los pines de la placa Arduino respecto a los pines del microcontrolador ATmega328P (Torrente , Arduino, 2013)

## 5. Conectores de Alimentación

La placa Arduino es lo suficientemente capaz de seleccionar automáticamente en cada momento la fuente de alimentación disponible y utilizarla. El voltaje de funcionamiento normalmente de toda la placa Arduino es de 5V. Se puede alimentar de varias maneras, para ello la placa dispone de dos conectores (dispositivos); un conector hembra (jack) de 2.1 mm con centro positivo y un conector USB para el cable tipo AB.

### Conector hembra

Conectando la placa Arduino a una fuente externa, lo podremos hacer mediante un adaptador de AC / DC (pared de verruga), conectado dicho dispositivo al conector hembra de la placa.

Otra fuente externa que podemos utilizar es mediante una batería, los cables salientes de los bornes de la pila se pueden conectar a los pines – hembra marcados como “Vin” y “Gnd” (positivo negativo respectivamente) en la zona marcada con la etiqueta “POWER”.

## **6. Regulador de voltaje (tensión)**

En ambos casos mencionados anteriormente, la placa está preparada en teoría puede recibir una alimentación de 6 a 20 voltios, sin embargo, el rango recomendado del voltaje de entrada es menor a 7 a 12 voltios, ya que si se usa a más de 12V la placa se puede sobrecalentar y se dañe (probablemente). En cualquier caso, este voltaje de entrada ofrecido por la fuente externa siempre es rebajado a los 5V de trabajo mediante un circuito **regulador de tensión** que viene integrado en la placa.

## **7. Conector USB**

Para que un cable USB alimente nuestra placa debemos de conectar el cable USB, un extremo de dicho cable ira conectado al ordenador y el otro extremo al conector USB de la placa Arduino, el conector hembra (tipo B).

La alimentación que recibe nuestra placa Arduino está permanentemente regulada a 5V de trabajo y su máximo que ofrece es de 500 mA de corriente. Al igual que en la conexión de una fuente externa está protegida por una sobrecarga, la conexión USB también lo está mediante un polifusible reseteable.

## **8. Pines de voltaje y tierra**

En la placa Arduino UNOR3 tenemos pines que nos permiten conectar alguna fuente de alimentación o algún dispositivo, dichos pines los identificar fácilmente ya que están dentro de la zona POWER:

**Pin GND:** Pines – hembra conectados a tierra, es muy importante que todos los componentes de nuestro circuito compartan una tierra en común como referencia.

**Pin Vin:** Este pin lo podemos utilizar para dos cosas diferentes: si la placa está conectada mediante alguna fuente de alimentación externa, podemos conectar a este pin – hembra cualquier componente electrónico para alimentarlo directamente con el nivel del voltaje que este aportando la fuente en ese momento. O también podemos usar este pin para alimentar

la propia placa directamente desde alguna fuente de alimentación externa sin utilizar ni la clavija o el cable USB, si no que conectándolo al borne positivo de la fuente (por ejemplo, una pila de 9V) además de conectar el borne negativo al pin de la tierra.

**Pin 5V:** Al igual que el pin Vin, podemos conectar cualquier componente eléctrico a este pin que pueda recibir 5V regulados, este voltaje lo suministra la fuente de alimentación externa (clavija o cable USB) que esté conectada alimentando la placa. En cualquier caso, la intensidad de corriente máxima generada será de 40 mA.

También se puede alimentar la placa por una fuente de alimentación externa previamente regulada, indistinta a una clavija o un cable USB.

**Pin 3.3V:** Este pin suministra un voltaje de 3.3. Este voltaje se obtiene a partir del recibido indistintamente a través del cable USB o de la clavija, recordemos que la placa tiene un regulador interno “LP2985” para evitar que la placa reciba más voltaje del que soporta y como consecuencia se queme. En este caso la corriente máxima generada es de 50 mA. Al igual que los pines anteriores, este pin lo podremos usar para alimentar componentes de nuestro circuito que requieran un voltaje de 3.3V, sin embargo, a diferencia de los pines anteriores no podremos conectar ninguna fuente externa, debido a que el voltaje suministrado por este pin es demasiado limitado para tener la capacidad de alimentar a la placa.

**Pin IOREF:** Este pin de la placa Arduino proporciona el voltaje de referencia con el que opera el microcontrolador.

En realidad este pin es una duplicidad regulada del pin “Vin”. Su función es indicar a las placas supletorias (shield) conectadas a nuestra placa Arduino el voltaje a que trabajan los pines de entrada / salida de esta, para que las placas supletorias se adapten automáticamente a ese voltaje de trabajo.

**9. Conector ICSP (In Circuit Serial Programming - Programación Serial En Circuito)**  
ICSP es un método para programar directamente en los microcontroladores de tipo AVR, al igual sirve para dar mantenimiento y actualización al programa, una ventaja importante es que si se tiene algún error el microcontrolador se puede reprogramar.

Con ayuda del método ICSP se programa el firmware que viene integrado de fábrica en los microcontroladores de las placas Arduino.

También se puede cargar un nuevo firmware o grabar directamente los programas sin ayuda de un firmware; se necesita de un hardware específico de nombre “Programador ISP”, existen varias formas y modelos, para saber cuál es el adecuado necesitamos saber la compatibilidad del microcontrolador que se va a usar.

El “AVRISP mkII”, es el programador ISP oficial fabricado por Atmel, compatible con el microcontrolador ATmega328P. La versión más extendida del “programador ISP”, está compuesta en su interior por un microcontrolador, de lado está un conector USB para enchufar a nuestro computador y por el otro lado esta una clavija ICSP lista para encajar en el conector ICSP de nuestra placa Arduino.

Arduino UNO incorpora el conector (puerto) ICSP para realizar la conexión y así iniciar la programación serial, compuesto de 6 pines (figura. 71).

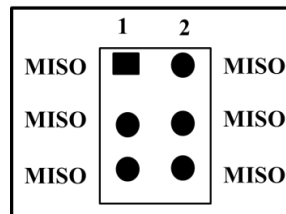


Figura 71. Diagrama esquemático de un conector ICSP (Torrente , Arduino, 2013)

## 10. Reloj

Este dispositivo marca el ritmo para la ejecución de las instrucciones en el microcontrolador, al igual para la lectura y escritura de los datos en su memoria, para el correcto envío de datos hacia los pines de salida.

La placa Arduino UNO, posee un reloj de tipo resonador cerámico, el cual funciona a una frecuencia de 16 MHz (realizar 16 millones de instrucciones por cada segundo). El resonador cerámico está diseñado de un material piezoeléctrico, el cual genera la señal oscilatoria de la frecuencia deseada cuando se le aplica un determinado voltaje.

## 11. Botón de reset:

La placa Arduino UNO dispone de un botón de reseteo (reset - reinicio) que permite una vez pulsado, enviar una señal al LOW al pin “RESET” de la placa para volver arrancar el microcontrolador.

### Características nuevas para Arduino UNO R3:

- Convertidor USB a serie Atmega16U2, que sustituye al Atmega8U2.

Gracias a esta característica Arduino UNO difiere de todas las placas

- 1.0 pinout: Añadió nuevos pines; el SDA y SCL que están cerca del pin AREF y otros dos pines colocados cerca del pin de RESET:

El nuevo pin IOREF, permiten a los escudos adaptarse al voltaje alimentado por la tarjeta.

El segundo es un pin no está conectado, reservado para usos futuros.

- Circuito de RESET (fuerte)

### 3.4.3.2 Características del Microcontrolador de la Placa Arduino Uno R3

#### 1. Microcontrolador ATmega328

##### 1.1 El encapsulado del microcontrolador

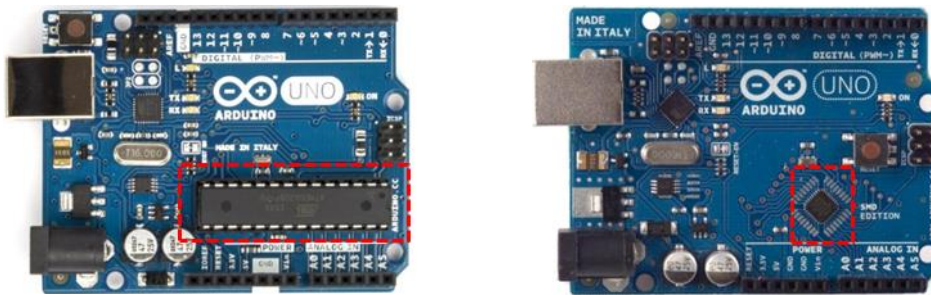
Existen dos variantes para la Tabla Arduino UNO R3, caracterizadas por su encapsulado físico del microcontrolador incorporado, ya que ambas poseen el mismo modelo de microcontrolador (Torrente , Arduino, 2013).

La Tabla Arduino UNO más convencional está en formato **DIP** (Dual In – line Package), físicamente es un rectángulo colocada en el centro – inferior – derecha de la tabla. En cambio la otra variante la Tabla Arduino UNO SMD, lo lleva montado en formato **SMD** (Surface Mount Device), físicamente es un pequeño cuadrado ubicado en diagonal en el centro – inferior – derecha de la tabla.

La diferencia entre las variantes es la forma en que están soldadas a la tabla, la de formato SMD está soldado a la superficie de la tabla, mediante la tecnología de monte superficial SMT (Surface Mount Technology), y la de formato DIP, está conectada mediante una serie

de pastillas metálicas, dichas patillas se pueden separar fácilmente, lo que permite la extracción o sustitución del microcontrolador por otro si se requiriera.

Lo que se sugiere es usar la versión de la Tabla Arduino UNO R3 (DIP), para proyectos donde la tabla se usa solo como un medio para programar el microcontrolador y este pasarlo a otros montajes, y la Tabla Arduino UNO (SMD), se sugiere para proyectos finales en donde no se necesite cambiar el microcontrolador, sin embargo ambas funcionan exactamente igual.



a) Arduino UNO R3 (DIP)

b) Arduino UNO (SMD)

Figura 72. Arduino UNO R3 (Arduino, 2015)

## 1.2 Modelo del microcontrolador

La tabla Arduino UNO R3 utiliza el microcontrolador modelo ATmega328 (marca Atmel), cuenta con arquitectura AVR, por lo que pertenece a la subfamilia de los microcontroladores “megaAVR”.

Sin embargo existe un modelo que funciona exactamente igual al **ATmega328**, este es el **ATmega328P**, la diferencia entre estos dos es que el ATmega328P, trabaja a un voltaje menor y consume menos corriente en comparación al modelo ATmega328, el cual trabaja con un voltaje mayor que este. En su nombre se puede ver que son parecidos, sin embargo la P es la que indica que ese microcontrolador utiliza tecnología “**Picopower**”, el cual permite un consumo eléctrico sensiblemente menor comparándolo con un modelo sin “Picopower”.

El microcontrolador ATmega328P, cuenta con 28 patillas (pines) de entrada / salida, estas nos ayudan a comunicarnos con el mundo exterior, sin embargo cada patilla suele tener una función específica.

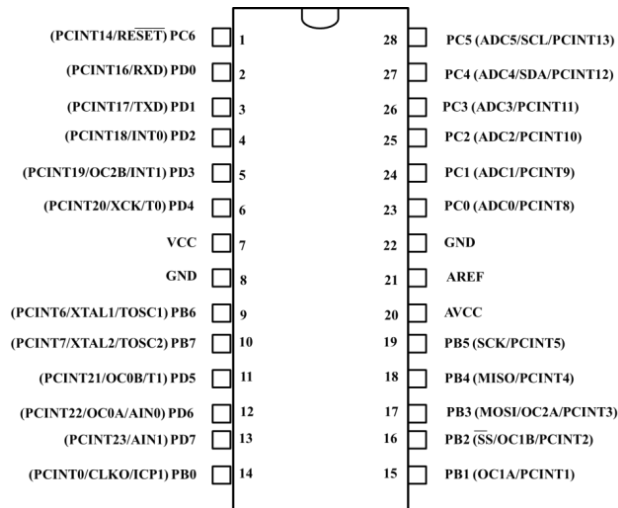


Figura 73. Microcontrolador ATmega328P (Atmel, 2015)

**Descripción general de los pines del microcontrolador modelo ATmega328P** (Atmel, 2015):

- VCC

Es el pin que recibe la alimentación eléctrica

- GND

Estos pines son los que están conectados a la tierra

- Puertos de entrada / salida

Puerto B (PB7:0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2

Puerto C (PC5:0)

Puerto D (PD7:0)

- AVCC

Este pin es el que recibe la alimentación suplementaria para el convertidor analógico – digital interno del chip.

- AREF

Este pin es el que recibe la referencia analógica para convertidor A / D.

### 1.3 Memorias del microcontrolador

El microcontrolador ATmega328P, maneja tres tipos de memoria:

- Memoria Flash

La capacidad que maneja es de 32 KB, se ocupan 512 bytes, ya que contiene un programa Bootloader o gestor de arranque; contiene instrucciones para una pre-configuración que nos permite la conexión a una tabla Arduino. En la versión de Arduino UNOR3 la carga de los programas es más rápida ya que el Bootloader fue actualizado a una velocidad de 115000 baudios.

La memoria Flash nos sirve para almacenar permanentemente el programa que ejecuta el microcontrolador, este tipo de memoria se puede borrar eléctricamente.

- Memoria SRAM

La capacidad que maneja es de 2 KB, esta memoria es volátil en ella se alojan los datos que en ese instante el programa necesita crear o manipular para un correcto funcionamiento, como se sabe en este tipo de memorias los valores que almacena siempre serán eliminados una vez que el microcontrolador deje de ser alimentado eléctricamente.

- Memoria EEPROM

La capacidad que maneja es de 1 KB, este tipo de memoria es la contraparte de la memoria SRAM, ya que en esta memoria almacena los datos que deseemos que permanezcan en el microcontrolador a pesar de ser apagado, se mantendrán los datos para reinicios posteriores, hasta que deseemos cambiarlos por otros datos.

Si deseáramos ampliar la memoria SRAM y EEPROM de nuestro microcontrolador lo podemos hacer, mediante la adquisición de memorias independientes, las debemos de conectar al microcontrolador utilizando algún protocolo de comunicación que reconozca, como SPI o I<sup>2</sup>C. Otra alternativa para ampliar la memoria EEPROM es por medio de una memoria tipo SD (Secure Digital) y comunicarla mediante un circuito específico al microcontrolador.

## 1.4 Registros del microcontrolador

El microcontrolador ATmega328P (8 bits), maneja una arquitectura RISC: con 131 instrucciones y 32 registros de propósito general (Atmel, 2015). El número de registros es una de las características más importantes de un microcontrolador, ya que esto depende de la cantidad de prestaciones y su velocidad de ejecución de estas.

Por lo tanto entre mayor sea el número de bits, mayor serán las prestaciones y su velocidad de ejecución. Los registros son espacios de memoria existentes dentro de la propia CPU del microcontrolador. Tienen diversas funciones:

- Albergan datos necesarios para la ejecución de las instrucciones previstas próximamente
- Almacenan temporalmente los resultados de las instrucciones recientemente ejecutadas
- Alojan las instrucciones que se están ejecutando

## 1.5 Protocolos de comunicación I<sup>2</sup>C/TWI y SPI

Los protocolos estándar más importantes son el I<sup>2</sup>C y el SPI, estos protocolos ayudan a transmitir un conjunto de datos desde un componente electrónico a otro.

El protocolo **I<sup>2</sup>C** (Inter –Integrated Circuit), es un sistema muy utilizado en la Industria principalmente para comunicar circuitos integrados entre sí. Una de sus principales características es que utiliza dos líneas para transmitir la información; la línea SDA sirve para transferir datos y la línea SCL sirve para enviar la señal de reloj (CLK - clock).

El protocolo **SPI** (Serial Peripheral Interface), permite controlar casi cualquier dispositivo electrónico digital que acepte un flujo de bits serie sincronizado. Este protocolo requiere de cuatro líneas: La primera línea SCK envía a todos los dispositivos la señal de reloj generada por el maestro actual, la línea SS es utilizada por el maestro para elegir en cada momento con que dispositivo esclavo de los que están conectados se requiere comunicar, la línea **MOSI** es la que se utiliza para enviar los datos 0s y 1s del maestro hacia el esclavo elegido y la línea **MISO** es la utilizada para enviar los datos en sentido contrario, la respuesta es de esclavo a maestro.

La diferencia entre el protocolo I<sup>2</sup>Cy el SPI, es que el primero maneja una sola línea de datos ya que la transmisión de información es “**half duplex**”, es decir, la comunicación solo se puede establecer en un sentido al mismo tiempo, por lo tanto en el momento que un dispositivo empiece a recibir un mensaje, tendrá que esperar a que el emisor deje de transmitir para así poder responderle. En cambio el protocolo SPI, al manejar dos líneas para la transmisión de información ahora es “**full duplex**”, ya que en este protocolo la información puede transportarse en ambos sentidos a la vez.

## **1.6 Gestor de arranque del microcontrolador**

Bootloader o gestor de arranque, también conocido como **firmware**, es un programa que contiene instrucciones internas de programación de memorias Flash, pueden variar ligeramente según el tipo de firmware que tenga la placa. En la tabla Arduino UNO, dicho programa se ejecuta durante el primer segundo de cada reinicio.

La función del firmware es gestionar de forma automática el proceso de grabación en la memoria Flash del programa que queremos que el microcontrolador ejecute; el firmware se encarga de recibir nuestro programa de parte del entorno de desarrollo Arduino para proceder seguidamente a su correcto almacenamiento en la memoria Flash. Posteriormente el firmware termina su ejecución y el microcontrolador se dispone a procesar de inmediato y de forma permanente las instrucciones recientemente grabadas (obviamente cuando este encendido).

El microcontrolador ATmega328P (Arduino UNO), se basa en un firmware libre llamado **Optiboot**, el cual logra una velocidad de grabación de 115 kilobits de programa a cargar por segundo debido al uso de instrucciones propias derivadas del estándar STK500.

El firmware nos permite programar nuestro Arduino directamente con un cable USB, sin tener que realizar alguna configuración para el grabado de instrucciones. Sin embargo, si adquirimos un microcontrolador ATmega328P por separado nos encontramos con el detalle que el firmware no lo tiene integrado, pero existe la alternativa de integrar un firmware a mano, sí lo llegáramos a requerir. Pero si no podemos subsanar la función que realiza el firmware, realizando la grabación directamente en la memoria Flash.

Para los últimos casos necesitamos agregar un programador SP (se conecta por un lado a nuestro computador y por otro lado a la tabla Arduino), ya que nos sirve como intermediario entre el Entorno de desarrollo y la memoria Flash del microcontrolador.

### 3.4.3.3 Otras Placas oficiales de Arduino

Arduino está formado por una gran familia de tablas, para poder identificar las tablas que pertenecen a la familia es por medio del logo propio de Arduino impreso sobre la tabla, son las únicas que están registradas por Arduino, son conocidas como Placas Oficiales de Arduino.

Es importante conocer que tablas son oficiales ya que existen tablas diseñadas y fabricadas por compañías ajenas o por los propios usuarios, dichas placas se conocen como Placas no oficiales. Las placas no oficiales son compatibles con Arduino, sin embargo no pueden estar registradas bajo el nombre de Arduino.

Las tablas oficiales Arduino, funcionan básicamente todas de la misma manera, diferenciándose principalmente por el modelo del microcontrolador, tamaño físico, la capacidad de almacenamiento, y la cantidad de entradas / salidas.

Es muy importante saber qué es lo que se quiere hacer, para así poder identificar que tabla se adecua a nuestro proyecto.

La familia Arduino se compone por las siguientes tablas oficiales:

Nombre	Procesador	Voltaje de operación E	Velocidad del reloj	E / S Analógica	E/S Digital- PWM	EEPROM [KB]	SRAM [KB]	Flash [KB]	USB	UART	Costo
Uno	ATmega328P	5 V / 7-12 V	16 MHz	6 / 0	14 / 6	1	2	32	Regular	1	\$375
Due	ATSAM3X8E	3.3V / 7-12 V	84 MHz	12/2	54/12	-	96	512	2 Micro	4	\$734
Explora	ATmega32U4	5V / 7-12 V	16 MHz	-	-	1	2.5	32	Micro	-	\$829
Ethernet	ATmega328P	5V / 7-12 V	16 MHz	6/0	14/4	1	2	32	Regular	-	\$1123
Fio	ATmega328P	3.3V / 3.7-7 V	8 MHz	8/0	14/6	1	2	32	Mini	1	\$476
Genma	ATtiny85	3.3V / 4-16 V	8 MHz	1/0	3/2	0.5	0.5	8	Micro	0	\$186
Leonardo	ATmega32U4	5V / 7-12 V	16 MHz	12/0	20/7	1	2.5	32	Micro	1	\$374
LilyPad	ATmega168V ATmega328P	2.7-5.5 V / 2.7-5.5 V	8 MHz	6/0	14/6	0.512	1	16	-	-	\$324
LilyPad SimpleSnap	ATmega328P	2.7-5.5 V / 2.7-5.5 V	8 MHz	4/0	9/4	1	2	32	-	-	\$498
LilyPad USB	ATmega32U4	3.3 V / 3.8-5 V	8 MHz	4/0	9/4	1	2.5	32	Micro	-	\$428
Mega 2560	ATmega2560	5V / 7-12 V	16 MHz	16/0	54/15	4	8	256	Regular	4	\$656
Mega ADK	ATmega2560	5V / 7-12 V	16 MHz	16/0	54/15	4	8	256	Regular	4	\$914
Micro	ATmega32U4	5V / 7-12 V	16 MHz	12/0	20/7	1	2.5	32	Micro	1	\$367
Mini	ATmega328P	5V / 7-9 V	16 MHz	8/0	14/6	1	2	32	-	-	\$360
Nano	ATmega168 ATmega328P	5V / 7-9 V	16 MHz	8/0	14/6	0.512 1	1 2	16 32	Mini	1	\$429
Pro	ATmega168 ATmega328P	3.3 V / 3.35-12 V 5 V / 5-12 V	8 MHz 16 MHz	6/0	14/6	0.512 1	1 2	16 32	-	1	\$280
Pro Mini	ATmega328P	3.3 V / 3.35-12 V 5 V / 5-12 V	8 MHz 16 MHz	6/0	14/6	0.512	1	16	-	1	\$186 \$195
Yún	ATmega32U4 AR9331 Linux	5 V	16 MHz 400 MHz	12 / 0	20 / 7	1	2.5 16 MB	32 64 MB	Micro	1	\$974
Zero	ATSAMD21G18	3.3 V / 7-12 V	48 MHz	6 / 1	14 / 10	-	32	256	2 Micro	2	\$836

A continuación se describirán más a detalle las placas electrónicas de desarrollo de la familia Arduino:

### ❖ Arduino Mega 2560 R3

La tabla Arduino Mega es sustituida por la tabla Arduino Mega2560, basada en el **microcontrolador Atmega2560** (Arduino, 2015). Una de sus principales características es que la placa más grande de la familia de Arduino con 54 entradas / salidas, 16 entradas analógicas, 4 UARTs (hardware puertos serie), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un header ICSP, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para apoyar el microcontrolador; simplemente conectarlo a un ordenador con un cable USB o el poder con un adaptador de CA o la batería a CC para empezar.

La placa Mega es muy potente gracias a sus características, es compatible con la mayoría de los escudos diseñados para el Arduino UNO, Duemilanove o Diecimila, diseñada especialmente para **proyectos grandes** que requieran muchas entradas / salidas.



Figura 74. Placa Arduino Mega 2560

(Dimensiones del PCB: Longitud: 101.52 mm, anchura: 53.3 mm, peso: 37g) (Arduino, 2015)

El Mega Arduino puede ser alimentado a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa.

Tabla 3. Especificaciones técnicas **Arduino Mega 2560**:

Microcontrolador	Mega 2560
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada	7 – 12V

(recomendado)	
Voltaje de entrada (límites)	6 -20 V
Pines E / S Digital	54
Canales PMW	15
Pines de Entrada analógicas	16
Corriente DC por E / S Pin	40 mA
Corriente DC para el Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash ( Atmega2560)	256 KB (de los cuales 8 KB utilizado por el gestor de arranque)
SRAM ( Atmega2560)	8 KB
EEPROM ( Atmega2560)	4 KB
Velocidad del reloj	16 MHz

### ❖ **Arduino Mega ADK**

La placa Mega ADK se basa en el mismo **microcontrolador Atmega2560** que utiliza la placa Mega 2560 por lo son muy similares, sin embargo esta se distingue principalmente por una característica en especial; ya que puede funcionar como un dispositivo tipo “**host USB**”, para ello incorpora un conector USB tipo B y un microcontrolador MAX3421E (para que realice la comunicación mediante SPI), recordar que también funciona como un periférico USB normal.

Gracias a que funge como “host USB”, podemos realizar la conexión de cualquier dispositivo que tenga un puerto USB como periférico, por ejemplo podemos realizar la conexión con diversos dispositivos. Diseñada principalmente para realizar la conexión con teléfonos móviles con sistema Android, para controlarlo e interactuar con él.

La idea es que se puedan escribir programas para Android que se relacionen con el código Arduino ejecutado en ese momento en la placa, de tal forma que se establezca una comunicación entre el móvil y la placa permita, por ejemplo, realizar un control remoto desde el dispositivo Android de los sensores y/o actuadores conectados al hardware Arduino. También se puede conectar cámaras de fotos o video, teclado, ratones y mandos de videoconsolas, etc.

Dispone de 54 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 15 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (hardware puertos serie), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un header ICSP, y un botón de reinicio (Arduino, 2015).



Figura 75. Placa Arduino Mega ADK  
(Dimensiones del PCB: Longitud: 101.52 mm, anchura: 53,3 mm, peso: 36g) (Arduino, 2015)

El Mega ADK está diseñado para ser compatible con la mayoría de los escudos diseñados para Arduino Uno, puede ser alimentada a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa.

Tabla 4. Especificaciones técnicas **Arduino Mega ADK**:

Microcontrolador	Mega 2560
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	9V
Voltaje de entrada (límites)	7 -18 V
Pines E / S Digital	54
Canales PMW	14
Pines de Entrada analógicas	16
Corriente DC por E / S Pin	40 mA
Corriente DC para el Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash ( Atmega2560)	256 KB (de los cuales 8 KB utilizado por el gestor de arranque)
SRAM ( Atmega2560)	8 KB
EEPROM ( Atmega2560)	4 KB
Velocidad del reloj	16 MHz

### ❖ **Arduino Ethernet**

La placa Arduino Ethernet es muy similar a la placa Arduino UNO ya que ambas trabajan con el **microcontrolador ATmega328**, otras características similares es que ambas cuentan con 14 pines de E / S digitales, 6 entradas analógicas, un oscilador de cristal de 16 MHZ, una cabecera ICSP y un botón de reinicio.

La placa Arduino Ethernet se identifica principalmente porque dispone de un “**zócalo RJ – 45 de conexión y un chip controlador W5100**”, en conjunto y con un cable de red pueden realizar una **conexión Ethernet**, para ello se utilizan los pines 10,11, 12 y 13. Diferenciándose de las demás porque no cuenta con un chip integrado controlador de USB a serie.

Otra característica especial es que cuenta con un lector de **tarjetas microSD**, que se puede utilizar para para almacenar archivos para servir a través de la red, para ello se reserva el pin 4.

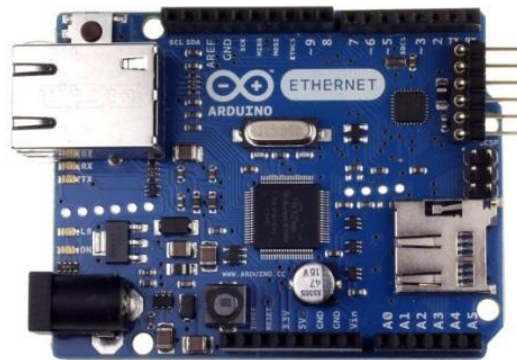


Figura 76. Placa Arduino Ethernet  
(Dimensiones del PCB: Longitud: 68,6 mm, anchura: 53,3 mm, peso: 28g) (Arduino, 2015)

La placa Ethernet se alimenta a través de una fuente de alimentación externa, una potencia opcional sobre Ethernet (PoE módulo), o mediante el uso de un conector Serial cable / USB FTDI.

Tabla 5. Especificaciones técnicas **Arduino Ethernet**:

Microcontrolador	ATmega328
Voltaje de funcionamiento	7 - 12V
Voltaje de entrada (recomendado)	6 - 20V

Voltaje de entrada (límites)	36 - 57V
Pines E / S Digital	14
Canales PMW	4
Pines de Entrada analógicas	6
Corriente DC por E / S Pin	40 mA
Corriente DC para el Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash ( ATmega328)	32 KB (de los cuales 8 KB utilizado por el gestor de arranque)
SRAM ( ATmega328)	2 KB
EEPROM ( ATmega328)	1 KB
Velocidad del reloj	16 MHz

### ❖ Arduino Fio

La placa Arduino Fio se basa en el **microcontrolador ATmega328P**. Su principal característica es que cuenta zócalo para un módulo **XBee** disponible en la parte inferior de la placa, por lo que es ideal para **aplicaciones inalámbricas** que sean autónomas en su funcionamiento y que no requieran por tanto un alto nivel de mantenimiento.

Además cuenta 14 agujeros que pueden utilizarse como pines de entrada / salida digitales (se puede hacer uso mediante soldadura directa o bien mediante la colocación de pines – hembra de plástico), tiene 8 agujeros más preparados para utilizarse como entradas analógicas, un botón de reinicio, y los agujeros para el montaje de conectores macho, un conector USB mini – B.

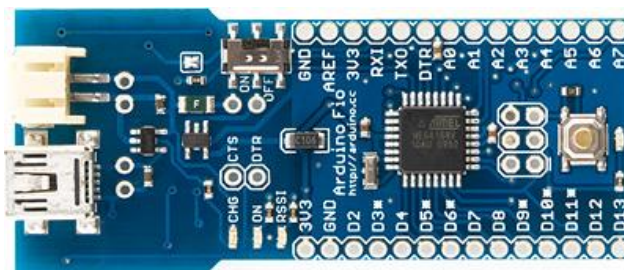


Figura 77. Placa Arduino Fio

(Dimensiones del PCB: Longitud: 65 mm, anchura: 28 mm, peso: 9g) (Arduino, 2015)

La forma de alimentación para esta placa puede ser mediante una batería Lipo, ya que dispone de zócalo de tipo JTS de dos pines para poder conectar.

Otra forma de alimentar es mediante el cable USB como las demás, pero solo cumple esa función ya que a diferencia de las demás esta no permite programar el Microcontrolador por este medio, sin en cambio si se desea realizar esta acción se puede tan solo acoplado un adaptador USB – serie a los agujeros de la placa definidos para ello, también se puede alimentar por un cable FTDI, mediante una tarjeta adicional conectada a sus seis pines reservados para ello o con alguna fuente de alimentación externa.

Tabla 6. Especificaciones técnicas **Arduino Fio**:

Microcontrolador	ATmega328P
Voltaje de funcionamiento	3.3V
Voltaje de entrada (recomendado)	3.35 - 12V
Voltaje de entrada (límites)	3.7 - 7V
Pines E / S Digital	14
Canales PMW	6
Pines de Entrada analógicas	8
Corriente DC por E / S Pin	40 mA
Corriente DC para el Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash (ATmega328P)	32 KB (de los cuales 2 KB utilizado por el gestor de arranque)
SRAM ( ATmega328P)	2 KB
EEPROM ( ATmega328P)	1 KB
Velocidad del reloj	8 MHz

### ❖ **Arduino Pro**

El Arduino Pro es una placa electrónica basada en el **ATmega168 o ATmega328**. El Pro viene en dos tanto versiones 3.3V / 8 MHz y 5 V / 16 MHz.

Al ser muy ligera y práctica Arduino Pro está diseñado para la **instalación semi-permanente en objetos o exposiciones**.

Dispone de 14 agujeros diseñados para los pines digitales de entrada / salida, 6 agujeros para las entradas analógicas, además cuenta con agujeros para montar un conector de alimentación de 2.1 mm, un zócalo JST para conectar un batería tipo Lipo externa, un

interruptor de corriente, un botón de reinicio, un conector ICSP y los pines necesarios para conectar un adaptador o cable USB – Serial y así programarla directamente vía USB.

La placa viene sin cabeceras pre-montada, permitiendo el uso de varios tipos de conectores o soldadura directa de cables. La distribución de los pines es compatible con los escudos Arduino.

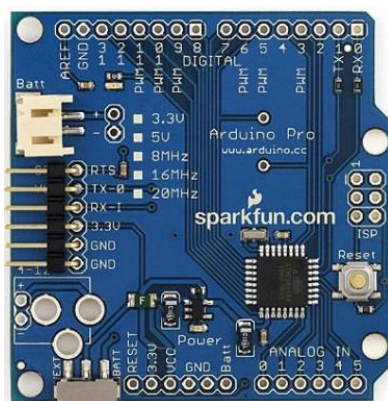


Figura 78. Placa Arduino Pro  
(Dimensiones del PCB: Longitud: 52.07 mm, anchura: 53.34 mm) (Arduino, 2015)

Arduino Pro puede ser alimentada por medio del cable USB, por baterías o mediante una fuente de alimentación. El conector de batería es del tipo JST, también se le puede soldar otro tipo de conector para alimentarla desde una fuente de alimentación externa, el voltaje va de acuerdo a su versión.

Una característica física que sobresale es que cuenta con 4 perforaciones para tornillos permiten la fijación de la placa sobre una superficie o una caja.

Tabla 7. Especificaciones técnicas **Arduino Pro**:

Microcontrolador	ATmega168 / ATmega328
Voltaje de funcionamiento	3.3V o 5V
Voltaje de entrada (recomendado)	3,35 -12 V (versiones 3.3V) / 5-12 V (versiones 5V)
Pines E / S Digital	14
Canales PMW	6
Pines de Entrada analógicas	6
Corriente DC por E / S Pin	40 mA

Memoria Flash	16 KB (ATmega168) / 32 KB ( ATmega328) de los cuales 2 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	1 KB ( ATmega168 ) / 2 KB ( ATmega328 )
EEPROM	512 bytes ( ATmega168 ) / 1 KB ( ATmega328)
Velocidad del reloj	8 MHz (versiones 3.3V) / 16MHz (5V versiones)

### ❖ LilyPad Arduino

Arduino LilyPad es una placa electrónica diseñada para ser **cocida a material textil**, con lo que **añade interactividad y da electricidad a dicha ropa o prenda textil**. Permite además conectarle hilos conductores para agregar fuentes de alimentación, sensores y actuadores de forma que pueden llevar encima, haciendo posible la creación de ropa inteligente, con la gran peculiaridad de que se pueden lavar dicha prenda.

Existen tres variantes de placas, diferenciadas principalmente por su microcontrolador, tamaño, número de pines, etc.

#### 1. LilyPad

La placa Arduino se basa en el **microcontrolador ATmega168V** (versión de bajo consumo) o en el ATmega328V, es una placa muy pequeña. Cuenta con 14 pines de entrada / salida digital, 6 pines para entrada analógica, un reloj.

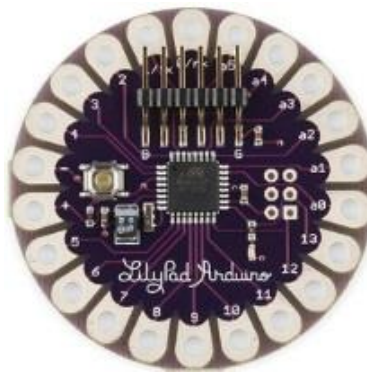


Figura 79. Placa Arduino LilyPad  
(Dimensiones del PCB: Diámetro externo: 50 mm, espesor: 0.8 mm) (Arduino, 2015)

LilyPad puede ser alimentada a través de la conexión USB o con una fuente de alimentación externa, es muy importante no exceder del límite máximo de alimentación ya que con más de 5.5 V, o tan solo con enchufar la fuente al revés, la placa sufrirá daños.

Una característica que la distingue de otras placas es que LilyPad **se puede lavar a mano con un detergente suave** (goteo seco), siempre y cuando se retire la fuente de alimentación primero.

Tabla 8. Especificaciones técnicas **Arduino LilyPad**:

Microcontrolador	ATmega168V / ATmega328V
Voltaje de funcionamiento	2.7-5.5 V
Voltaje de entrada (recomendado)	2.7-5.5 V
Pines E / S Digital	14
Canales PMW	6
Pines de Entrada analógicas	6
Corriente DC por E / S Pin	40 mA
Memoria Flash	16 KB (de los cuales 2 KB utilizado por el gestor de arranque)
SRAM	1 KB
EEPROM	512 bytes
Velocidad del reloj	8 MHz

## 2. LilyPad Simple

La placa LilyPad Simple se basa en el **microcontrolador ATmega328**. A diferencia de la tabla LilyPad, esta placa **cuenta con menos pines**, ya que tiene 11, de los cuales 9 los utiliza para entradas / salidas digitales, un conector JST.

LilyPad Simple se puede conectar directamente a una batería Lipo, también contiene un switch para poderlo apagar.

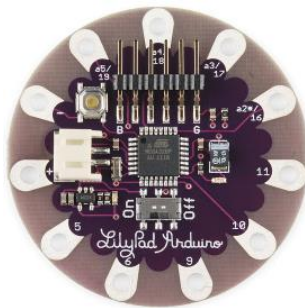


Figura 80. Placa Arduino LilyPad Simple  
(Dimensiones del PCB: Diámetro externo: 50 mm, espesor: 0.8 mm) (Arduino, 2015)

Tabla 9. Especificaciones técnicas **Arduino LilyPad Simple**:

Microcontrolador	ATmega328
Voltaje de funcionamiento	2.7-5.5 V
Voltaje de entrada (recomendado)	2.7-5.5 V
Pines E / S Digital	9
Canales PMW	5
Pines de Entrada analógicas	4
Corriente DC por E / S Pin	40 mA
Memoria Flash	32 KB (de los cuales 2 KB utilizado por el gestor de arranque)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Velocidad del reloj	8 MHz

### 3. LilyPad USB

Esta placa está basada en el **microcontrolador ATmega32u4**. Se distingue de la placa LilyPad y LilyPad Simple por el hecho de contar con un **conector USB** en su arquitectura, el cual permite la comunicación USB (eliminando un adaptador independiente USB a serie), por lo que LilyPad USB, **puede virtualmente simular un teclado o un ratón.**

Cuenta con 9 pines de entradas / salidas, un resonador 8MHz, una conexión micro USB, un conector JTS, y un botón de reinicio.

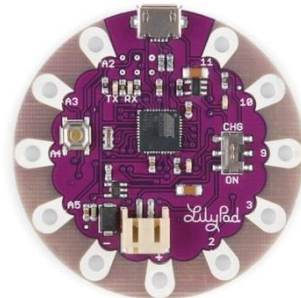


Figura 81. Placa Arduino LilyPad USB  
(Dimensiones del PCB: Diámetro externo: 50 mm, espesor: 0.8 mm (Arduino, 2015))

LilyPad USB puede ser alimentado por la conexión micro USB, al igual que por una batería tipo Lipo (conectado al conector JST), o por cualquier fuente de alimentación regulada, recordar que se deben de respetar los límites máximos para evitar que sufra daños.

Tabla 10. Especificaciones técnicas **Arduino LilyPad USB**:

Microcontrolador	ATmega32u4
Voltaje de funcionamiento	3.3V
Voltaje de entrada (recomendado)	3.8V - 5V
Pines E / S Digital	9
Canales PWM	4
Pines de Entrada analógicas	4
Corriente DC por E / S Pin	40 mA
Memoria Flash (ATmega32u4)	32 KB (de los cuales 4 KB utilizado por el gestor de arranque)
SRAM (ATmega32u4)	2.5 KB
EEPROM (ATmega32u4)	1 KB
Velocidad del reloj	8 MHz

#### ❖ **Arduino Nano**

Esta placa está basada en el **microcontrolador ATmega328P** (formato SMD). Arduino Nano, es una placa muy similar a Arduino UNO, ambas trabajan con el mismo modelo del microcontrolador, también cuenta con el mismo número de entradas / salidas digitales, ambas tienen la misma funcionalidad. Distinguiéndose principalmente porque Arduino Nano **es muy pequeña**, y además no cuenta con un conector de alimentación de 2.1 mm.

A pesar de que ambas trabajan con el mismo modelo de microcontrolador cada una trabaja con diferente conversor USB – serie (diferente chip). Arduino Nano maneja el conversor USB – serie que lleva incorporado el chip FTDI FT232RL.

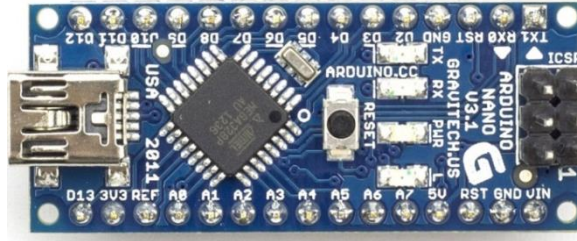


Figura 82. Placa Arduino Nano  
(Dimensiones del PCB: Longitud: 45 mm, anchura: 18 mm, peso: 5g) (Arduino, 2015)

Arduino nano puede ser alimentada por una fuente externa mediante el pin “Vin o 5V”, o también a través de la conexión USB – micro.

Tabla 11. Especificaciones técnicas **Arduino Nano**:

Microcontrolador	ATmega328P
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7 - 12V
Voltaje de entrada (límites)	6 - 20V
Pines E / S Digital	14
Canales PWM	6
Pines de Entrada analógicas	8
Corriente DC por E / S Pin	40 mA
Memoria Flash (ATmega328P)	32 KB (de los cuales 2 KB utilizado por el gestor de arranque)
SRAM ( ATmega328P)	2 KB
EEPROM ( ATmega328P )	1 KB
Velocidad del reloj	8 MHz

### ❖ **Arduino Mini**

Arduino Mini es muy similar a la placa Arduino Nano, ya que ambas trabajan con el mismo modelo de **microcontrolador ATmega328P**. Además la placa Arduino Mini cuenta con 14 pines de entradas / salidas digitales, 8 entradas analógicas y un oscilador de cristal. Ambas placas están pensadas para que se conecten a un **breadboard** mediante las pastillas que sobresalen de su parte posterior, pudiendo formar parte así de un circuito completo.

La principal diferencia entre estas dos placas es que Arduino Mini, **no incorpora ningún chip convertidor USB –serie** como lo hace Arduino Nano, al omitir dicho convertidor ahorra espacio físico, sin embargo para subsanar el dispositivo, se puede utilizar un adaptador externo USB –serie.

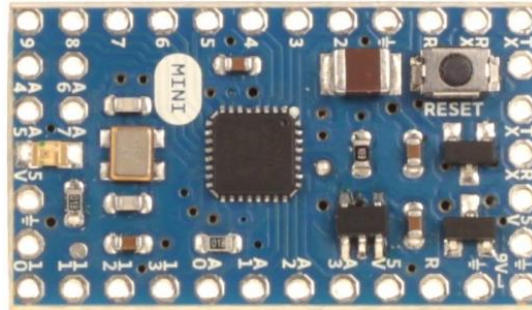


Figura 83. Placa Arduino Mini  
(Dimensiones del PCB: Longitud: 30 mm, anchura: 18 mm, peso: 5g) (Arduino, 2015)

La placa Arduino Nano puede ser alimentada eléctricamente mediante una fuente externa conectada al pin Vcc ó por medio de la conexión USB.

Tabla 12. Especificaciones técnicas **Arduino Mini**:

Microcontrolador	ATmega328
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7 - 9V
Pines E / S Digital	14
Canales PMW	6
Pines de Entrada analógicas	8
Corriente DC por E / S Pin	40 mA
Memoria Flash (ATmega328P)	32 KB (de los cuales 2 KB utilizado por el gestor de arranque)
SRAM ( ATmega328P)	2 KB
EEPROM ( ATmega328P )	1 KB
Velocidad del reloj	16 MHz

#### ❖ **Arduino Pro Mini**

La placa Arduino Pro Mini dispone una similitud con la placa Arduino Mini, ya que tienen cierta compatibilidad con los pin y ambas placas son del mismo tamaño.

La placa Arduino Pro Mini es una placa pequeña basada en el **microcontrolador ATmega328**. Al igual que la placa Pro, también se cuenta con dos versiones una funciona a 3.3V y 8 MH.

La placa Arduino Pro Mini está diseñado para la **instalación semi-permanente en objetos o exposiciones**. Cuenta con 14 agujeros para los pines digitales de entrada / salida, 6 agujeros para las entradas analógicas, un resonador de a bordo, un botón de reinicio, y los agujeros para el montaje de conectores macho.

También podemos adaptar nuestra placa para que se comuniqué mediante USB.

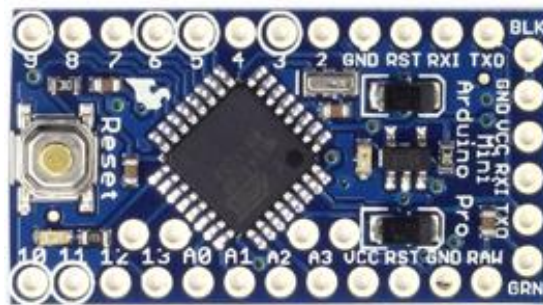


Figura 84. Placa Arduino Pro Mini  
(Dimensiones del PCB: Longitud: 30 mm, anchura: 18 mm, peso: 5g) (Arduino, 2015)

Arduino Mini Pro puede ser alimentada por el cable FTDI o por la placa adaptadora que se conecta esos mismos 6 pines. También se puede alimentar mediante una fuente de alimentación regulada de 3.3v ó 5v (dependiendo del modelo) por el pin Vcc o por una fuente no regulada conectada al pin RAW. La disposición de las clavijas es compatible con el Arduino Mini.

Tabla 13. Especificaciones técnicas **Arduino Pro Mini**:

Microcontrolador	ATmega328
Voltaje de funcionamiento	3.3V o 5V (dependiendo del modelo)
Voltaje de entrada (recomendado)	3,35 -12 V ( versiones 3,3 V) o de 5 - 12 V ( versiones 5V)
Pines E / S Digital	14
Canales PWM	6
Pines de Entrada analógicas	6
Corriente DC por E / S Pin	40 mA

Memoria Flash ( ATmega328 )	32 KB (de los cuales 0.5 KB utilizado por el gestor de arranque)
SRAM ( ATmega328 )	2 KB
EEPROM ( ATmega328 )	1 KB
Velocidad del reloj	8 MHz ó 16 MHz

### ❖ **Arduino Leonardo**

La tabla Leonardo es la nueva versión basada en un microcontrolador **ATmega32U4** en formato SMD (Arduino, 2015), por lo que permite un diseño **más sencillo y económico**. La placa Leonardo se distingue principalmente por las características que ofrece el microcontrolador ATmega32U:

- La arquitectura de la placa solo trae un único microcontrolador, que se encarga de ejecutar los programas, además de establecer la comunicación entre la placa y un computador de manera directa por USB, es por esta característica que Leonardo difiere de todas la demás placas Arduino anteriores a él, ya que elimina la necesidad de un procesador secundario. Permitiendo que la placa pueda simular fácilmente (para que realice esta simulación se debe programar convenientemente) ser un teclado o un ratón USB (permitiendo dar clic, doble, scroll o escribir texto de una manera muy sencilla) conectados a dicho computador. Es decir, cuando la placa Leonardo se conecte con un cable USB a un computador, este detectara dos puertos de conexiones diferentes: uno de ellos lo detectara como puerto USB estándar, listo para usar la placa como un periférico USB más, el otro puerto USB nos servirá para realizar la programación y comunicación con la placa a través del entorno de programación Arduino.
- ATmega32U4 incorpora 0.5 kilobytes más de memoria SRAM

La placa Leonardo cuenta con 20 pines de entrada y salida digital (7 de las cuales pueden utilizarse como salidas de PWM y 12 como salidas analógicas), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión micro USB, un jack de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reinicio. Incluye todo lo que necesita para obtener compatibilidad con el microcontrolador; solo conéctela a una computadora con un cable USB o acciónela con una batería o un adaptador de CA a CC para encenderla.

Leonardo comparte la disposición de los pines de la Arduino UNO R3. Al lado del pin ARef se han puesto los pines SDA y SCL para comunicación I2C.



Figura 85. Placa Arduino Leonardo  
(Dimensiones del PCB: Longitud: 68.6 mm, anchura: 53.3 mm, peso: 20g) (Arduino, 2015)

Arduino Leonardo puede ser alimentado a través de la conexión micro USB o con una fuente de alimentación externa.

Tabla 14. Especificaciones técnicas **Arduino Leonardo**:

Microcontrolador	ATmega32u4
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7 – 12V
Voltaje de entrada (límites)	6 -20 V
Pines E / S Digital	20
Canales PMW	7
Pines de Entrada analógicas	12
Corriente DC por E / S Pin	40 mA
Corriente DC para el Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash (Atmega32U4)	32 KB (de los cuales 4 KB utilizado por el gestor de arranque)
SRAM (Atmega32U4)	2.5 KB
EEPROM (Atmega32U4)	1 KB
Velocidad del reloj	16 MHz

### ❖ **Arduino Micro**

Arduino Micro se basa en el **microcontrolador ATmega32u4** al igual que la placa Arduino Leonardo, por lo que tiene las mismas funcionalidades. Ambas se programan a través de una conexión USB, lo que le proporciona la funcionalidad de simular un teclado o un ratón virtual.

La placa cuenta con 20 entradas / salidas digitales, 12 entradas analógicas, un oscilador de cristal de 16 MHz, un conexión micro USB, una cabecera ICSP y un botón de reinicio.



Figura 86. Placa Arduino Micro

(Dimensiones del PCB: Longitud: 48 mm, anchura: 18 mm, peso: 13g) (Aduino, 2015)

La diferencia entre dichas placas es su tamaño, lo que permite a la placa Arduino Micro **conectarse de una forma idónea sobre un breadboard ocupando un espacio mínimo.**

Arduino Micro puede ser alimentado a través de la conexión micro USB o con una fuente de alimentación externa.

Tabla 15. Especificaciones técnicas **Arduino Micro**:

Microcontrolador	ATmega32u4
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7 – 12V
Voltaje de entrada (límites)	6 -20 V
Pines E / S Digital	20
Canales PMW	7
Pines de Entrada analógicas	12
Corriente DC por E / S Pin	40 mA
Corriente DC para el Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash (Atmega32U4)	32 KB (de los cuales 4 KB utilizado por el gestor de arranque)

SRAM	(Atmega32U4)	2.5 KB
EEPROM	(Atmega32U4)	1 KB
Velocidad del reloj		16 MHz

### ❖ **Arduino Yún**

La placa Arduino Yún se basa en **microcontrolador ATmega32u4** y el **procesador Atheros AR9331**. El procesador Atheros **soporta Linux** basado en Open WRT llamado Linino.

Arduino Yún se distingue de otras placas Arduino, porque el chip Arduino está conectado al módulo Linux, por lo que es muy fácil que se comuniquen entre ambos y delegar procesos pesados a la máquina Linux integrada en la placa.

Arduino Yún cuenta con 20 entradas / salidas digitales, 12 entradas analógicas, un cristal oscilador, una conexión USB – micro, una cabecera ICSP, tres botones de reposición, un puerto USB – A, una ranura para micro – SD, que permite almacenar datos en ella, por ejemplo: páginas web, datos logeados o cualquier otra cosa que necesitemos almacenar.

Una de las características más interesantes es que la placa tiene integrada **comunicación Ethernet y Wifi**, por lo que puede ofrecer un equipo en red de gran alcance con la facilidad de Arduino. La placa puede montarse como cliente o como punto de acceso. Se dice que Yún es muy similar a Leonardo ya que ambos trabajan con el mismo microcontrolador, además de que los dos incorporan una conexión USB para establecer comunicación entre la placa y un ordenador.



Figura 87. Placa Arduino Yún  
(Dimensiones del PCB: Longitud: 73 mm, anchura: 53 mm, peso: 32g) (Arduino, 2015)

La alimentación de la placa puede ser a través de la conexión USB – micro, al igual que conectar el pin Vin, sin embargo esta placa no cuenta con un regulador de voltaje por lo que hay que añadir uno, para evitar que se dañe.

Tabla 16. Especificaciones técnicas del **microcontrolador AVR de Arduino Yún:**

Microcontrolador	ATmega32u4
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	5V
Pines E / S Digital	20
Canales PWM	7
Pines de Entrada analógicas	12
Corriente DC por E / S Pin	40 mA
Corriente DC para el Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash (Atmega32U4)	32 KB (de los cuales 4 KB utilizado por el gestor de arranque)
SRAM (Atmega32U4)	2.5 KB
EEPROM (Atmega32U4)	1 KB
Velocidad del reloj	16 MHz

Tabla 17. Especificaciones técnicas del **procesador Arduino Yún:**

Procesador	Atheros AR9331
Arquitectura	MIPS @ 400 MHz
Voltaje de funcionamiento	3.3V
Ethernet	IEEE 802.3 10/100 Mbit / s
Wifi	IEEE 802.11 b/g/n,
USB – Tipo A	2.0 Host
Lector de tarjetas	Solo Micro - SD
RAM	64 MB DDR2
Memoria Flash	16 MB
PoE 802.3 compatibilidad con algunas tarjetas	-

## ❖ Arduino Esplora

Arduino Esplora se basa en el **microcontrolador ATmega32U4**, es una placa derivada de la Arduino Leonardo.

Entre sus características encontramos que difiere de todas las placas Arduino predecesoras porque lleva **incorporados a ella un número de dispositivos sensores listos para usar**; un joystick analógico de dos ejes con botón central, 4 push - buttons ordenados en patrón de diamante, un potenciómetro de deslizamiento lineal, micrófono, sensor de luz, sensor de temperatura, un acelerómetro de tres ejes, un buzzer, LED RGB.

Además Arduino Esplora puede expandir su potencial incorporando 2 entradas Tinkerkit con conector de 3 pines y 2 salidas Tinkerkit con conector de 3 pines, y un zócalo para la conexión a una pantalla LCD, tarjeta SD o dispositivos que emplean protocolo de comunicación SPI.

Cuenta con un cristal oscilador, una conexión USB – micro (puede actuar como un ratón o teclado virtual). Se diseñó con la finalidad para que la gente entre en al mundo de Arduino sin tener que aprender antes electrónica.

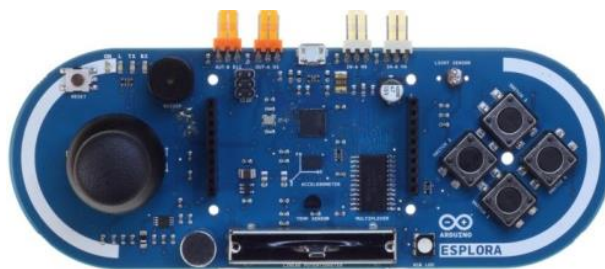


Figura 88. Placa Arduino Esplora

(Dimensiones del PCB: Longitud: 165 mm, anchura: 61 mm) (Arduino, 2015)

Tabla 18. Especificaciones técnicas del **microcontrolador AVR Arduino Esplora**:

Microcontrolador	ATmega32u4
Voltaje de funcionamiento	5V
Memoria Flash (Atmega32U4)	32 KB (de los cuales 4 KB utilizado por el gestor de arranque)
SRAM (Atmega32U4)	2.5 KB
EEPROM (Atmega32U4)	1 KB
Velocidad del reloj	16 MHz

## ❖ Arduino Robot

La placa Arduino Robot es la primera que integra en su arquitectura ruedas. Cuenta dos tableros, en cada uno tiene un procesador, cada una se programa de forma independiente. La placa motora es la que se encarga de controlar el motor que viene integrado y la otra placa de control lee los sensores y decide cómo operan.

Ambas placas operan con el **microcontrolador ATmega32u4**. Arduino robot tiene muchos de sus pines asignados a los sensores y actuadores.

La programación de la placa Robot es muy similar a la de Arduino Leonardo, además ambas incorporan la comunicación USB, permitiendo que Robot aparezca a un ordenador conectado virtualmente como puerto serie / COM.



Figura 89. Placa Arduino Robot (Arduino, 2015)

El Arduino Robot puede ser alimentado a través de la conexión USB o con 4 pilas AA, se recomienda no utilizar pilas no recargables.

La **placa de control** cuenta con un altavoz, una pantalla LCD, LEDs, panel de control, conector de 10 pines internos, un conector ICSP / SPI, botón de reinicio, memoria EEPROM, botón de mando, brújula, etc.

Tabla 19. Especificaciones técnicas de la placa de **control** de **Arduino Robot**:

Microcontrolador	ATmega32u4
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	5 V (a través de un cable plano)
Pines E / S Digital	5
Canales PMW	6

Pines de Entrada analógicas	4 (de los pines de E / S digital)
Pines de entradas analógicas (multiplexados)	6
Corriente DC por E / S Pin	40 mA
Memoria Flash (Atmega32U4)	32 KB (de los cuales 4 KB utilizado por el gestor de arranque)
SRAM (Atmega32U4)	2.5 KB
EEPROM (Atmega32U4)	1 KB (interno)
EEPROM	512 Kbit (12 C) (externo)
Velocidad del reloj	16 MHz
Teclas	5
Perilla	Potenciómetro conectado al pin analógico
LCD a todo color	Sobre la comunicación SPI
Lector de tarjetas SD	Tarjetas con formato en FAT16
Altavoz	8 Ohm
Brújula digital	Proporciona la desviación desde el norte geográfico en grados
Puertos para soldar I2C	3
Áreas de prototipos	4

La placa de motora cuenta con 2 ruedas, botón de reinicio, un conector interno, un interruptor, un conector ICSP / SPI, etc.

Tabla 20. Especificaciones técnicas de la placa **motora de Arduino Robot**:

Microcontrolador	ATmega32u4
Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	9V baterías recargables
Ranura de la batería AA4	4 pilas recargables alcalinas o NiMH
Pines E / S Digital	4
Canales PMW	1
Pines de Entrada analógicas	4
Corriente DC por E / S Pin	40 mA
Convertidor DC - DC	Genera 5V para alimentar a todo el robot

Memoria Flash (ATmega32u4)	32 KB (de los cuales 4 KB utilizado por el gestor de arranque)
SRAM (ATmega32u4)	2.5 KB
EEPROM (ATmega32u4)	1 KB
Velocidad del reloj	16 MHz
Temporizador	Para calibrar el movimiento
Líneas para sensores IR	5
Puertos para soldar I2C	1
Áreas para prototipos	2

### ❖ Arduino Due

La placa Arduino Due pertenece a una familia totalmente distinta del resto de las placas Arduino, se basa en un **microcontrolador SAM3X8E**, maneja una arquitectura interna diferente a la AVR, a pesar de que ambos son fabricados por ATMEL.

El microcontrolador SAM3X8E concretamente es de tipo **ARM Cortex – M3**, sus **registros son de 32 bits por lo que son cuatro veces más grandes de lo habitual que las otras placas**. Además su velocidad del reloj esta también por encima de las otras placas, posee más memoria y tiene un circuito especializado llamado controlador “**DMA**”, el que le permite a la CPU acceder a la memoria de una manera mucho más rápida.

Gracias a sus potentes características podemos realizar proyectos más interesantes y rápidos, debido a que permite ejecutar aplicaciones rápidas con gran cantidad de datos, esto implica que su precio se eleve en comparación de las demás placas Arduino.

Cuenta con 54 pines de entradas /salidas, 12 entradas analógicas, 4 chips TTL – UART (cuatro canales serie hardware independientes), 2 conversores digitales – analógicos, 2 puertos I<sup>2</sup>C independientes, 1 puerto SPI, 1 conector USB tipo mini – B, 1 conector USB tipo mini – A, un zócalo de 2.1 mm tipo Jack, un botón de reinicio, un botón de borrado.

Arduino Due es similar a la placa Arduino Mega, ya que ambas mantienen la misma forma y disposición, siendo compatible con todos los shields que respeten la misma disposición de pines y que trabajen a 3.3V.

Como se mencionó anteriormente Arduino Due dispone de dos conectores con funcionalidades diferentes, el conector USB tipo **mini – B** (controlador por el chip ATmega16U2), permite conectar la placa al computador y transferir desde el entorno de desarrollo nuestro programa para que sea ejecutado por el microcontrolador, con ello se mantiene una comunicación en serie entre la placa y el computador. Este conector lo controla y el conector USB tipo **mini – A** (controlado por el chip SAM3X8E), está pensado para usar la placa como un periférico más, funciona igual que en la placa

Leonardo.

También permite trabajar como un “host USB”, lo que nos permite realizar las mismas conexiones como lo hace la placa Mega, por ejemplo: conectarlos a teléfonos móviles, etc.

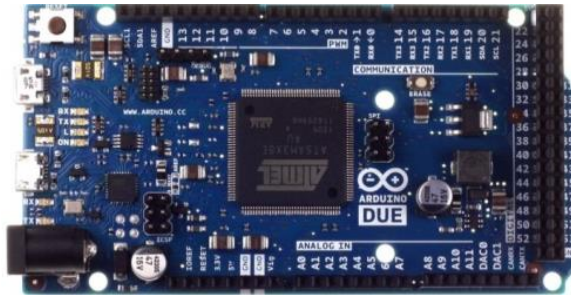


Figura 90. Placa Arduino Due

(Dimensiones del PCB: Longitud: 101.52 mm, anchura: 53.3 mm, peso: 36 g) (Arduino, 2015)

Arduino Due puede ser alimentado a través del conector USB o con una fuente de alimentación externa. Cuenta con tres orificios para fijar la placa a una superficie fija.

Tabla 21. Especificaciones técnicas **Arduino Due**:

Microcontrolador	AT91SAM3X8E
Voltaje de funcionamiento	3.3V
Voltaje de entrada (recomendado)	7 – 12V
Voltaje de entrada (límites)	6 -16 V
Pines E / S Digital	54
Canales PWM	12
Pines de Entrada analógicas	12
Salidas analógicas prendedores	2 (DAC)

Total de corriente de salida DC en todas las líneas de E / S	130 mA
Corriente DC para el Pin 3.3V	800 mA
Corriente DC para el Pin 5V	800 mA
Memoria Flash ( AT91SAM3X8E )	512KB (disponibles para aplicaciones de usuario)
SRAM ( AT91SAM3X8E )	96KB (dos bancos: 64 KB y 32KB)
Velocidad del reloj	84 MHz

Las siguientes placas que describiremos a continuación por el momento se encuentran aún en desarrollo:

#### ❖ **Arduino Tre (En Desarrollo)**

Esta placa se encuentra todavía en desarrollo, sin embargo es la placa Arduino más potente debido a que es una **combinación de las ventajas de una placa Arduino y BeagleBone**.

La placa Arduino Tre se basa en el **procesador Sitara AM335x ARM Cortex-A8** (de la compañía Texas Instruments) corre a 1GHz, además cuenta con una gama variada de periféricos y E/S de propósito general. Un aspecto destacable de este procesador (mismo procesador usado en la placa Beaglebone Black) es el hecho de que **cuenta con dos microcontroladores PRU** (Programmable Real-time Unit) de 32 bits que corren a 200MHz y que están incluidos en el mismo chip que contiene el núcleo principal ARM Cortex, los cuales están pensados para su uso en innumerables aplicaciones de tiempo real (control de motores, PWM, etc.).

**Arduino Tre es Linux, permitirá compilar y correr sketches de Arduino sin necesidad de una PC adicional.**

Dicha placa es compatible con la gran mayoría de los shields, con la finalidad de desarrollar un amplia gama de aplicaciones de alto rendimiento, por ejemplo: impresoras 3D, automatización de puestas de los edificios, concentradores de telemetría para recopilar datos de los sensores de forma inalámbrica, etc., esto es porque incorporará además conectividad mediante Ethernet, XBee, USB y CAN entre otros.



Figura 91. Placa Arduino Tre (Arduino, 2015)

Tabla 22. Especificaciones técnicas del **microcontrolador Arduino Tre**:

Microcontrolador	ATmega32u4
Velocidad del reloj	16 MHz
Memoria Flash ( ATmega32u4)	32KB
SRAM ( ATmega32u4)	2.5 KB
EEPROM ( ATmega32u4)	1 KB
Pines E / S Digital (lógica 5V)	14
Pines de Entrada analógicas	6 (más 6 multiplexados en 6 pines digitales)

Tabla 23. Especificaciones técnicas del **procesador AM3359AZCZ100 de Arduino Tre**:

Procesador	AM3359AZCZ100
Velocidad del reloj	1 GHz
SRAM ( ATmega32u4)	DDR3L 512 MB de RAM
Redes	Ethernet 10 /100
Puerto USB	1 puerto USB 2.0, 4 puertos USB 2.0
Video	HDMI (1920x1080)
Audio	HDMI, entrada y salida de audio analógico estéreo
Pines E / S (lógica 3.3V)	23
Pines PWM (lógica 3.3V)	4

### ❖ **Arduino Zero (En Desarrollo)**

La placa Arduino Zero se basa en el **procesador Atmel SAMD21 MCU**, cuenta con un núcleo de 32 bits ARM Cortex M0+.

La característica más importante de la placa Zero es que **incorpora un debugger (EDBG)** Atmel, lo que proporciona es una interfaz que ayuda a la depuración completa sin la necesidad de agregar hardware adicional, aumentando significativamente la facilidad de uso para la depuración del software.

Proporciona mayor rendimiento por lo que se pueden crear proyectos interesantes, sus características son flexibles permitiendo adaptarla a un sinnúmero de proyectos, además funge como una gran herramienta educativa para el aprendizaje de desarrollo de aplicaciones sobre 32 bits.



Figura 92. Placa Arduino Zero (Arduino, 2015)

Tabla 24. Especificaciones técnicas **Arduino Zero**:

Microcontrolador	ATSAMD21G18
Voltaje de funcionamiento	3.3V
Pines E / S Digital	14
Pines PWM	7
Botones de entrada analógica	6 (canales de ADC de 12 bits)
Pines de salida analógica	1, 10 – bit DAC
Corriente DC por E / S Pin	7 mA
Memoria Flash	256 KB
SRAM	32 KB
EEPROM	Hasta 16 KB por la emulación

Velocidad del reloj	48 MHz
---------------------	--------

#### ❖ Arduino Gemma (En Desarrollo)

La placa Arduino Gemma se basa en el microcontrolador ATtiny85. Cuenta con pines de entradas y salidas, un resonador, una conexión micro USB, un conector JST para una batería de Li - Ion de 3.7V, y un botón de reinicio.

Arduino Gemma se comunica mediante el protocolo USBtiny o por medio de los pines SPI y se puede alimentar a través de la conexión micro USB o con una batería de Li – Ion, o de cualquier fuente de alimentación.



Figura 93. Placa Arduino Gemma  
(Diámetro: 27.98 mm) (Arduino, 2015)

Tabla 25. Especificaciones técnicas **Arduino Gemma**:

Microcontrolador	ATtiny85
Voltaje de funcionamiento	3.3V
Voltaje de entrada (recomendado)	4 – 16V
Pines E / S Digital	3
Canales PWM	2
Pines de Entrada analógicas	1
Corriente DC por E / S Pin	20 mA
Absorción	9 mA durante la ejecución
Memoria Flash ( ATtiny85)	8 KB (de los cuales 2.75 KB utilizado por el gestor de arranque)
SRAM ( ATtiny85)	512 Bytes
EEPROM ( ATtiny85)	512 Bytes
Velocidad del reloj	8 MHz

Podemos observar que hay gran variedad de tablas Arduino disponibles desde las más grandes hasta las más pequeñas, observando que las de mayor tamaño cuentan con mayor número de conectores, sin embargo hay placas que a pesar de su tamaño pequeño cuentan con la misma cantidad de pines que una grande. Todas trabajan con algún microcontrolador AVR.

#### **3.4.3.4 Expandir Arduino con los Shields**

Se le conoce como “**Shield**”, a una placa de circuito impreso que se coloca en la parte superior de una placa Arduino y se conecta a ella mediante el acoplamiento de sus pines, su funcionamiento es para ayudar a las placas Arduino a complementar su funcionamiento, ampliando las capacidades en una forma más compacta y estable, su funcionamiento es muy específico.

Una placa Arduino puede utilizar varios shields, siempre y cuando se puedan conectar uno del otro. Los shields normalmente comparten las líneas “GND”, “5V o 3V”, “RESET” y “AREF” con la placa Arduino, suelen monopolizar el uso de algunos pines de entrada / salida para su propia comunicación con ella, por lo que no los podremos utilizar.

Al igual que existen muchas placas Arduino, también existe gran variedad de shields, sin embargo también las hay oficiales y no oficiales, distinguiéndose una de la otra por la misma característica que se diferencian las placas oficiales a las no oficiales.

##### **3.4.3.4.1 ¿Qué “Shields (Escudos)” Arduino oficiales existen?**

Entre los shields oficiales encontramos los siguientes:

###### **❖ Shield Arduino GSM**

La tabla Arduino GSM, permite conectar a una **red inalámbrica GPRS** a una placa Arduino, para ello se necesita conectar una tarjeta SIM de un operador con cobertura GPRS y una serie de instrucciones, permitiendo realizar y recibir llamadas de voz al igual que enviar y recibir mensajes, para esto se necesita un altavoz y un micrófono.

El shield viene con una tarjeta SIM de telefonía, la activación de la tarjeta es manejada por Movilforum, con esta tarjeta SIM no puede realizar o recibir llamadas, sin embargo usted puede adquirir una tarjeta que funcione en el área donde se encuentra el usuario.

El escudo contiene un número de estado LED:

**On:** muestra el Escudo obtiene el poder.

**Estado:** se enciende cuando el módem está encendido y se están transfiriendo datos a / desde la red GSM / GPRS.

**Neto:** parpadea cuando el módem se comunica con la red.

Se puede alimentar de una fuente de alimentación externa que proporcione entre 700 mA y 1000 mA.



Figura 94. Shield Arduino GSM (Arduino, 2015)

#### ❖ Shield Arduino Ethernet

El objetivo del shield Arduino Ethernet es permitir que una **placa Arduino se conecte a internet**. Se basada en el chip **Wiznet W5100** de Ethernet. Soporta hasta cuatro conexiones de socket simultáneas.

El escudo cuenta con una conexión Ethernet RJ – 45, un transformador de línea integrado, un zócalo para colocar una tarjeta microSD, un botón de reinicio y una serie de LEDs informativos:

**PWR:** indica que la placa y el shield reciben alimentación eléctrica

**LINK:** indica la presencia de un enlace de red y parpadea cuando el shield transmite o recibe datos

**FULLD:** indica que la conexión de red es “full – dúplex”

**100M:** indica la presencia de una conexión de red 100 Mb / s (en contraposición a 10 Mb / s)

**RX:** Parpadea cuando el shield recibe datos

**TX:** parpadea cuando el shield envía datos

**COLL:** parpadea cuando se detectan colisiones de paquetes en la red

El shield Ethernet tiene un PoE módulo (Power over Ethernet) diseñado para extraer energía de un cable Ethernet de par trenzado de categoría 5 convencional.

Esta shield es compatible con las placas Arduino UNO y Arduino Mega. La funcionalidad de esta shield es la misma que ofrece la placa Arduino Ethernet, sin embargo si se conecta a una de dichas placas se complementa dicha tabla para mejorar su utilidad. Arduino se comunica tanto con el W5100 y la tarjeta SD usando el bus SPI.

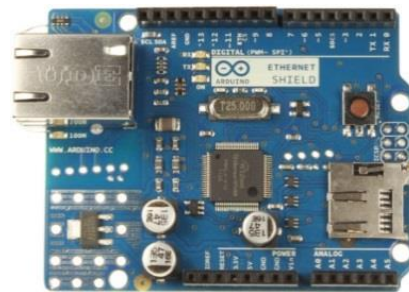


Figura 95.Shield Arduino Ethernet (Arduino, 2015)

#### ❖ Shield Arduino Wireless SD

El shield Wireless SD **permite a una placa Arduino comunicarse de forma inalámbrica mediante un módulo inalámbrico XBee o similar**. Esto permite establecer un enlace con otro dispositivo XBee a una distancia de hasta unos 100 metros en el interior y de hasta unos 300 metros en el exterior con línea de visión directa. Además incorpora un zócalo para colocar una tarjeta micro SD.

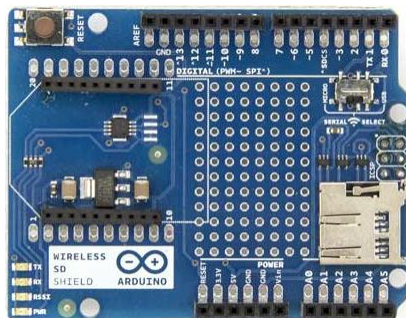


Figura 96.Shield Arduino Wireless SD (Arduino, 2015)

### ❖ Shield Arduino Proto Wireless

El shield Arduino Photo Wireless es exactamente igual que el shield Arduino Wireless SD, lo único que las diferencia es que el shield Arduino Photo Wireless **no tiene un zócalo para micro SD**.

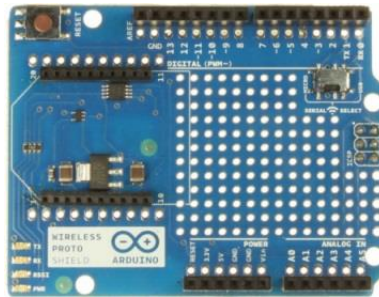


Figura 97. Shield Arduino Photo Wireless (Arduino, 2015)

### ❖ Shield Arduino Wifi

El shield Arduino Wifi **permite conectarse a internet de forma inalámbrica** 802.11. Incorpora el chip HDG104, el cual incluye una antena integrada con lo que permite conectarse. También incorpora el chip ATmega32UC3 de 32 bits que está programado para proporcionar un pila IP completa (TCP y UDP).

El WiFi Shield puede conectarse a redes inalámbricas que operan de acuerdo con las especificaciones 802.11b y 802.11g.

Otra característica importante es que cuenta con un **zócalo pensado para colocar una tarjeta micro SD**, con la finalidad de que se almacenen archivos y hacerlos disponibles a través de la red, también cuenta con un botón de reinicio, un zócalo FTDI y una serie de LEDs informativos:

**LINK:** Indica que se ha establecido una conexión a la red.

**ERROR:** Indica que ha ocurrido un error en la comunicación.

**DATA:** Indica que hay datos transmitiéndose o recibiendo en ese momento.

Además de incluye un conector USB tipo mini – B, la función de dicho conector es para actualizar el firmware del chip ATmega32U3.

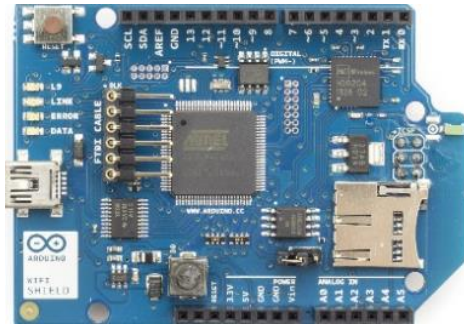


Figura 98.Shield Arduino Wifi (Arduino, 2015)

### ❖ Shield Arduino Motor

La shield de Arduino Motor se basada en el chip **L298P**, **diseñado para controlar componentes que contienen inductores – “bobinas” – en su estructura interna**; como relés, solenoides, motores de corriente continua, etc.

Permite conducir dos motores de corriente continua con una placa Arduino, el control de la velocidad y la dirección de cada uno de forma independiente. También se puede medir la absorción de corriente del motor de cada motor, entre otras características.



Figura 99.Shield Arduino Motor (Arduino, 2015)

### ❖ Shield Arduino Host USB

El Arduino USB Host Shield permite conectar un dispositivo USB a la placa Arduino. La shield se basa en el chip **MAX3421E** de Maxim que está conectado mediante el bus SPI (D10-13) y mediante un conector USB hembra proporciona también la alimentación de 5V al dispositivo conectado.

El shield toma corriente del pin Vin del Arduino y la conexión está regulada internamente a 3,3V.

Esta shield **permite que una placa Arduino actúe como servidor Host USB**, es decir, puedes conectar cosas como ratones USB, teclados, cámaras digitales, pendrives etc.



Figura 100.Shield Arduino Host USB (Arduino, 2015)

#### 3.4.3.4.2 ¿Qué Shields (Escudos) no oficiales existen?

Existen en la actualidad una gran variedad de shields no oficiales diseñados por los propios usuarios, ofrecen soluciones a necesidades específicas que los shield oficiales no nos ofrecen.

Entre los principales fabricantes y diseñadores están Sparkfun, Adafruit, Seedstudio, Iteadstudio, Freertronics, Olimex, etc.

#### 3.4.3.5 Kits y Accesorios

Los Kits son una herramienta que cuenta con todo lo necesario para desarrollar programas que contribuyan al aprendizaje y manejo del Arduino, va enfocado a estudiantes o a cualquier persona que desee aprender.

El kit de Arduino se llama **Starter Kit**, es una guía que integra desde los aspectos básicos del uso del Arduino de una manera práctica, su principal objetivo es que el usuario aprenda a través de la construcción de varios proyectos creativos.

El kit incluye una selección de los componentes electrónicos más comunes y útiles con un libro de 15 proyectos. . A partir de los conceptos básicos de la electrónica, hasta proyectos más complejos, con la finalidad que el usuario controle el mundo físico con sensores y actuadores.



Figura 101.Arduino Starter Kit (Arduino, 2015)

Arduino ha creado accesorios para poder complementar las placas Arduino, logrando obtener un desempeño aún mejor con estos aditamentos, entre los cuales están:

- TFT LCD screen
- USB/Serial Light Adapter
- Arduino ISP
- Mini USB/Serial Adapter
- Arduino Proto Shield

### **3.5 Software Arduino**

#### **3.5.1 Software Libre**

Dentro de la cultura libre nos encontramos diferentes niveles de libertad debido a los distintos tipos de licencias existentes. Entre ellas se encuentra GNU, es una Licencia que da garantía y da cobertura legal.

Entre las incorporaciones de la licencia GNU, está la GPL es la más utilizada en el mundo del software libre, ya que garantiza a todos los usuarios finales la posibilidad o libertad de utilizar, compartir o modificar el software en cuestión. Cuando el autor del programa (software) decide usar esta licencia, las terceras personas que lo usen pueden realizar las acciones mencionadas anteriormente, sin embargo, no se admite cerrar dicho desarrollo.

### 3.5.2 ¿Qué es Software Libre?

El Software libre es aquel que respeta la libertad de los usuarios y la comunidad, es decir, los usuarios tienen la libertad de ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software (Free Software Foundation, 2015).

Existen cuatro libertades esenciales, se aplican directamente en un software que es libre:

- La libertad de ejecutar el programa como lo desee, con cualquier propósito (libertad 0).
- La libertad de estudiar el funcionamiento del programa y adaptarlo a sus necesidades (libertad 1). El acceso al código fuente es un prerequisite para esto.
- La libertad de redistribuir copias para ayudar a los demás (libertad 2).
- La libertad de mejorar el programa y de publicar las mejoras, de modo que toda la comunidad se beneficie (libertad 3). El acceso al código fuente es un prerequisite para esto.

Gracias a las libertades que ofrece el software libre, el usuario que decida realizar alguna acción al software, no necesita pedir ni pagar permisos al desarrollador original ni a ninguna otra entidad específica. La distribución de las copias puede ser con o sin modificaciones propias.

El hecho de que se le nombra como software libre, no significa que sea gratis, lo que se quiere dar a entender que un software libre también puede tener algún costo, pero el comprador tiene la libertad de copiarlo y distribuirlo, sin ningún temor que el desarrollador original realice una acción en contra de él, por realizar alguna acción de distribución.

Con el paso del tiempo el uso de software libre ha ido en aumento logrando que muchos usuarios obtengan grandes beneficios sociales y tecnológicos.

### 3.5.3 IDE's de desarrollo Oficial (Lenguajes para su codificación)

Para que una placa Arduino tenga funcionalidad necesitamos ayuda de un software, llamado IDE.

Un IDE (Integrated Development Environment - Entorno de Desarrollo Integrado) (Aranda, 2014), es un programa que contiene un conjunto de instrucciones ordenadas y agrupadas

de forma adecuada y sin ambigüedades que pretenden obtener un resultado determinado por el programador (usuario) estas son escritas, compiladas (Sketches) y posteriormente cargadas al microcontrolador que viene integrado en la placa (Hardware) Arduino.

Está escrito en Java y se basa en el entorno de programación multimedia Processing, cuya sintaxis es muy parecida a C / C++, es muy fácil de usar en comparación a C y lenguaje ensamblador, teniendo la propiedad de ampliarse a través de librerías de código abierto, teniendo los suficientes elementos para ser un software completo para usuarios avanzados y muy práctico para principiantes logrando cubrir sus necesidades.

Con el IDE le decimos a la placa que tiene que hacer, en que tiempo y se puede indicar bajo que parámetros funcione. Hay varias versiones del IDE de Arduino, teniendo mejoras, la más actual es la versión **Arduino 1.6.4**, disponible para su descarga en la página principal de Arduino.

El entorno contiene un editor de texto para escribir código, un área de mensajes, una consola de texto, una barra de herramientas con botones para funciones comunes, y una serie de menús. Se conecta a la placa (hardware) Arduino para cargar programas y comunicarse con ellos.

El lenguaje está compuesto en dos partes fundamentales:

**SETUP:** En el setup se establecen las configuraciones iniciales y los estados de los pines.

**LOOP:** Es el bucle que repite constantemente y es donde más se programas.

Además, dispone de estructuras de control, variables, operadores aritméticos, y conversores, entre otras funciones que se asemejan a cualquier lenguaje de programación.

### **3.5.4 IDE's de desarrollo alternativos al Oficial**

Otra gran ventaja que ofrece Arduino a nivel software es la compatibilidad con otros lenguajes de programación y entornos de desarrollo, esto es porque la plataforma se comunica mediante la transición de datos en formato serial y los leguajes que son compatibles la mayoría se comunican así, y los que no admiten el formato serie de forma

nativa, se puede utilizar un software que traduzca las instrucciones enviada por ambas partes para lograr una comunicación compatible:

- 3DVIA Virtools: aplicaciones interactivas y de tiempo real.
- Adobe Director: IDE
- BlitzMax (con acceso restringido)
- C: Lenguaje de Programación
- C++ (mediante libSerial o en Windows): Lenguaje de programación
- C#: Lenguaje de Programación
- Cocoa / Objective-C (para Mac OS X)
- Flash (mediante ActionScript)
- Gambas: Lenguaje de Programación
- Isadora (Interactividad audiovisual en tiempo real)
- Instant Reality (X3D)
- Java: Lenguaje de Programación
- Liberlab (software de medición y experimentación)
- Mathematica: Adobe Director
- Matlab: IDE
- MaxMSP: Entorno gráfico de programación para aplicaciones musicales, de audio y multimedia
- Minibloq: Entorno gráfico de programación, corre también en las computadoras OLPC
- Perl: Lenguaje de Programación
- Php: Lenguaje de Programación
- Physical Etoys: Entorno gráfico de programación usado para proyectos de robótica educativa
- Processing
- Pure Data
- Python: Lenguaje de Programación
- Ruby: Lenguaje de Programación

- Scratch for Arduino (S4A): Entorno gráfico de programación, modificación del entorno para niños Scratch, del MIT
- Squeak: Implementación libre de Smalltalk
- SuperCollider: Síntesis de audio en tiempo real
- VBScript: Lenguaje de Programación
- Visual Basic .NET: Lenguaje de Programación
- VVVV: Síntesis de vídeo en tiempo real
- CodeBlocks: IDE libre
- Gnoduino: IDE libre
- Visual Micro: Aplicación Web
- Codebender: Plugin
- EmbedXCode: Plugin
- Scratch for Arduino: Plugin
- Scratch Arduino: IDE
- MOdkit Micro: IDE
- Minibloq: IDE
- Ardublock: IDE

La necesidad de usar IDE's alternativos al oficial es porque hay usuarios que no necesitan opciones muy avanzadas, al igual que hay usuarios con experiencia en otros IDE's y optan por usar el conocido, otra característica es porque los usuarios buscan otras características adicionales o cuya manera de trabajo es distinta.

### **3.5.5 Plataformas soportadas**

Una ventaja muy importante de la plataforma de Arduino es que es un sistema multiplataforma, es decir, podemos ejecutar nuestro software en diferentes plataformas:

- Linux
- Windows
- MacOS X

En la página oficial de Arduino encontraremos las instrucciones para instalar nuestro IDE y configuración en cualquiera de las diferentes plataformas <http://www.arduino.cc/en/Guide/HomePage>.

## **Capítulo IV Plataformas Alternativas de desarrollo.**

En el capítulo IV revisaremos las placas electrónicas de desarrollo más populares, de las cuales mencionaremos sus características técnicas y su principal funcionamiento.

## 4.1 Tessel

Es una tarjeta basada en el microcontrolador **ARM Cortex-M3 LPC1830**, diseñada para ser parte del Internet de las Cosas (Internet of things). Es un pequeño servidor o diminuto robot que se puede controlar a través de Internet, ya que cuenta con soporte Wifi y "plug and play" (módulos que se pueden instalar con una línea para el gestor de paquetes de nodo (NGP)) (Tessel, 2015).

Diseñada especialmente para los desarrolladores web con la finalidad de que trabajen en el mundo del hardware.

Alimentación eléctrica de la placa Tessel:

- a) Puerto Micro-USB
  - Suministra al dispositivo con 5V desde el Host PC.
  - Voltaje de entrada máxima es de 5V.
- b) Pines Vin – aquí se pueden conectar diversas fuentes de energía (por ejemplo una batería)
  - Voltaje de entrada máximo por Pines Vin es de 15V.
  - Tessel cuenta con protección de tensión inversa -15V (si se llegara a conectar la fuente de poder al revés esta protección evitara que la placa se dañe).
  - Un fusible reajutable para proteger la ruta de entrada VIN cortocircuitos (no aplicable al poder en medio del puerto USB).
  - Todos los pines funcionan con una lógica de 3.3V.

Para instalaciones permanentes / accesorios, se recomienda un adaptador de pared-potencia nominal de al menos 1.000 mA.

### Características

1. Antena Wifi
2. Botón de reinicio
3. Botón de SmartConfig Wifi
4. LEDs de estado / depuración
5. Memoria Flash de 32 MB – SPFI (S25FL256SAGNFI001-Velocidad del reloj de 90 MHz)

6. Banco GPIO / módulo puerto de E con 20 pines
7. Radio CC3000 Wifi
8. Pines para depurar CC3000
9. LCP1830 - Procesador ARM Cortex M3
10. Memoria RAM de 32MB (IS42S16160D-7BLI- Velocidad del reloj de 90 MHz)
11. Pines para conectar una antena externa(opcional)
12. Conector USB
13. Pines Vin para conectar una fuente de alimentación externa
14. LED Encendido
15. A, B, C y D (cada módulo dispone de 10 pines)
16. JTAG (interfaz de programación alterna)
17. Orificio para montaje (0.13")

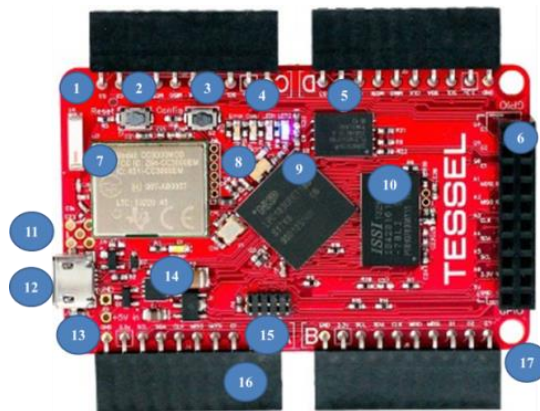


Figura 102. Placa Tessel

Tabla 26. Especificaciones técnicas Tessel:

<b>Nombre</b>	<b>Tessel</b>
<b>Modelo</b>	LPC1830
<b>Precio</b>	\$ 1257
<b>Microcontrolador</b>	Cortex-M3 LPC1830
Arquitectura	32 bits
Velocidad del reloj	180 MHz
<b>Memoria</b>	
SDRAM	32 MB
Flash	32 MB

EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	20
E / S digitales	6 en el módulo GPIO y 3 en c/u de los 4 módulos
Entradas analógicas	6 en el módulo GPIO
PWM	3
TWI / I2C	1
ISP	1
UART	3 (Módulos A, B y D)
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi (Radio)	TI CC3000
Ethernet	No
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	JavaScript
SO soportados	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Jon McKay, Jia Huang, y Tim Ryan
<b>Dimensiones</b>	Largo:65 mm y Ancho: 55.5 mm
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	4 módulos

## 4.2 Launchpad MSP430G2

Launchpad MSP430G2 se basa en el microcontrolador MSP430G2553. Dicha herramienta de desarrollo es destinada para usuarios principiantes y experimentados para la creación de aplicaciones basadas en microcontroladores, desarrollando objetos interactivos con interruptores y sensores, junto con una variedad de luces, motores y otras salidas físicas ofrece todo lo que necesitas para empezar tus proyectos (Texas instruments, 2015).

Launchpad MSP430G2 cuenta con una interfaz de emulación flash para la programación y depuración para la instalación de aplicaciones UART por medio de una comunicación serial. La placa tiene un zócalo que soporta un microcontrolador de 14 o de 20 pines tipo PDIP, como MSP430G2xx2, MSP430G2xx3 y MSP430F20xx, además de integrar botones y LEDs para una interfaz de usuario sencilla.

Se distingue principalmente por su consumo bajo de energía y costo.

Alimentación eléctrica de la placa Launchpad:

- a) USB
- b) 3 Pines de alimentación que vienen integrados en la placa
  - Bajo voltaje de alimentación: 1.8V – 3.6V
  - Ultra bajo consumo de energía:
    - Modo activo 220 mA a 1 MHz, con 22V de alimentación.
    - Modo standby: 0.5 mA
    - Modo apagado: 0.1 mA
  - Ultrarrápido levantamiento de modo standby en menos de 1 ms
  - Voltaje de funcionamiento para una fuente externa 7V – 12V (1000mA conector hembra)

## **Características**

1. Botón pulsador
2. 2 Conectores femeninos PCB (cada conector dispone de 10 pines, para conectar un BoosterPack)
3. Conector USB
4. 2 Jumper : Pin P1.0 y P1.6 c/u con 1 LED (ubicados a un lado de los 2 jumpers)
5. Microcontrolador MSP430G2553
6. Emulador
  - Microcontrolador MSP430F1612
  - Interfaz de programación y depuración
  - Chip TUSB3410

7. Botón reinicio
  8. Conector Spy-Bi-Wire y la aplicación UART MSP439
  9. Conector de 6 pines para eZ430
  10. 3 Pin para conectar una fuente de alimentación eléctrica
- Cuenta con dos temporizadores de 16 bits

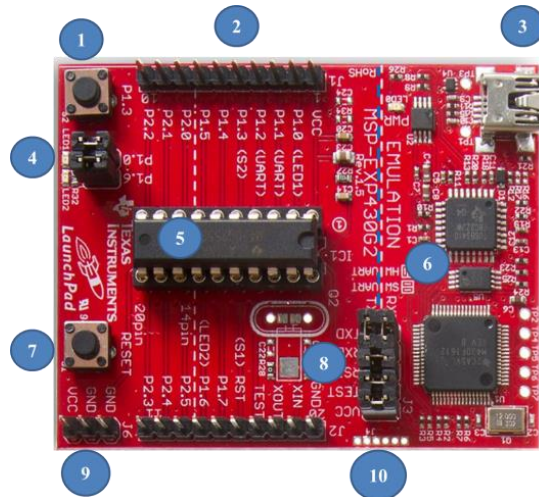


Figura 103. Placa Launchpad MSP430G2553

Tabla 27. Especificaciones técnicas Launchpad:

Nombre	Lauchpad
Modelo	MSP430G2553 v1.5
Precio	\$ 167
Microcontrolador	MSP430G2553
Arquitectura	16 bits – RISC
Velocidad del reloj	16 MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	512B
Flash	16KB
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	24
E / S digitales	-
Entradas analógicas	8
PWM	-

TWI / I2C	1 I2C
SPI	2
UART	1
Temporizadores	2 de 16 bits
USB	1
Salida de video	No
Salida de audio	No
<b>Redes</b>	
Wifi	No
Ethernet	No
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Energia
SO soportados	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Texas Instruments
Dimensiones/peso	-
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	BoosterPack

### 4.3 Wiring S

Wiring S se basa en el microcontrolador Atmega644p, es una plataforma de multipropósito con un ambiente de desarrollo para no programadores (Wiring, 2015).

El hardware de Wiring es un pequeño circuito que incluye un microcontrolador, para controlar toda clase de sensores y actuadores. Fue diseñado para crear objetos o espacios interactivos, conectados a un computador anfitrión (host) para destacar las capacidades del prototipo, o interconectar objetos o espacios, comunicando múltiples dispositivos de hardware.

Alimentación eléctrica de la placa Wiring S:

- a) Conector USB
- b) Conector de alimentación genérica (conector hembra y centro positivo): 7-12 Voltios 1000mA.
- c) Baterías externas

- Entrada de la batería: -7.0 – 12VDC

La regulación de potencia con salida de 5V y 3.3V.

### Características

1. 4 Conectores (cada conector dispone de 8 pines)
2. Conector para alimentación eléctrica tipo jack
3. Conector con 6 pin para alimentación eléctrica
4. ISP conector con 6 pin
5. Microcontrolador Atmega644p
6. Conector USB

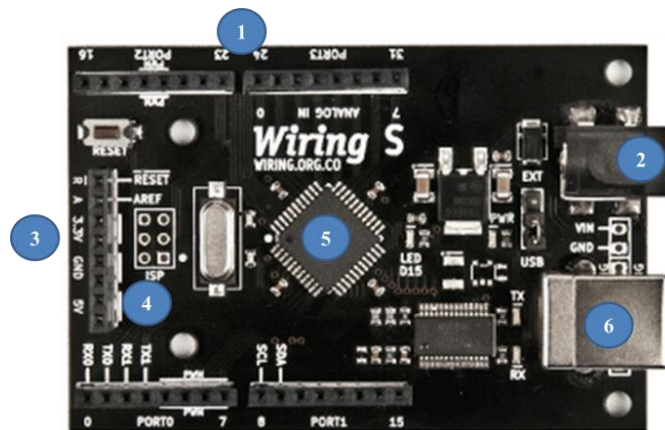


Figura 104. Placa Wiring S

Tabla 28. Especificaciones técnicas Wiring S:

Nombre	Wiring S
Modelo	S
Precio	\$ 385
Microcontrolador	Atmega644p
Arquitectura	8 bits – RISC
Velocidad del reloj	16 MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	4KB
Flash	64KB (2KB utilizados para el blooteader)
EEPROM	2KB
Tamaño de almacenamiento	-

<b>Pines</b>	
GPIO	32
Entradas digitales	16
Entradas analógicas	8
PWM	6
TWI / I2C	-
SPI	4
UART	1
Temporizadores	5
USB	1
Salida de video	No
Salida de audio	No
<b>Redes</b>	
Wifi	No
Ethernet	No
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	C++ con Framework Wiring
SO soportados	Windows, Mac, OSX, Linux
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Hernando Barragán, Brett Hagman, y Alexander Brevig
<b>Dimensiones</b>	Largo: 7.6 mm, Ancho: 5.1 mm
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shield Arduino

#### 4.4 Netduino plus 2

Netduino es una plataforma diseñada para la creación de prototipos electrónicos, es compatible con la mayoría de escudos (shields) de Arduino.

Netduino plus 2 es una placa basada en un ARM Cortex - M4 construida alrededor del microcontrolador STMicro STM32F4 (netduino, 2015).

Alimentación eléctrica de la placa Netduino:

- a) USB
  - Voltaje de salida VDC: 5
- b) Fuente externa:
  - Voltaje de entrada VDC: 7.5 a 9.0
  - Voltaje de salida regulado VDC: 3.3

Nota:

- La alimentación máxima por Pin: 25 mA, en el
- Microcontrolador: 125 mA Total
- E / S digitales son 3,3 V - 5 V,

### Características

1. LED Ethernet – verde
2. Conectores (2 conectores c/u con 10 pines, 1 conector con 8 pines y 1 conector con 6 pin)
3. Conector Ethernet 10 Mbps
4. LED de usuario – azul
5. Conector Micro – USB
6. LED de encendido (energía) – blanco
7. Microcontrolador STMicro STM32F4
8. Botón de reinicio o se puede utilizar como entrada GPIO
9. Conector de alimentación alterna
10. Ranura Micro SD hasta 2GB

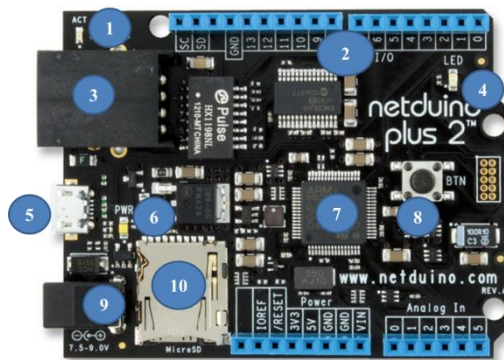


Figura 105. Placa Netduino plus 2

Tabla 29. Especificaciones técnicas Netduino plus 2:

<b>Nombre</b>	<b>Netduino</b>
<b>Modelo</b>	Plus 2
<b>Precio</b>	\$ 1004
<b>Microcontrolador</b>	STMicro STM32F2
Arquitectura	32 bits
Velocidad del reloj	168 MHz, Cortex-M4
<b>Memoria</b>	
RAM	100 KB
Flash	384KB
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	2 GB
<b>Pines</b>	
GPIO	22
E / S digitales	14
Entradas analógicas	6
PWM	6
TWI / I2C	2
SPI	-
UART	4
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	No
Salida de audio	No
<b>Redes</b>	
Wifi	No
Ethernet	1- 10 Mbps
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	NET Micro Framework 4.2 o 4.3, IDE visual Studio, C#
SO soportados	Windows, Mac y Linux
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Chris Walker
<b>Dimensiones</b>	Largo: 7.1 mm, Ancho: 5.3 mm

<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino
---	-----------------

#### 4.5 Parallax Propeller ASC+

La plataforma Parallax Propeller maneja chips P8X32A, por lo que se basa en el microcontrolador P8X32A – Q44. El chip Propeller ASC+ está diseñado para proporcionar procesamiento de alta velocidad para sistemas incrustados y al mismo tiempo mantener bajo consumo de corriente e impresos pequeños. Además de ser rápido el Propeller proporciona flexibilidad y potencia a través de sus ocho procesadores (multi-core) llamados cogs, es por ello que se puede desarrollar tareas cooperativas o simultáneas independientes, sin embargo se mantiene una arquitectura relativamente simple la cual es fácil de entender y utilizar (Parallax, 2015).

Cuenta con una Interfaz Mini-USB significa que no hay búsqueda de un cable especial para conectar con el ordenador.

Alimentación eléctrica de la placa Propeller ASC+:

- a) USB (polifusible de 500mA)
- b) Conector de alimentación de 2.1mm: 6-12V

Nota:

- Reguladores de voltaje de 3.3V y 5v, le permiten integrar una amplia variedad de sensores.

#### Características

1. Conectores - 4(1 conector con 8 pines, 1 conector con 10 pines, 1 conector con 6 pines y 1 conector 8 pines)
2. Conector USB
3. Microcontrolador P8X32A – Q44
4. Conector SPI
5. Conector para alimentación externa
6. Convertidor analógico - digital MCP3208 (12 bits)

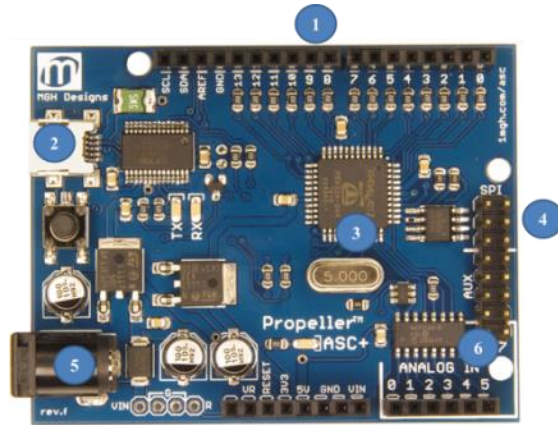


Figura 106. Placa Parallax Propeller ASC+

Tabla 30. Especificaciones técnicas Parallax Propeller ASC+:

Nombre	Parallax Propeller
Modelo	ASC+
Precio	\$ 754
Microcontrolador	P8X32A – Q44
Arquitectura	32 bits - RISC
Velocidad del reloj	80 MHz (debe limitarse a 300 mA) DC
<b>Memoria</b>	
RAM (del cog)	512 x 32 bits c/u
Flash	-
EEPROM	64KB (32K para el programa y 32 K para el almacenamiento de datos)
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	32
E / S digitales	14
Entradas analógicas	6
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-

Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	No
Salida de audio	No
<b>Redes</b>	
Wifi	No
Ethernet	No
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	Spin, Propeller ensamblador, C y C++
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Chip Gracey
<b>Dimensiones</b>	Largo: 68.6 y Ancho: 53.3 mm
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino

#### 4.6 TinyDuino

La plataforma está compuesta por una placa del procesador TinyDuino y múltiples TinyShields que añaden funciones especiales, como sensores, comunicaciones y opciones de visualización. Al apilar las tablas (conectarlos juntos), se crea un TinyDuino Pila para su proyecto en particular. Está diseñado para la creación de pequeños proyectos electrónicos accesibles a todo el mundo.

TinyDuino es una plataforma electrónica en miniatura basado en el hardware y software de Arduino, se basa en el microcontrolador ATmega328P, por lo que es básicamente el Arduino Uno, pero de menor tamaño aproximadamente una cuarta parte de lo que es una placa Arduino (TinyDuino, 2015).

Tomar en cuenta que para poder programar esta placa se necesita forzosamente de la placa TinyShield USB.

Alimentación eléctrica de la placa TinyDuino:

- a) Una batería de tipo Litio

Nota:

- Voltaje de funcionamiento (modo de Arduino): 2.7V - 5.5V
- Voltaje de funcionamiento (con fw personalizado): 5.5V - 1.8V

### Características

1. Conector para una batería de tipo litio
2. Orificios para montar la placa en una superficie plana (4)
3. Microcontrolador ATmega328P
4. Conector para agregar TinyShields

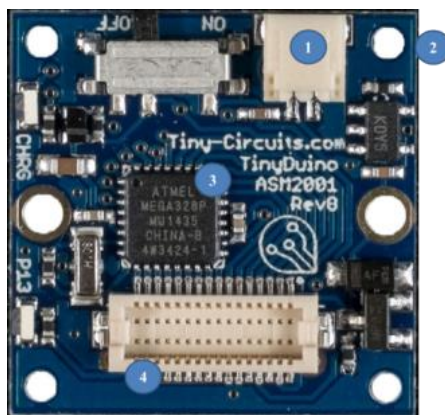


Figura 107. Placa TyniDuino

Tabla 31. Especificaciones técnicas TyniDuino:

Nombre	TyniDuino
Modelo	Rev8
Precio	\$ 250
Microcontrolador	ATmega328P
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	8 MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	2KB
Flash	32KB (ocupa 0.5 KB para el blottoader)
EEPROM	1KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	

GPIO	20
E / S digitales	14
Entradas analógicas	6
PWM	6
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	No
Salida de video	No
Salida de audio	No
<b>Redes</b>	
Wifi	No
Ethernet	No
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Si
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Ken Burns
<b>Dimensiones</b>	Largo: 20 mm y Ancho: 20 mm
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	TinyShields y shields de Arduino

#### 4.7 DigiSpark

Digispark USB es un tablero similar a la línea de Arduino, sólo que es más barato, más pequeño, y un poco menos potente, se basa en el microcontrolador ATtiny85 (digiStump, 2013).

Existe una gran cantidad de escudos para extender su funcionalidad y la capacidad de utilizar la familia de Arduino, es una gran manera de saltar a la electrónica, o perfecto para cuando un Arduino es demasiado grande.

Alimentación eléctrica de la placa Digispark:

- a) USB: 5V

- b) Fuente externa -5V o 7-35V(selección automática, se recomienda 12V o menos)
- c) Regulador a bordo 5V 500mA

**Características**

1. USB integrado
  2. Microcontrolador ATtiny85
  3. LEDs de alimentación y pruebas, LED de estado
  4. 3 Pines para conectar una fuente de alimentación externa
- I2C y SPI (vis USI)

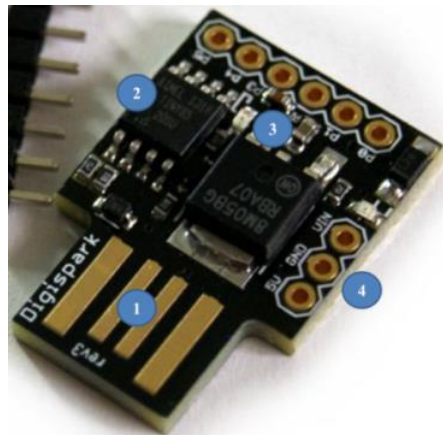


Figura 108. Placa Digispark USB

Tabla 32. Especificaciones técnicas Digispark USB:

<b>Nombre</b>	<b>Digispark</b>
<b>Modelo</b>	USB
<b>Precio</b>	\$ 150
<b>Microcontrolador</b>	ATtiny85
Arquitectura	8 bits – RISC
Velocidad del reloj	20MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	512B
Flash	8 K (aprox. 2K se utilizan para el blooteader)
EEPROM	512B
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	-

E / S digitales	6
Entradas analógicas	-
PWM	3
TWI / I2C	1
SPI	1
UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	No
Salida de audio	No
<b>Redes</b>	
Wifi	No
Ethernet	No
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino 1.0 +
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Bluebie
<b>Dimensiones</b>	Largo: 25 mm, y Ancho: 18 mm
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Escudos y Shields Arduino

#### 4.8 BLEduino

BLEduino es una pequeña placa de desarrollo compatible con Arduino cuenta con Bluetooth 4.0, también conocido con el nombre de BLE (BLEduino, 2015).

Es un protoboard, se basa en el microcontrolador ATmega32u4, diseñada para controlar cualquier cosa de manera muy fácil desde un teléfono o Tablet vía Bluetooth, logrando tener un tamaño muy pequeño.

BLEduino viene con una poderosa aplicación para iOS. La aplicación le permite comunicarse y controlar su BLEduino través de "módulos" dentro de la aplicación. Cada módulo representa una funcionalidad discreta se puede jugar y va acompañada de un boceto Arduino.

Alimentación eléctrica de la placa BLE:

a) USB

Nota:

- Regulador a bordo de 5V
- Regulador a bordo de 3.3V
- Voltaje funcionamiento por Pin E/S: 40mA

### Características

1. Microcontrolador ATmega32u4
  2. Conector USB
  3. LEDs para la comunicación serial, LED para la conectividad Bluetooth
  4. Bluetooth 4.0 de un solo chip Nordic nRF8001 (Rango de 100 a 300 pies, controlador dedicado para nRF8001)
- Comunicación serie: UART, SPI, I2C
  - Emulación de ratón y teclado simple
  - Soporte integrado HID

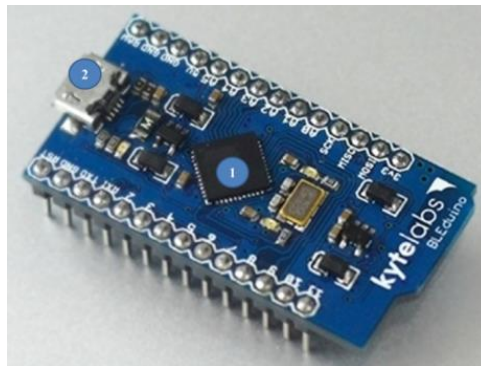


Figura 109. Placa BLEduino

Tabla 33. Especificaciones técnicas BLEduino:

Nombre	BLEduino
Modelo	-
Precio	\$570
Microcontrolador	ATmega32u4
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	16MHz

<b>Memoria</b>	
SRAM	2.5KB
Flash	32KB (4KB utiliza el blooteader de Leonardo modificado)
EEPROM	1KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	21
E / S digitales	12
Entradas analógicas	9
PWM	6
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	No
Salida de audio	No
<b>Redes</b>	
Wifi	No
Ethernet	No
Otro (Bluetooth)	4.0
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Kytelabs
<b>Dimensiones</b>	Largo: 43 mm y Ancho: 23 mm
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields de Arduino (requiere de la Shield-Shield)

#### 4.9 RFduino

RFduino es una placa electrónica del tamaño de la punta de un dedo. Tiene capacidad inalámbrica, es similar y compatible con Arduino, se basa en el microcontrolador Cortex-M0 (RFduino, 2014).

El RFduino puede hacer todo lo que se hace con Arduino y mucho más, ya que es un dispositivo de gran alcance. Está disponible en dos tipos de encapsulado: DIP y SMT.

Para poder programar la placa RFduino (DIP) es necesario conectar una Shield USB RFduino.

Alimentación eléctrica de la placa RFduino:

- Tensión de alimentación bajo: 1.9V
- Tensión de alimentación típica: 3V
- Tensión de alimentación alto: 3.6V
- Transmisión de corriente: 18mA, 4UA ULP
- Corriente recibida: 18mA actual, 4UA ULP
- Potencia de transmisión: 4dbm

### Características (encapsulado DIP)

1. Microcontrolador ARM Cortex-M0
  - Integra Módulo Bluetooth 4.0 Low Energy BLE RF

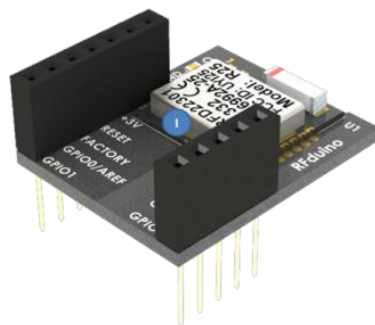


Figura 110. Placa RFduino

Tabla 34. Especificaciones técnicas RFduino:

Nombre	RFduino
Modelo	-
Precio	\$ 452
Microcontrolador	Cortex-M0
Arquitectura	32 bits

Velocidad del reloj	16MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	8KB
Flash	128KB
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	7
Entradas analógicas	-
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	No
Salida de video	No
Salida de audio	No
<b>Redes</b>	
Wifi	No
Ethernet	No
Otro (Bluetooth)	4.0
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Armen Kazanchian
<b>Dimensiones</b>	Largo: 15 mm, Ancho: 15 mm
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shield RFduino USB

#### 4.10 BLE Mini

BLE Mini es una placa que incorpora la tecnología Bluetooth 4.0 Low Energy (BLE), se basa en el microcontrolador Cortex-M0. BLE Mini sólo requiere un puerto serie para la comunicación por lo que es compatible con las principales plataformas de desarrollo

que tienen interfaz UART incluyendo Arduino, Raspberry Pi, Netduino, BEAGLEBONE etc. (RedBearLab, 2015).

Alimentación eléctrica de la placa BLE Mini:

- a) Conector Micro USB: 5V
- b) Pin Vin (J4): 3.6V a 11V
- c) Batería plana Li-ion (2025 o 2032) : 2.3 – 3.6V

### Características

1. LEDs informativos
2. Conector Micro USB
3. Texas Instruments CC2540 (System-on-Chip Bluetooth-SOC)
4. Botón pulsador
5. Atmel EEPROM AT24c512
  - Bluetooth 4.0 Low Energy (BLE) (modelo: RBT01)
  - Batería (negativa)
  - Batería (positiva)

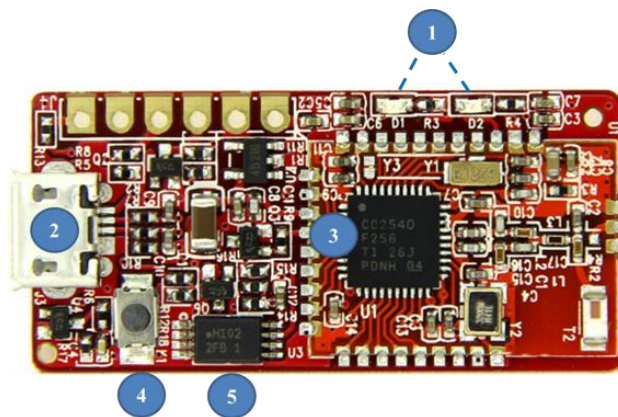


Figura 111. Placa BLE Mini

Tabla 35. Especificaciones técnicas BLE Mini:

Nombre	BLE Mini
Modelo	-
Precio	\$ 283
Microcontrolador	TI CC2540

Arquitectura	-
Velocidad del reloj	2.4 GHz
<b>Memoria</b>	
RAM	-
Flash	-
EEPROM	512KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	32
E / S digitales	-
Entradas analógicas	-
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	No
Ethernet	No
Otro (Bluetooth)	4.0
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	Biscuit 2.0 firmware
Multiplataforma	Android y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	RedBearLab
<b>Dimensiones</b>	Largo: 39 mm, Ancho: 18.5 mm, Alto: 3.8 mm
Hardware (funcionalidad adicional)	-

#### 4.11 Pinoccio

Pinoccio es una placa electrónica diseñada para construir proyectos inalámbricos, habilitados para la web en cuestión de segundo (Pinoccio, 2015).

Esta tarjeta es compatible con Arduino y se ve como una plataforma para hacer una red de sensores distribuidos con un poco de esfuerzo, se basa en el microcontrolador ATmega256RFR2.

Alimentación eléctrica de la placa Pinoccio:

- a) USB
- b) Batería tipo LiPo de 3.7V (550 mAh)
  - Voltaje de alimentación 1.8 - 3.3V

### Características

1. Batería tipo LiPo de 3.7V (550 mAh)
2. Conexión Micro USB
3. Microcontrolador ATmega256RFR2, incluye un radio incorporado para la creación de redes de malla
  - Radio 2.4 GHz usando 802.15.4 – Wireless, programación sobre el aire
  - Sensor LEDs programables 1RGB
  - Sensores abordo Temperatura
  - Puerto hardware SPI

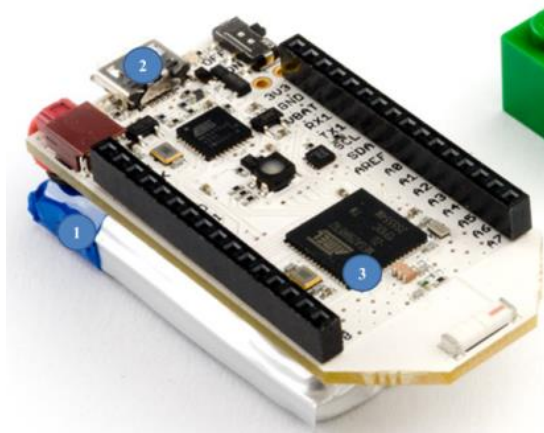


Figura 112. Placa Pinoccio

Tabla 36. Especificaciones técnicas Pinoccio:

Nombre	Pinoccio
--------	----------

<b>Modelo</b>	-
<b>Precio</b>	\$ 989
<b>Microcontrolador</b>	ATmega256RFR2
Arquitectura	8 bits – RISC
Velocidad del reloj	16MHz
<b>Memoria</b>	
SRAM	32K
Flash	256K
EEPROM	8K
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	-
E / S digitales	17
Entradas analógicas	8
PWM	4
TWI / I2C	-
SPI (hardware)	1
UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	No
Salida de audio	No
<b>Redes</b>	
Wifi	Si
Ethernet	No
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	ScoutScript
Multiplataforma	Si
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Pinoccio
<b>Dimensiones</b>	Largo: 53 mm, Ancho: 25 mm y Alto: 12mm
Hardware (funcionalidad adicional)	-

## 4.12 Geogram One

Geogram One o GSM es una placa electrónica destinada para aplicaciones de rastreo, basada en el microcontrolador Atmega328P. Es compatible con Arduino (DSSCircuits, 2014).

La placa viene con firmware precargado para usar como un dispositivo de seguimiento. La comunicación se maneja simplemente enviar por un SMS desde su teléfono inteligente. Las características del dispositivo de seguimiento:

- Ubicaciones en formato de mapas de Google
- Geofence
- Alertas de velocidad, etc.

Alimentación eléctrica de la placa Geogram:

- Es alimentado por una sola batería de celular (litio polímero) que se conecta al conector JST 2 pines a bordo. Si el uso de su propia batería Lipo favor asegúrese de que es una sola célula (3.7v) y la polaridad en el conector es correcto.

### Características

1. Conector JST
2. Módulo GSM / GPRS utiliza un SIMCom SIM900
3. Conector USB
4. Microcontrolador Atmega328P
5. Conector FTDI de 6 pines para conectar el cable FTDI - 3.3V
6. Ranura tarjeta SIM 2G (ubicado en la parte trasera de la placa)
  - Módulo GPS (receptor) 165dBm
  - Módulo GPRS/GSM (módem celular)
  - Acelerómetro BMA250 Triple eje +/- 2 a +/- 16g de 10 bits acelerómetro
  - Lipo Fuel Gauge indicador de combustible de polímero de litio de células individuales MAX17043



Figura 113. Placa Geogram One

Tabla 37. Especificaciones técnicas Geogram One:

Nombre	Geogram
Modelo	One
Precio	\$ 2011
Microcontrolador	ATmega328P
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	8MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	2KB
Flash	32KB(gestor de arranque de Arduino)
EEPROM	1KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	-
E / S digitales	2
Entradas analógicas	4(3 pueden ser utilizadas como E /S digitales)
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	No

Salida de audio	No
<b>Redes</b>	
Wifi	No
Ethernet	No
Otro (GSM / GPRS)	SIMCom SIM900
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Si
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	DSS Circuits
<b>Dimensiones</b>	Largo: 53 mm, Ancho: 25 mm
Hardware (funcionalidad adicional)	-

#### 4.13 Raspberry Pi Modelo B

El Raspberry Pi, es un ordenador de tamaño de una tarjeta de crédito que se conecta a un monitor de un ordenador o un televisor, utiliza un teclado y un ratón estándar (Raspberry Pi, 2015).

En un principio se diseñó principalmente para que fuera una herramienta educativa, sin embargo, sea convertido en un dispositivo que le permite a las personas (de todas las edades) explorar la computación, y aprender a programar en lenguajes como Python.

Tiene la capacidad de realizar todo lo que hace una computadora de escritorio, por ejemplo: navegar por Internet, reproducción de vídeo de alta definición, que hacen las hojas de trabajar con hojas de cálculo, procesadores de texto, y jugar juegos.

Raspberry Pi tiene la capacidad de interactuar con el mundo exterior, y se ha utilizado en una amplia gama de proyectos digitales, de las máquinas de música y detectores de las estaciones meteorológicas, etc.

Raspberry Pi Modelo 2 B es la segunda generación de Raspberry Pi, se basa en el procesador ARMv7- ARM Cortex –A7.

Alimentación eléctrica de la placa Raspberry Pi Modelo 2 B:

- Voltaje de funcionamiento 1.8A – 5V, 900mA

**Características**

1. Conector GPIO
2. 4 puertos USB 2.0
3. Conector de display - pantalla (DSI)
4. Ranura para tarjeta Micro SD
5. Procesador ARMv7- ARM Cortex –A7 (de cuatro núcleos )
6. Núcleo de gráficos VideoCore IV 3D
7. Conector Micro USB 5V
8. Puerto HDMI full 1.3 y 1.4
9. Conector para cámara (CSI)
10. Conector de 3.5 mm jack para conectar audio estéreo y video compuesto
11. Zócalo Ethernet RJ45

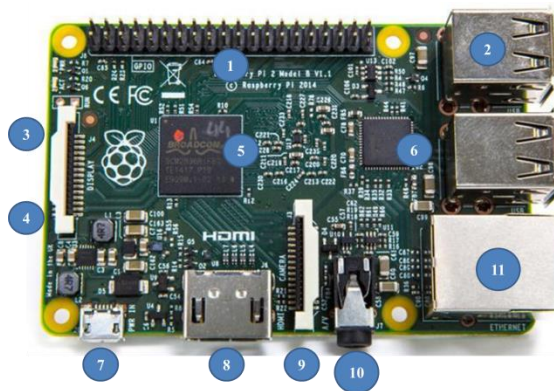


Figura 114. Placa Raspberry Pi 2 Modelo B

Tabla 38. Especificaciones técnicas Raspberry Pi 2 Modelo B:

<b>Nombre</b>	<b>Raspberry Pi 2</b>
<b>Modelo</b>	Modelo B
<b>Precio</b>	\$586
<b>Procesador</b>	Broadcom BCM2836 SoC
<b>Arquitectura Núcleo</b>	ARM Cortex –A7 Quad – core

Velocidad del reloj	900MHz
Unidad de procesamiento gráfico – GPU	VideoCore IV 3D Núcleo de gráficos
Consumo	3W
<b>Memoria</b>	
SDRAM	1GB - 450 MHz
Flash	-
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	Micro SD
<b>Pines</b>	
GPIO	40
E / S digitales	-
Entradas analógicas	-
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	4 USB 2.0 y 1 Micro USB 5V
Salida de video	HDMI 1.4 – 1920X1200 pixeles
Salida de audio	Jack 3.5mm, HDMI
Interfaz de cámara	Interfaz serial de cámara MIP (CSI-2)
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	Zócalo RJ45 10 / 100 Mbps
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	Python
Multiplataforma	Rasbian, Linux ( Snappy Ubuntu Core) y Microsoft Windows 10
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Fundación Raspberry Pi

<b>Dimensiones</b>	Largo: 85 mm y Ancho: 56 mm, Altura: 17mm / 45g
Hardware (funcionalidad adicional)	-

#### 4.14 BeagleBone Black

BeagleBone ha sido diseñada desde cero para comunicarse con partes de hardware — sensores, actuadores y otros dispositivos electrónicos. Fue una tarjeta diseñada desde el principio para los juegos (makers) (beagleboard).

BeagleBone Black, además del nuevo color, la tarjeta se ve muy familiar a la BeagleBone original, ya que su diseño similar, se basa en el procesador Sitara ARM - AM3358BZCZ100 Cortex-A8. Una característica interesante es que traslada el sistema operativo de la tarjeta SD hacia la memoria flash incorporado, liberando la memoria de la tarjeta Micro SD para otros fines.

Alimentación eléctrica de la placa BeagleBone Black:

- Voltaje de funcionamiento 3.3V – 5V

#### Características

1. 2 Conectores GPIO
2. Conexión Host USB
3. Conector serial para debug
4. Entrada para conectar una batería externa
5. Conector de alimentación - 5V
6. Memoria DDR3 512MB
7. Procesador Sitara ARM - AM3358BZCZ100 Cortex-A8
8. PMIC - TPS65217C regulador PMIC y un LDO adicional
9. Conector de Video HDMI Mini -16b, 1280x1024, 1024x768, 1280x768, 1280x720, 1440x900, 1920x1080 – 24Hz soporta w/EDID y de audio estéreo
10. PHY Ethernet
11. Conector Ethernet RJ45 10 / 100

- 12. Botón de interrupción
- 13. Enmarcador HDMI
- 14. eMMC
- 15. Botón de reinicio
- 16. LEDs usuario
- 17. Cliente USB

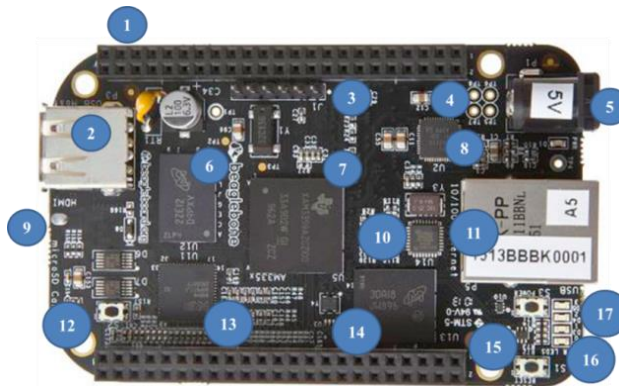


Figura 115. Placa BeagleBone Black

Tabla 39. Especificaciones técnicas BeagleBone Black:

<b>Nombre</b>	<b>BeagleBone</b>
<b>Modelo</b>	Black
<b>Precio</b>	\$754
<b>Procesador</b>	Sitara - AM3358BZCZ100
<b>Arquitectura Núcleo</b>	ARM Cortex-A8
Velocidad del reloj	1 GHz – 2000MIPS
<b>Unidad de procesamiento gráfico – GPU</b>	SGX530 3D, 20M Polygons/S
Consumo	-
<b>Memoria</b>	
RAM	512MB DDR3 800MHz
Flash	4GB, 8 bits EmbeddedMMC
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	4GB
<b>Pines</b>	
GPIO	-
E / S digitales	65
Entradas analógicas	7

PWM	8
TWI / I2C	2
SPI	2
UART	4
Temporizadores	4
USB	1 - 2.0
Salida de video	HDMI
Salida de audio	HDMI-estéreo
Interfaz de cámara	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	Zócalo J45 10 /100
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	Scratch, Squeak, Python
Multiplataforma	Linux (precargado), Angstrom, Debian, Android, Ubuntu, IDE Cloud9 en Node.js w/ BoneScript library.
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	BeagleBone
<b>Dimensiones / peso</b>	Largo: 88.98 mm, Ancho: 54.63 mm / 39.68g
Hardware (funcionalidad adicional)	-

#### 4.15 PcDuino v3

PcDuino es una placa electrónica de alto rendimiento y es considerada como una mini PC ya que puede correr toda regla PC, se basa en el procesador ARM Cortex A8. Incorpora una interfaz HDMI para dar salida a una pantalla de escritorio gráfico.

PcDuino se puede utilizar para enseñar Python, C, etc. Puedes escribir el código directamente en esta tarjeta, como si se tratara de un Arduino, ejecutándolo de forma nativa en la tarjeta (LinkSprite)

Alimentación eléctrica de la placa pcDuino:

- Voltaje de funcionamiento 5V, 2000mA

### **Características**

1. Módulo de interfaz Wireless
2. Botón Menú, Home, Back
3. Puerto para debug
4. Puerto SPI 1
5. GPIO
6. Conectores E / S digital
7. IR
8. Conector para cámara
9. Puerto SPI 0
10. Botón de reinicio
11. Zócalo Ethernet RJ45
12. Conector USB HOST 2.0
13. Procesador AllWinner A20
14. Conector de batería
15. USB OTG
16. LCD
17. Conector de alimentación
18. Botón actualización
19. Entradas analógicas
20. Alimentación SATA
21. Conector SATA
22. Conector HDMI
23. Tarjeta TF
24. Conector de audio
25. Entrada de alimentación DC

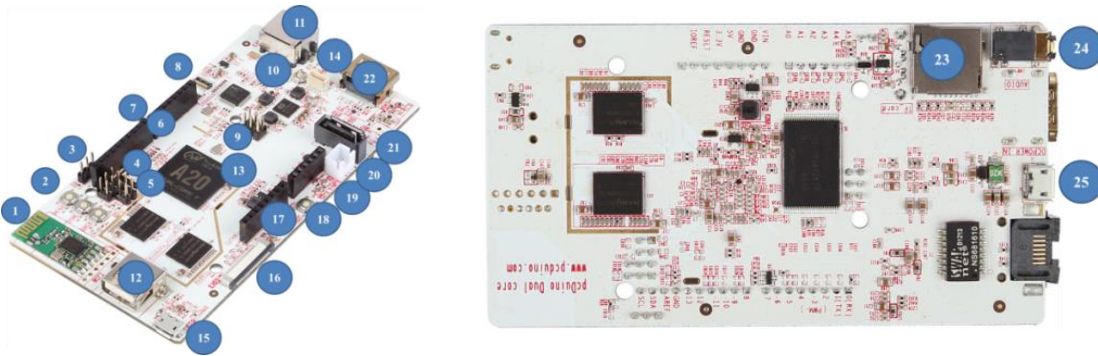


Figura 116. Placa pcDuino2

Tabla 40. Especificaciones técnicas pcDuino2:

Nombre	PcDuino
Modelo	v3
Precio	\$1004
Procesador	AllWinner A20 SoC
Arquitectura Núcleo	ARM Cortex –A7 – Dual Core
Velocidad del reloj	1GHz
Unidad de procesamiento gráfico – GPU	OpenGLES2.0, OpenVG 1.1, Mali 400 Dual Core
Consumo	-
<b>Memoria</b>	
DRAM	1GB
Flash	4GB
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	32GB
<b>Pines</b>	
GPIO	14
E / S digitales	-
Entradas analógicas	6
PWM	2
TWI / I2C	1
SPI	1
UART	1
Temporizadores	-
USB	1 USB HOST y 1 USB OTG

Salida de video	HDMI 1.4 con soporte HDCP
Salida de audio	Interfaz de audio analógico 3.5mm, Interfaz de audio digital estéreo I2C
Interfaz de cámara	CSI
SATA	Socket HOST SATA
LCD	LVDS
<b>Redes</b>	
Wifi	1 Módulo interfaz
Ethernet	Zócalo RJ45 10 / 100 Mbps
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	C, C++ con herramientas GNU, Java con estándar Android, Python
Multiplataforma	Ubuntu 12.04(precargado en la placa, junto con XBMC Media Center, Scratch y IDE Arduino), Android 4.2
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	LinkSprite
<b>Dimensiones</b>	Largo: 121 mm, Ancho: 65 mm
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino

#### 4.16 Gizmo 2

Gizmo es una superordenador junto con las capacidades de E / S de un microcontrolador. Construido sobre la tecnología de CPU y GPU, junto con un ecosistema completo de desarrollo de código abierto. Las limitaciones de Gizmo 2 sólo están obligadas por su imaginación, diseñada para desarrollar una amplia gama de proyectos de desarrollo.

Gizmo 2 combina un aumento de rendimiento del 60 por ciento, junto con la disminución de consumo de energía, con acceso directo a una amplia gama de interfaces - GPIO, ADC /

DAC, PWM, SPI, USB, SATA y PCIe - además actualiza la selección de interfaces de periféricos. (Gizmosphere, 2015).

Alimentación eléctrica de la placa Gizimo:

- Voltaje de funcionamiento 12V, 2A

### **Características**

1. Conector Ethernet
  2. 2 conectores USB 2.0
  3. Conector E / S de audio HD
  4. 2 conectores USB 3.0
  5. Conector HDMI para audio / video
  6. Conector para alimentación eléctrica tipo jack
  7. Botón de encendido
  8. RTC batería 3V (ubicado parte trasera de la tabla)
  9. Fusible
  10. Botón de reinicio
  11. Procesador AMD G-Series SOC (FT3)
  12. Puerto para programación SPI
  13. Ranura para Micro SD
  14. Conector Mini PCIe / mSATA (ubicado parte trasera de la tabla)
  15. 4x2 Gb DDR3
  16. Fan de energía
  17. JTAG puerto de depuración
  18. Puerto de expansión de alta velocidad
  19. Puerto de expansión de baja velocidad
- Soporte para DirectX 11.1, OpenGL y OpenCL 4.2 x 1.2 <sup>TM</sup>, lo que permite el procesamiento en paralelo y alto rendimiento de procesamiento de gráficos.
  - La placa cuenta con un gestor de arranque de código abierto y libre denominado SageBIOS CoreBoot.

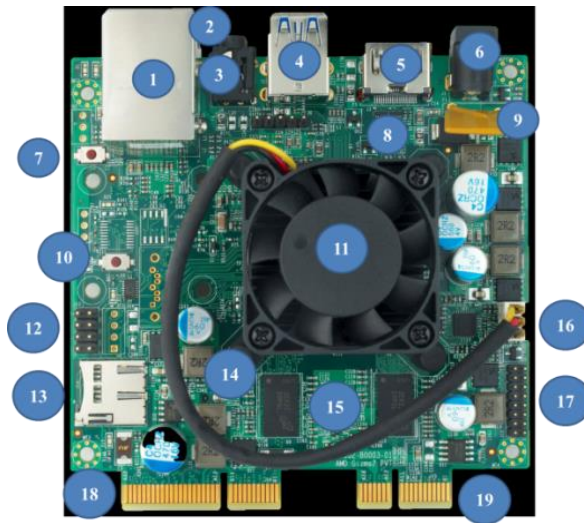


Figura 117. Placa Gizmo 2

Tabla 41. Especificaciones técnicas Gizmo 2:

Nombre	Gizmo
Modelo	2
Precio	\$3334
Procesador	AMD Embedded G-Series SOC (FT3)
Arquitectura Núcleo	GX210HA - Dual Core
Velocidad del reloj	1 GHz
Unidad de procesamiento gráfico – GPU	Radeon HD 800 300MHz TDP
Consumo	9W
<b>Memoria</b>	
SDRAM	1GB DDR3-1600
Flash	-
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	Micro SD
Pines	-
GPIO	-
Entradas analógicas	-
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	1
UART	-

Temporizadores	
USB	4 (2 USB 2.0 y 2 USB 3.0)
Salida de video	HDMI
Salida de audio	HDMI y salida de audio HD
Interfaz de cámara	-
SATA	mSATA
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	Zócalo RJ45 gigabit
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	-
Multiplataforma	Timesys (Linux embebido) & QT GUI precargado en una microSD, soporte para Linux, Minoca, RTOSes, Windows 7 y 8 embebidos, etc.
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Gizmosphere
Dimensiones	-
Hardware (funcionalidad adicional)	-

#### 4.17 Uddo Quad

UDOO es una plataforma de desarrollo, la placa está diseñada para proporcionar un entorno flexible que permite explorar las nuevas fronteras de la Internet de las Cosas. UDOO le permite cambiar entre Linux y Android en unos pocos segundos, simplemente mediante la sustitución de la tarjeta Micro SD y reiniciar el sistema.

Es compatible con todos los bocetos, tutoriales y recursos disponibles en la comunidad Arduino, así como todos los escudos, sensores y actuadores para Arduino DUE.

Uddo Quad se basa en dos procesadores Freescale i.MX6 ARM Cortex – QuadCore y Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3, se trata de una placa de prototipo de gran alcance para

el desarrollo de software y diseño; es fácil de usar y permite el desarrollo de proyectos con conocimientos mínimos de diseño de hardware, diseñado para fines educativos, así como Do-It-Yourself (DIY) y prototipado rápido, UDOO fusiona en diferentes mundos de computación (Uddo, 2015).

Alimentación eléctrica de la placa UDDO:

- Voltaje de entrada (recomendado): 6V-15V

### **Características**

1. Conector SATA
  2. Conector CSI conexión de la cámara
  3. Conector para micrófono
  4. Conector Panel LVDS
  5. Conector SATA 5V
  6. Conector para salida de audio
  7. Atmel SAM3X8E – ARM CORTEX-M3(igual a la de la placa DUE)
  8. Conector Fan
  9. 2 Conectores USB 2.0
  10. Conector auxiliar DC
  11. Conector RJ45 Ethernet Gigabit (10/100/1000 Mbit)
  12. Módulo Wifi
  13. Conector HDMI y LVDS + Touch
  14. Conector de alimentación
  15. Conector USB adicional (\*requiere un cable específico)
  16. Conector USB serial
  17. Conector Micro USB tipo 1 OTG a + b
  18. Procesador Freescale i.MX6 ARM Cortex – QuadCore
  19. Conector de lector de tarjetas Micro SD (dispositivo de arranque)
  20. Conector RTC
  21. Botón de reinicio
- Aceleradores integrados para 2D, 3D y OpenGL ES2.0 OpenVG™

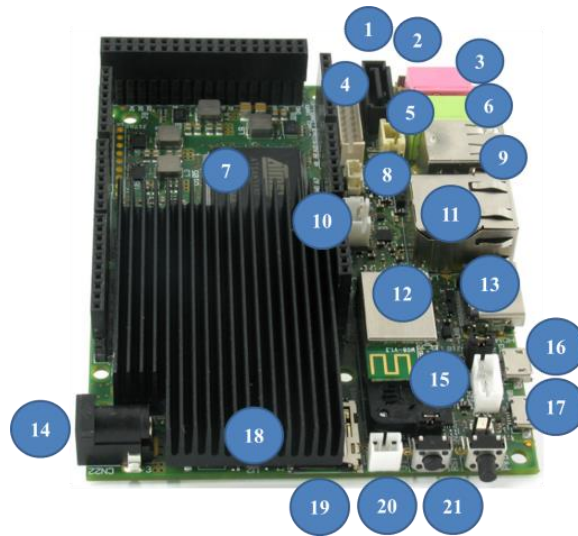


Figura 118. Placa Uddo Quad

Tabla 42. Especificaciones técnicas Uddo Quad:

<b>Nombre</b>	<b>Uddo</b>
<b>Modelo</b>	Quad
<b>Precio</b>	\$2262
<b>Procesador</b>	Freescale ARM
Arquitectura Núcleo	Cortex - A9 i.MX 6 – QuadCore
Velocidad del reloj	1GHz
<b>Unidad de procesamiento gráfico – GPU</b>	Vivante GC 2000 + Vivante GC 355 + Vivante GC320
Consumo	-
<b>Memoria</b>	
RAM	1GB DDR3
Flash	-
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	MicroSD (dispositivo de arranque)
<b>Microcontrolador</b>	Atmel SAM3X8E – ARM CORTEX-M3 (igual a la de la placa DUE)
<b>Pines</b>	
GPIO	76
Digitales	62
Analógicas/ digitales	14
PWM	-

TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
USB	5 (2 micro USB OTG, 2 USB tipo A, 1 USB*)
Salida de video	HDMI y Panel LVDS+Touch
Salida de audio	Analógico
Micrófono	Analógico
Interfaz de cámara	CSI
SATA	2 (SATA y SATA 5v)
<b>Redes</b>	
Wifi	1 Modulo Wifi
Ethernet	Zócalo RJ45 Gigabit (10/100/1000 Mbit)
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	-
Multiplataforma	Si (Linux, Android y Google ADK 2012)
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Uddo
<b>Dimensiones</b>	Largo: 109.9 mm y Ancho: 85.09 mm
Hardware (funcionalidad adicional)	-

#### 4.18 Flora V2

Flora es una plataforma electrónica de portátiles con todas las funciones de Adafruit. Es una placa que se puede cocer en algún tipo de tela, el microcontrolador que usa es compatible con Arduino, diseñado para empoderar increíbles proyectos de vestir (wearables), es por ello que se dice que Flora es perfecta para diseñar su propia moda electrónica (Adafruit, 2015).

Flora v2 se basa en el microcontrolador ATmega32u4, cuenta con un conector micro USB el cual sustituye al mini USB. Es lo suficientemente pequeño como para poner en cualquier lugar para proyectos creativos.

Alimentación eléctrica de la placa Flora:

- Voltaje de baterías externas: 3.5V de 16V DC
- Regulador de 250mA 3.3v a bordo con un diodo de protección y fusibles USB, de modo que la tensión microcontrolador es coherente y puede alimentar módulos y sensores 3.3v, gracias a la existencia del este regulador se puede conectar una batería de 9V, sin dañarse la placa.

### Características

1. Conector Micro USB
  2. Microcontrolador ATmega32u4
  3. Botón de reinicio
  4. Conector de alimentación polarizado 2 JTS - batería con diodo de protección Schottky para su uso con módulos de baterías externas de 3.5v de 16V DC.
- Flora tiene un USB HID de apoyo, por lo que puede actuar como un ratón o el teclado para conectarlo directamente a la computadora.

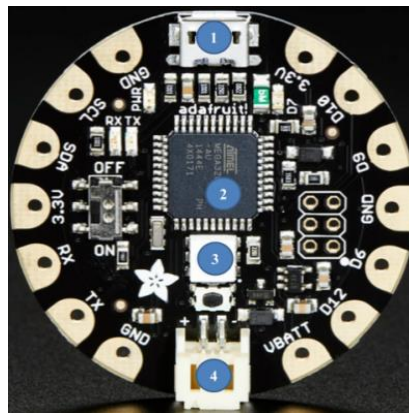


Figura 119. Placa Flora

Tabla 43. Especificaciones técnicas Flora:

Nombre	Flora
Modelo	V2
Precio	\$ 334

<b>Microcontrolador</b>	ATmega32u4
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	8 MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	-
Flash	-
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	14
GPIO	-
E / S digitales	-
Entradas analógicas	-
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	No
Salida de audio	No
<b>Redes</b>	
Wifi	No
Ethernet	No
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino 1.6.4
<b>Multiplataforma</b>	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Andafruit - Limor Fried
<b>Dimensiones/peso</b>	Diámetro: 1.75 / Peso: 4.4 gramos
Hardware (funcionalidad adicional)	-

#### **4.19 Papilio One 500k**

El Papilio es una tarjeta de desarrollo, ofrece todo lo necesario para empezar a aprender Electrónica Digital (Gadget Factory, 2015).

El Papilio Uno es una placa potente, de código abierto, y de desarrollo ampliable perfecto para el diseño y creación de prototipos de ideas. Puede personalizar las capacidades de la Papilio con Alas integrables en expansiones modulares llamada (similar a Arduino escudos), que proporcionan una mayor funcionalidad a la junta, y al mismo tiempo ampliar las posibilidades creativas.

Papilio Uno 500k tiene un microcontrolador Xilinx Spartan 3E FPGA, proporcionando una cantidad abundante de lógica digital para obtener rápidamente su prototipos de la tierra. Además, se puede codificar para la FPGA utilizando herramientas de desarrollo establecidos, o puede utilizar la costumbre Gadget de fábrica del IDE Arduino para escribir fácilmente código Arduino y subirlo al procesador.

Alimentación eléctrica de la placa Papilio UNO 500k:

- Voltaje de entrada (recomendado): 6.5V – 15V

#### **Características**

1. Alimentación eléctrica
  - Cuatro carriles de alimentación independiente a 5V, 3.3V, 2.5V y 1.2V
  - Energía suministrada por conector USB
  - Conector tipo jack de alimentación
2. Doble canal USB
  - Canal A está conectado a los pines JTAG de la Papilio Uno y proporciona programación muy rápido de la FPGA (500 ms).
  - Canal B está conectado a la Papilio Uno en una configuración de UART serie asíncrono que es capaz de velocidades de hasta 2 MHz.
3. Oscilador de 32MHz que puede ser utilizado por DCM de Xilinx para generar cualquier velocidad de reloj requerida.
4. Conector JTAG
5. Bloques de E / S (se puede configurar para apoyar 1.2V, 2.5V, 3.3V o.-)

6. Microcontrolador Xilinx Spartan 3E FPGA
  - Huella VTQFP-100 que soporta Xilinx XC3S100E, XC3S250E, y XC3S500E partes.
7. Flash SPI - Chip 4Mbit SST25VF040B

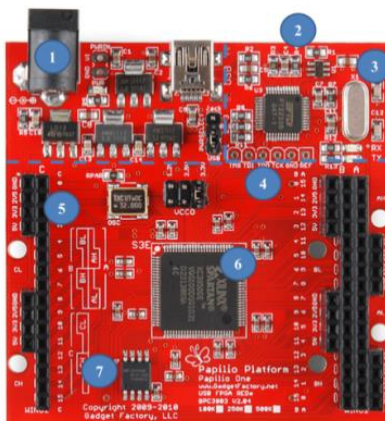


Figura 120. Placa Papilo One 500K

Tabla 44. Especificaciones técnicas Papilo One 500K:

Nombre	Papilo
Modelo	One 500K
Precio	\$ 1089
Microcontrolador	Xilinx Spartan 3E FPGA
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	32MHz
<b>Memoria</b>	
SRAM	360kb
Flash (SPI)	4Mbit
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	-
E / S	48
Entradas analógicas	-
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-

UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows y Linux
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Jack Gasset, Gadget Factory
<b>Dimensiones</b>	Largo 68.58mm y Ancho: 68.58 mm
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Alas

#### 4.20 Mojo v3

El Mojo es una placa de desarrollo FPGA que está diseñado para enseñar cómo funciona el FPGAs ( Embedded Micro Make Technology, 2015).

El Mojo v3 FPGA, se basa en los microcontroladores Spartan 6 LX9 y ATmega32U4. El ATmega32U4 viene con un USB (DFU) gestor de arranque el cual le permitirá instalar futuras actualizaciones del firmware sin tener que comprar un programador. Una vez que la tarjeta está encendida, el ATmega configura la FPGA de la memoria flash, después que la FPGA se ha configurado correctamente el ATmega entra en modo esclavo, permite que sus diseños FPGA puedan interactuar con el microcontrolador ya que le da acceso al puerto serie y las entradas analógicas.

Alimentación eléctrica de la placa Mojov3:

- Voltaje regulado: 4.8V - 12V (voltaje de entrada regulado:5V)

## Características

1. Botón de reinicio
2. Conector de alimentación
3. 8 LEDs de propósito general
4. Microcontrolador Spartan FPGA 6 XC6SLX9
5. LED para mostrar cuando el FPGA está configurado correctamente
6. Conexión USB
7. Microcontrolador ATmega32U4 - utiliza para configurar las FPGA, comunicaciones USB, y la lectura de los pines analógicos, viene con USB (DFU)

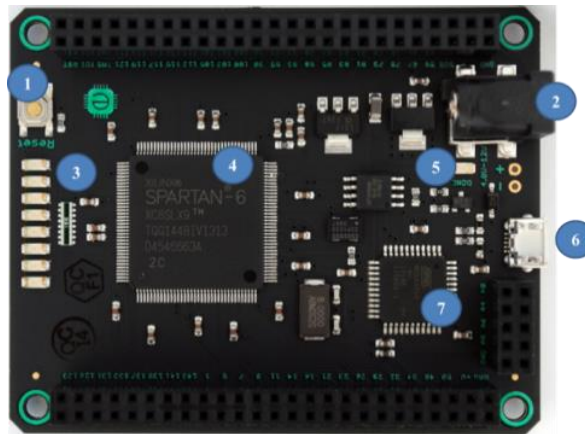


Figura 121. Placa Mojo v3

Tabla 45. Especificaciones técnicas Mojo v3:

Nombre	Mojo
Modelo	v3
Precio	\$ 1256
Microcontrolador	Spartan FPGA 6 XC6SLX9
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	-
Microcontrolador	ATmega32U4
Arquitectura	-
<b>Memoria</b>	
SRAM	2.5Kbytes
Flash	32Kbytes
EEPROM	1Kbytes

Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	-
E / S digitales	84
Entradas analógicas	8
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	Mojo IDE
Multiplataforma	Windows y Linux
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Embedded Micro
<b>Dimensiones</b>	-
Hardware (funcionalidad adicional)	-

#### 4.21 AVR.duino U+

El AVR.duino U + es una placa similar a Arduino UNO Rev3 tanto en hardware como en software, incluye características adicionales como: un puerto SlicBus, LED adicional, un potenciómetro y un pulsador, lo demás componentes son iguales a los de Arduino UNO Rev3, ambas se incluyendo se basan en el microcontrolador Atmega328 (SlicMicro ingredients for you invention, 2015).

Esta es una gran herramienta educativa y una plataforma de desarrollo de productos. Si eres nuevo en el desarrollo con microcontroladores, esto es una manera fácil de empezar.

Utilizando el entorno de Arduino con los pasos en la programación gran con facilidad. AVR.duino U+ es de menor costo ya que fabrican y se venden directamente.

Esta placa combina las características de Arduino Uno y de Esplora, aunque más limitada en gadgets onboard. Su principal ventaja es su puerto SlicBus, que permite conectar módulos especiales fabricados por SlicMicro

Alimentación eléctrica de la placa AVR.duino U+:

- Voltaje de funcionamiento: 5V
- Voltaje de Salida: 3.3V - 50mA

### Características

1. Botón de reinicio
  2. Conector USB tipo b hembra
  3. Microcontrolador Atmega328
  4. Cabecera ICSP
  5. Conector SlicBus – conectar y controlar módulos SlicBus
  6. Oscilador de cristal
  7. Conector de alimentación
- Añade un botón LED y Trimmer para la prueba rápida y simple de su código usando cables de puentes rápidos
  - Conector BLT
  - Añade dos entradas analógicas adicionales
  - Disponibles A6 y A7
  - Tiene las conexiones adicionales de la junta Rev3 (SDA, SCL, e instrucción IOREF) por lo que es compatible con la última Arduino Escudos
  - Añade protoboard puntos de replanteo en 3 esquinas para sostener AVR.duino en su lugar en la cima de las grandes placas universales.



Figura 122. Placa AVR.duino U +

Tabla 46. Especificaciones técnicas AVR.duino U +:

<b>Nombre</b>	<b>AVR.duino</b>
<b>Modelo</b>	U +
<b>Precio</b>	\$ 216
<b>Microcontrolador</b>	ATmega328
Arquitectura	8 bits
Velocidad del reloj	16MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	2Kbytes
Flash	32Kbytes
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	-
E / S digitales	14
Entradas analógicas	8
PWM	6
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Voltaje funcionamiento Pin Vi	-
USB	1 (hembra)
Salida de video	-
Salida de audio	-

<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	SlicMicro
Dimensiones	-
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields de Arduino

#### 4.22 SainSmart UNO

El SainSmart UNO R3 es una placa de desarrollo, compatible con Arduino UNO R3, se basa en los microcontroladores ATmega328-AU y ATmega16U2. Esto permite tasas de transferencia más rápidas y más memoria. Tiene la capacidad de aparecer como un teclado, ratón, joystick, etc. (Sain Smart, 2015)

Cuenta con más módulos 3.3V compatibles, como el módulo Xbee, módulo Bluetooth, módulo de RF, módulo GPRS, etc. También integra Interfaz TWI y la instrucción IOREF en los conectores superior e inferior. Este cambio mantiene el tablero 100% compatibles con las placas y escudos actuales, pero añade posibilidades de nuevos escudos. Cambia la ubicación del botón de reinicio a la esquina del conector USB para que así se pueda acceder más fácil al escudo.

SainSmart R3 puede utilizar directamente los bloques de construcción electrónicos en el puerto de E / S y obtener G, V, S.

Cuenta con una Alimentación eléctrica de la placa SainSmart UNO R3:

- Voltaje de entrada: 7V - 12V
- Corriente eléctrica 5V: 500mA
- Corriente eléctrica 3.3V: 50mA

## Características

1. Botón de reinicio
2. Cabecera ICSP para la interfaz USB
3. Conexión USB
4. Microcontrolador ATmega16U2
5. Microcontrolador ATmega328-AU
6. Cabecera ICSP para ATmega328
7. Conector de alimentación

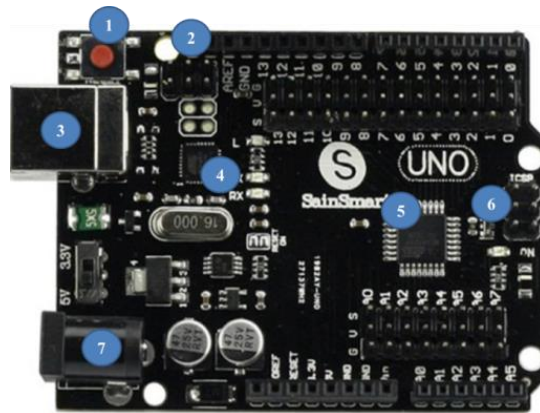


Figura 123. Placa SainSmart UNO R3

Tabla 47. Especificaciones técnicas SainSmart UNO R3:

Nombre	SainSmart
Modelo	UNO R3
Precio	\$ 234
Microcontrolador	ATmega328-AU
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	16MHz
Microcontrolador	ATMega16U2
Arquitectura	-
<b>Memoria</b>	
RAM	-
Flash ( ATmega328-AU)	32K
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	-

<b>Pines</b>	
GPIO	-
E / S digitales	14
Entradas analógicas	8
PWM	6
TWI / I2C	1/-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro (Bluetooth)	1 módulo
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino, Processing
Multiplataforma	Windows(incluir el archivo info para Windows e incluirlo en el IDE Arduino), Linux y Mac(no necesitan ningún controlador)
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Sain Smart
Dimensiones	-
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino

#### 4.23 Brasuino BS1

Brasuino BS1 es una plataforma para la creación de prototipos y desarrollo, basado en Arduino UNO utilizando el microcontrolador AVR. Este hardware se ha rediseñado con el software libre, y con licencia como GPLv2 +, se basa en los microcontroladores Atmega328 y Atmega8U2. Fue diseñado para facilitar la creación de prototipos por lo que es ideal para estudiantes, aficionados y diseñadores interesados en la creación de dispositivos de lujo (Holoscópio, 2013).

Alimentación eléctrica de la placa Brasúno BS:

- Voltaje de funcionamiento 9V – 12V, 500mA
- Voltaje de entrada VDC: 7V – 20V
- Voltaje máximo de corriente: 5V +/-0.5V-20 mA
- Voltaje máximo de corriente de salida: 10 mA

### Características

1. LEDs de estado
2. Microcontrolador Atmega8U2 – puede ser utilizado por usuarios avanzados para crear varios dispositivos USB basado en la biblioteca LUFA.
3. Conexión Mini USB
4. Cristal oscilador para Atmega8U2
5. Cristal oscilador para Atmega328
6. Microcontrolador Atmega328
7. Botón de reinicio
8. Conector de alimentación

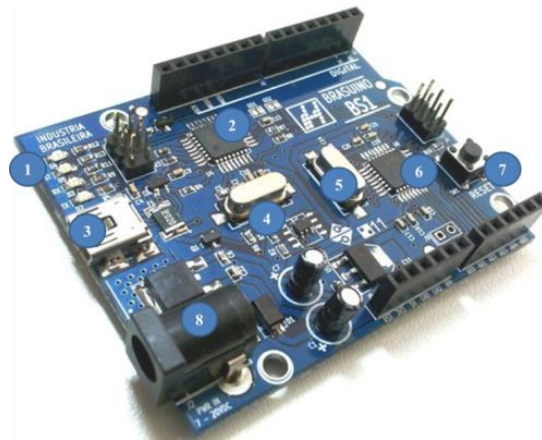


Figura 124. Placa Brasúno BS1

Tabla 48. Especificaciones técnicas Brasúno BS1:

<b>Nombre</b>	<b>Brasúno</b>
<b>Modelo</b>	BS1
<b>Precio</b>	\$ -
<b>Microcontrolador</b>	Atmega328

Arquitectura	-
Velocidad del reloj	16MHz
Microcontrolador	Atmega8U2
Arquitectura	-
<b>Memoria</b>	
RAM ( Atmega328 )	2KB
Flash ( Atmega328 )	32KB
EEPROM ( Atmega328 )	1KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	-
E / S digitales	14
Entradas analógicas	8
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Holoscópio
<b>Dimensiones</b>	
Hardware (funcionalidad adicional)	-

## 4.24 ChibiDuino2

ChibiDuino2 es una placa electrónica basada en el microcontrolador Atmega328, de origen japonés, compatible con Arduino UNO, incorpora varias mejoras, como dos mini USB tipo B, un puerto LCD 1602 y un área breadboard, el resto de las características es similar a Arduino (Chibide2).

La principal diferencia de ChibiDuino 2 y Arduino UNO, es que la primera es más pequeña que la otra.

Cuenta con reposición automática y cambio automático de la fuente de alimentación externa a USB.

Alimentación eléctrica de la placa ChibiDuino2:

- Voltaje de funcionamiento 5V o 3.3V

### Características

1. Conexión USB
2. Socket LCD 1602
3. LED de confirmación de recepción
4. Conector de alimentación
5. Cristal oscilador de cristal
6. Microcontrolador Atmega328
7. Conector ISP
8. Botón de reinicio

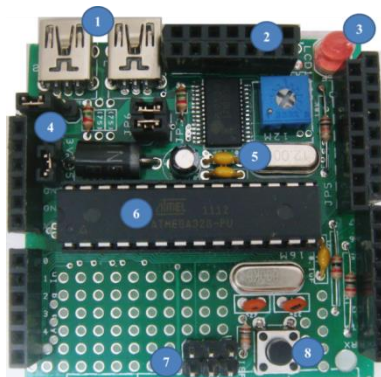


Figura 125. Placa ChibiDuino2

Tabla 49. Especificaciones técnicas ChibiDuino2:

<b>Nombre</b>	<b>ChibiDuino</b>
<b>Modelo</b>	2
<b>Precio</b>	\$136
<b>Microcontrolador</b>	ATmega328-PU
Arquitectura	8-bits RISC
Velocidad del reloj	20MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	2KBytes
Flash	32KBytes
EEPROM	1KBytes
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	28
E / S digitales	14
Entradas analógicas	6
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	
USB	2 Mini USB
Salida de video	LCD
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	TiisaiDipJp
Dimensiones	-
Hardware (funcionalidad adicional)	-

## 4.25 Diavolino

Diavolino ("pequeño diablo") es una placa electrónica de desarrollo de bajo costo, fácil de construir y es compatible con Arduino UNO (Evil Mad Scientist Laboratories).

Diavolino tiene el factor de forma de un Arduino Duemilanove o Arduino Pro, pero con las esquinas bien redondeadas y un aspecto llamativo.

Es un bajo perfil a través de hoyos con un diseño simplificado. Está basado en un microcontrolador ATmega328P, y viene con el bootloader de Arduino. Diseño de código abierto, con el hardware básico.

Diseñado principalmente para satisfacer las necesidades locales de la comunidad hacker de San Francisco, de tener una placa de bajo costo para la enseñanza. Diavolino se vende como fácil de montar "a través del agujero". Se requiere habilidad básica de soldadura electrónica, para agregar componentes.

Para cargar bocetos Arduino sobre una Diavolino, necesitará una interfaz FTDI. Incluso si usted necesita para desplegar una gran cantidad de tablas, es probable que sólo tenga una interfaz. Dentro del IDE Arduino, se debe seleccionar como tipo de placa en el menú a Duemilanove w / '328.

Alimentación eléctrica de la placa Diavolino:

- Voltaje de funcionamiento para el microcontrolador: 4.5V – 5.5V
- Alimentación FTDI USB-TTL: 5v
- Batería externa: 5V
- Voltaje máximo para una pila de verruga de pared: 9V

### Características

1. Cabecera USB-TTL de 6 pines para la interfaz
2. LED rojo de 3 mm, listo para abrir y cerrar boceto
3. Oscilador de cristal 16 MHz (mejor grado, 20 ppm)
4. Botón de reinicio
5. Pines para conectar a una caja de la batería, con alivio de tensión
6. Microcontrolador ATmega328P (bootloader Arduino)

7. Conector hembra ICSP de 6 pines (ISP /CPI)-7
8. Pines para soldar una fuente de alimentación DC tipo Jack (Vin)
  - Circuito de Auto-reset
  - Puente de cables para la alimentación USB opcional

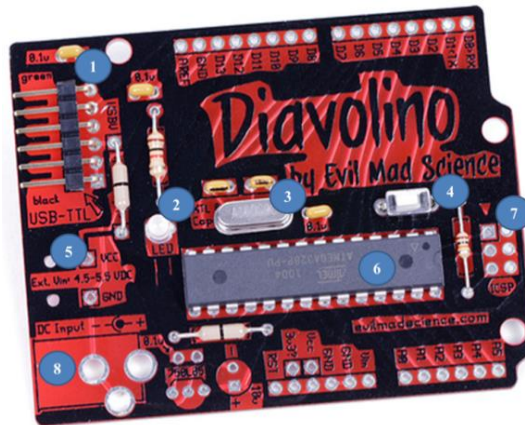


Figura 126. Placa Diavolino

Tabla 50. Especificaciones técnicas Diavolino:

Nombre	Diavolino
Modelo	-
Precio	\$ 200
Microcontrolador	Atmega328P-PU
Arquitectura	8 bits
Velocidad del reloj (externo)	16MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	2KB
Flash	32 KB
EEPROM	1KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	28
GPIO	-
E / S digitales	14
Entradas analógicas	6
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-

UART	-
Temporizadores	-
USB	Cabecera USB-TTL (6 pines)
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Evil Mad Scientist Laboratories
Dimensiones	-
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino (algunos)

#### 4.26 Freeduino USB (KIT)

Freeduino es un proyecto de código abierto, puede replicar y publicar archivos de hardware compatibles con Arduino.

Mientras Arduino es una marca protegida, Freeduino viene con una licencia libre y sin restricciones para utilizar el nombre Freeduino, disponible para cualquier uso (Freeduino).

Freeduino actualmente consiste en un esquema Diecimila equivalente y 0603, 0805, 1206 y los archivos de mesa enrutadas a través del agujero. Freeduino USB se basa en el microcontrolador Atmega328P.

Alimentación eléctrica de la placa Freeduino:

- Regulador de voltaje positivo: 5V
- Voltaje de entrada VDC: 7V – 12V

#### Características

1. Conexión mini USB-B
  2. Chip FT232R (viene soldado de fábrica)
  3. Cuarzo 16 MHz u oscilador de cerámica
  4. Botón de reinicio
  5. Conector ICSP
  6. Microcontrolador Atmega328P
  7. Conector de alimentación tipo Jack 2.1mm
- AutoReset: Es posible subir boceto compilado a la MCU sin presionar el botón de reinicio
  - Protección de sobre corriente USB: Un polyfuse reajutable protege el puerto USB de situaciones de sobre corriente y de acceso directo.
  - Nuevo gestor de arranque con 1 segundo de retraso
  - Fácil de soldar

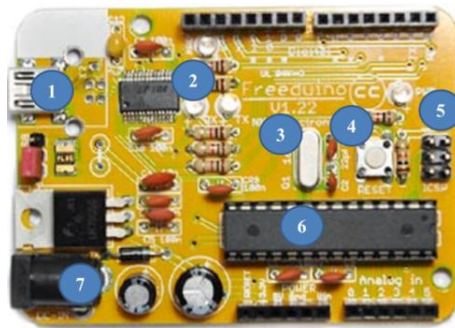


Figura 127. Freeduino USB

Tabla 51. Especificaciones técnicas Freeduino USB:

<b>Nombre</b>	Freeudino
<b>Modelo</b>	USB v1.22
<b>Precio</b>	\$ 372
<b>Microcontrolador</b>	Atmega328P
Arquitectura	
Velocidad del reloj (externo)	16MHz
Memoria	
RAM	2KB
Flash	32 KB
EEPROM	1KB

Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	28
GPIO	-
E / S digital	14
Entradas analógicas	6
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	Mini USB – B
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	Processing Wiring – IDE Arduino, C++
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Freeduino – Bill Westfield
Dimensiones	-
Hardware (funcionalidad adicional)	-

#### 4.27 Rascal

Rascal es una plataforma electrónica basada en el microcontrolador Atmel - AT91SAM9G20 (ARM9). El Rascal es un pequeño ordenador que se puede utilizar para supervisar y controlar el mundo de forma remota, por medio de la conexión de sensores, motores, entre otros componentes. Es como el cerebro de un iPhone, sin el jefe supremo de las empresas. El Rascal es lo suficientemente potente como para manejar el tráfico web real, pero usted no tiene que ser un ingeniero eléctrico profesional para utilizarlo (rascal micro, 2015).

Rascal es un servidor web embebido que cuenta con su propio editor basado en web abordo. Puede editar archivos directamente en Rascal desde el navegador web, se necesita una conexión a Internet.

### Características

1. Conector Ethernet
2. Conector USB
3. Ranura Micro SD
4. Memoria Flash 4MB
5. Microcontrolador AT91SAM9G20
6. Conector de alimentación tipo Jack



Figura 128. Rascal

Tabla 52. Especificaciones técnicas Rascal:

Nombre	Rascal
Modelo	1.3
Precio	\$2497
Microcontrolador	AT91SAM9G20
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	400MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	64MB
Flash (externa)	32MB
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	4 GB Micro SD
<b>Pines</b>	28
GPIO	-
E / S digitales	14

Entradas analógicas	6
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	2
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	1
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	Editor esta eb red-Python(biblioteca Pytronics), Javascript, jQuery, jqPlot (preinstalados en la placa)
Multiplataforma	Linux
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Micro LLC - Brandon Stafford Rascal
<b>Dimensiones</b>	Largo:100mm y Ancho: 50mm
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino

#### 4.28 Romeo 2.2 R3

Romeo 2.2 R3 se basa en el microcontrolador Atmega32U4, es compatible con Arduino UNO R3 y se comporta como Arduino Leonardo. Se diseñó especialmente para aplicaciones de robótica o la mecatrónica y dispositivos extendidos (DFROBOT Drive the Future).

Soporta el motor de control paso a paso, el chipset 32U4 maneja el USB directamente, bibliotecas de código están disponibles que permiten el tablero para emular un teclado de computadora, ratón, y más con el muy interesante protocolo USB HID!

La mejor ventaja es que ATmega32u4 tiene dos puertos serie que permite la carga bocetos sin quitar módulos inalámbricos. Cuenta con un interruptor para seleccionar la fuente de energía, ya sea desde un dispositivo USB o fuente de alimentación externa. Gracias a que se puede agregar un módulo Xbee permite que comenzar un proyecto inmediatamente, sin necesidad de un controlador de motor adicional o escudo inalámbrica.

Dentro del IDE Arduino, se debe seleccionar como tipo de placa en el menú a Leonardo.

Alimentación eléctrica de la placa Romeo 2.3:

- Alimentación DC: USB o por una fuente externa: 6V - 23V
- Voltaje de salida: 3.3V / 5V (2A)
- Corriente para el motor CC: 2<sup>a</sup>

### **Características**

1. Conexión USB
2. Zócalo Xbee
3. Conector de interfaz I2C /TWI
4. Alimentación servo
5. Botón de reinicio
6. Interruptor S1-S5
7. Microcontrolador ATmega32u4
8. Zócalo Bluetooth/APC220
9. Interruptor de alimentación del sistema y motores
10. Conector ICSP
11. Jump modo motor
12. Entrada de alimentación al sistema y motores
13. Motores

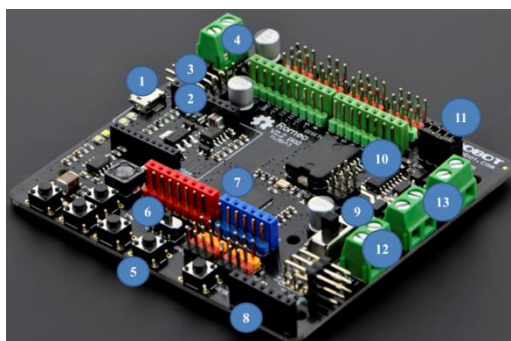


Figura 129. Romeo

Tabla 53. Especificaciones técnicas Romeo:

Nombre	Romeo
Modelo	v2.2 R3
Precio	\$586
Microcontrolador	ATmega32u4
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	16MHz
<b>Memoria</b>	
SRAM	2.5 KB
Flash	32 KB
EEPROM	1 KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	-
E / S digitales	-
Entradas analógicas	12
PWM	7
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Temporizadores	-
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	

Wifi	-
Ethernet	-
Otro ( Bluetooth )	1 (zócalo)
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	DFRobot
<b>Dimensiones</b>	Largo: 89 mm, Ancho: 84mm y Altura: 14 mm
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields de Arduino

#### 4.29 Seeeduno

Es una placa electrónica basada en el microcontrolador Atmega328. El Atmega328P-MU es un alto rendimiento, también cuenta con un microcontrolador Atmega16U2 que actúa como un chip UART a USB conversor que significa que la tarjeta puede funcionar básicamente como un chip FTDI (SeeedunoStudio, 2015).

La v4.0 Seeeduno hereda todo lo de la placa Arduino Duemilanove y las características del Uno, pero también añade algo de su parte.

Alimentación eléctrica de la placa Seeeduno:

- Voltaje de funcionamiento: 5V o 3.3V
- Voltaje de entrada jack: 7V-12V
- Voltaje funcionamiento Pin Vi: 40mA

#### Características

1. Pines ICSP y SPI para el chip Atmega16U2
2. Conexión USB
3. Conector de alimentación tipo Jack
4. Botón de reinicio

5. Microcontrolador Atmega16U2
6. Microcontrolador Atmega328P
7. Conector Grove
8. Conector ICSP

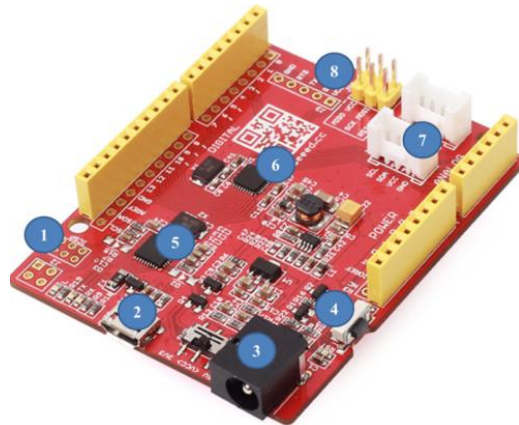


Figura 130. Seeeduino

Tabla 54. Especificaciones técnicas Seeeduino:

Nombre	Seeeduino
Modelo	v4
Precio	\$377
Microcontrolador	Atmega328P
Arquitectura	8 bits
Velocidad del reloj	16MHz
Microcontrolador	Atmega16U2
<b>Memoria</b>	
RAM	2KB
Flash	32KB
EEPROM	1KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	-
E / S digitales	14
Entradas analógicas	6
PWM	6
TWI / I2C	-
SPI	-

UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	SeeedStudio
Dimensiones	-
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino

#### 4.30 Eleven

Es una placa electrónica basada en los microcontroladores Atmega328P y Atmega8U2, es como un Arduino Uno, sin embargo Eleven cuenta con mejoras y actualizaciones para la facilidad de uso y costo, es muy fácil de utilizar. Cuenta con un Área se prototipos, para proyectos que no es necesario adquirir un escudo (shield) para ahorrarse el gasto. Ideal para proyectos de IC sensor rápido, además de poseer almohadillas eléctricas adicionales (ubicadas debajo de las conexiones limpias) (Freetronics, 2015).

Agrego un Cristales Dual adecuados tanto para la MCU principal y la MCU de comunicaciones en lugar de utilizar un resonador de cerámica, tiene una serie de LEDs informativos que nos identificar que acción se está realizando.

Alimentación eléctrica de la placa Eleven:

Voltaje de funcionamiento: 5V

Voltaje de entrada jack: 7V – 12V

Voltaje funcionamiento Pin Vi: 40mA

### Características

1. Conexión Host USB
2. Microcontrolador Atmega8U2
3. Área de prototipos
4. Conector ICSP
5. Botón de reinicio
6. Microcontrolador Atmega328P
7. LEDs informativos
8. Conector de alimentación tipo Jack

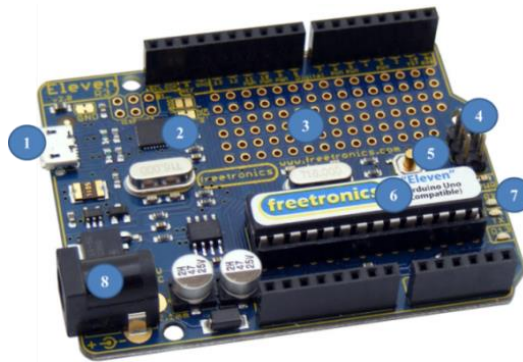


Figura 131. Eleven

Tabla 55. Especificaciones técnicas Eleven:

Nombre	Eleven
Modelo	-
Precio	\$ 486
Microcontrolador	Atmega328P
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	16MHz
Microcontrolador	Atmega8U2
<b>Memoria</b>	
RAM	2 KB
Flash	32 KB (utiliza 1 KB para el bootloader)

EEPROM	1 KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	-
E / S digitales	14
Entradas analógicas	6
PWM	6
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
USB	HOST USB
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Freetronics
Dimensiones	-
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino

#### 4.31 Zigduino

El Zigduino r2 es la nueva versión, una plataforma basada en el microcontrolador Atmega128RFA1 (Logos Electromechanical).

Integra un radio 802.15.4 que permite la conexión inalámbrica con una amplia gama de diferentes dispositivos de Zigduino, Atmel y que utilizan el protocolo Zigbee. El radio puede ser configurado para soportar cualquier protocolo basado en 802.15.4, incluyendo ZigBee, Ruta Bajo MAC / 6LoWPAN y RF4CE. Se utiliza una antena a bordo, con la

opción de remplazarlo con un conector MMCX para una antena externa. El Zigduino se vende como un subconjunto, no como un producto completo.

Alimentación eléctrica de la placa Zigduino:

Voltaje de funcionamiento: 3.3V

Voltaje de entrada (recomendado): 7V -18V

Voltaje de entrada (máximo): 6V - 30V

Corriente DC en E /S por Pin: 20 mA

Corriente DC en 5V: 250mA

Corriente DC en 3.3V:200mA

### Características

1. Conexión USB
2. Conector para una batería tipo Lipo
3. Conector de alimentación tipo jack
4. Botón de reinicio
5. Microcontrolador Atmega128RFA1
6. Conector para una antena Wifi
7. Pines para soldar un reloj cristal 32.768 kHz
8. Conector ICSP

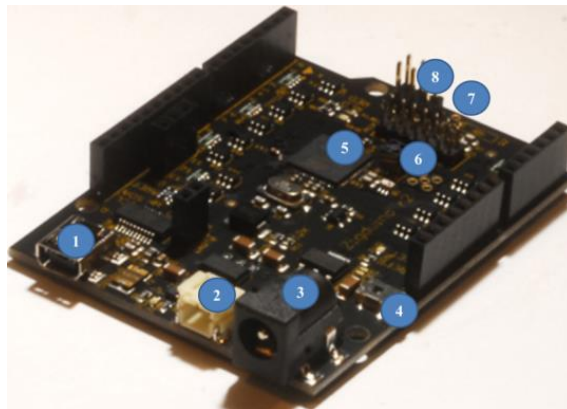


Figura 132. Zigduino

Tabla 56. Especificaciones técnicas Zigduino:

<b>Nombre</b>	<b>Zigduino</b>
<b>Modelo</b>	r2
<b>Precio</b>	\$ 1173
<b>Microcontrolador</b>	Atmega128RFA1
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	16 MHz
<b>Memoria</b>	
SRAM	16 KB
Flash	128 KB (2 KB utiliza el gestor de arranque)
EEPROM	4 KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	32
GPIO	-
E/S digitales	14 + 3 auxiliares
Entradas analógicas	6
PWM	6
TWI / I2C	-/2
SPI	3
UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	1 (radio 802.15.4 - modulo interno)
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Logos Electromechanical

Dimensiones	-
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino

### 4.32 Motoduino

Motoduino es una placa electrónica que combina un Arduino Duemilanove y un chip L293D, que es un conductor del motor de una tarjeta integrada que puede conducir dos motores DC (corriente hasta 1.2A) y utilizar un control PWM características de velocidad del motor. Se basa en el microcontrolador ATmega328P-PU (Motoduino Lab).

Motoduino es totalmente compatible con Duemilanove Arduino, incluye un conector para integrar un módulo Bluetooth, puede comunicarse con otros dispositivos Bluetooth transmitir la información adecuada para su aplicación, por ejemplo en un coche de control remoto, control de temperatura, etc.

Alimentación eléctrica de la placa de Motoduino:

- Voltaje de funcionamiento: 5V
- Voltaje de entrada recomendado (DC jack): 7V – 12V
- Voltaje de entrada máximo (DC jack): 6V – 20V
- Energía externa Motor DC: 7V-12V
- Corriente DC por E/S Pin: 40 mA
- Corriente DC de 3.3V Pin: 50 mA

### Características

1. Conexión USB
2. Conector ICSP
3. Conector para Bluetooth (3.3 V – TX / RX)
4. Botón de reinicio
5. Microcontrolador ATmega328P
6. Conexión para controlar motores
7. Conector de alimentación

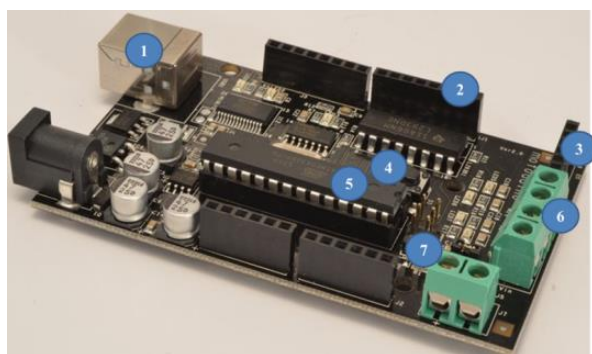


Figura 133. Motoduino

Tabla 57. Especificaciones técnicas Motoduino:

Nombre	Motoduino
Modelo	-
Precio	\$ 1350
Microcontrolador	ATmega328P
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	16MHz
<b>Memoria</b>	
SRAM	2 KB
Flash	32 KB (2 KB utiliza el gestor de arranque)
EEPROM	1 KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	-
E/S digitales	12
Entradas analógicas	6
PWM	4
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	

Wifi	-
Ethernet	-
Otro ( Bluetooth )	1
Software	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
<b>Multiplataforma</b>	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Motoduino
Dimensiones	-
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino

### 4.33 Teensy

El Teensy 3.1 es una placa de desarrollo protoboard, es un sistema de desarrollo basado en USB completo, en muy poco espacio. Se basa en el microcontrolador AVR MK20DX256.

Teensy es muy fácil de usar, es de un tamaño minúsculo, perfecto para muchos proyectos, dispone de puntos de soldadura para todas las señales de E / S, mediante la conexión USB se puede emular cualquier tipo de dispositivo (PJRC Electronic Projects Components Available Worldwide).

Alimentación eléctrica de la placa Teensy:

- Voltaje de salida: 3.3 V
- Voltaje de entrada (tolerante): 5 V

#### Características

1. Conexión USB 2.0
2. Microcontrolador MK20DX256
3. Botón (para iniciar el gestor de arranque)

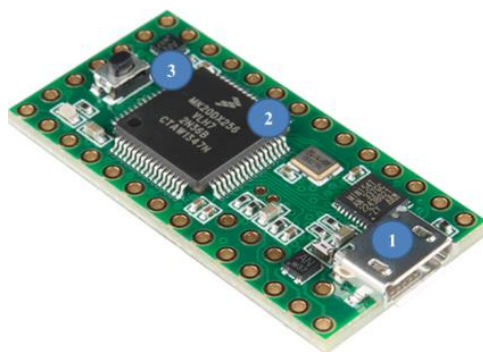


Figura 134. Teensy

Tabla 58. Especificaciones técnicas Teensy:

Nombre	Teensy
Modelo	3.1
Precio	\$ 332
Microcontrolador	MK20DX256 – Cortex – M4
Arquitectura	32 bits
Velocidad del reloj	72 MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	64 KB
Flash	256 KB
EEPROM	2 KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	-
E/S digitales	34
Entradas analógicas	21
PWM	12
TWI / I2C	2
SPI	1
UART	38
Temporizadores	12
USB	USB 2.0
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	

Wifi	-
Ethernet	-
Otro ( Bluetooth )	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	Teensyduino (añade IDE Arduino)
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	-
<b>Dimensiones</b>	Largo: 35.6 mm y Ancho:17.8 mm
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	-

#### 4.34 Boarduino CC

Es una placa electrónica basada en el microcontrolador Atmega328P, es un clon de Arduino Diecimila pero de menor tamaño. Diseñado para facilitar la creación de prototipos (Adafruit, 2015).

Para esta versión CC no cuenta con un conector USB, por lo que se necesita un cable USB-TTL o un MiniUSB (o cualquier otro tablero del desbloqueo de FTDI) para poder programarlo.

Alimentación eléctrica de la placa Boarduino CC:

- Voltaje de funcionamiento: 7V – 12 V

#### Características

1. Conector de alimentación tipo jack
2. LEDs indicadores (verde-alimentación y rojo- pin 13)
3. Microcontrolador Atmega328P
4. Botón de reinicio
5. Conector ICSP de 6 pines
6. Conector de 6 pines para un cable USB-TTL

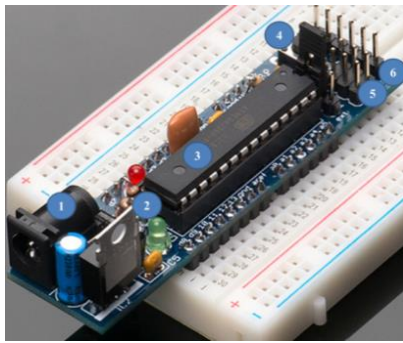


Figura 135. Boarduino

Tabla 59. Especificaciones técnicas Boarduino:

Nombre	Boarduino
Modelo	CC
Precio	\$ 293
Microcontrolador	Atmega328P
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	16 MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	2 KB
Flash	32 KB
EEPROM	1 KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	28
GPIO	-
E/S digitales	12
Entradas analógicas	6
PWM	4
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
USB	-
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro ( Bluetooth )	-

<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino (v13)
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Adafruit
<b>Dimensiones</b>	Largo:75 mm y Ancho 20 mm
Hardware (funcionalidad adicional)	-

#### 4.35 Fentoduino

Es una placa electrónica basada en el microcontrolador Atmega328P-MU. Sirve para cargar bocetos, es compatible con Arduino pero es muy pequeña, sin embargo tiene el mismo número de pines que Arduino UNO (Fentoduino, 2015).

Alimentación eléctrica de la placa Fentoduino:

- Voltaje de funcionamiento: 3.3V – 5V
- Voltaje funcionamiento Pin E/S: 40 mA

#### Características

1. Microcontrolador Atmega328P
2. Conexión USB Micro B



Figura 136. Fentoduino

Tabla 60. Especificaciones técnicas Femtoduino:

<b>Nombre</b>	<b>Femtoduino</b>
<b>Modelo</b>	13
<b>Precio</b>	\$ 419
<b>Microcontrolador</b>	Atmega328P
Arquitectura	8 bits
Velocidad del reloj	-
<b>Memoria</b>	
RAM	2KB
Flash	32 KB
EEPROM	1KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	28
GPIO	-
E/S digitales	14
Entradas analógicas	6
PWM	6
TWI / I2C	2
SPI	1
UART	1 (básico)
Temporizadores	-
USB	USB2.0
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro ( Bluetooth )	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Femtoduino
<b>Dimensiones</b>	Largo: 20.7 mm y Ancho:15.2 mm
Hardware (funcionalidad adicional)	-

### 4.36 JeeNode

JeeNode es una placa inalámbrica de tamaño compacto. Diseñado para diversas tareas de computación física; a partir de la medición y la temperatura, la humedad, y otros datos ambientales para la presentación de informes de seguimiento y control de consumo de energía en la casa. Fue inspirado por la placa Duemilanove y Uno de Arduino y por la "Junta Bare Bones Real" (BRD) de dispositivos modernos (JeeLabs, 2013).

Alimentación eléctrica de la placa JeeNode:

- Voltaje de funcionamiento: 3.3V

#### Características

1. Conector FTDI de 6 pines para conectar el cable FTDI
2. Conector serie I2C de 8 pines
3. Microcontrolador ATmega328P
4. 2x4-pin conector combinado SPI / ISP, con 2 líneas de E / S de propósito general (el conector ISP tiene 2 pines extra, para permitir la re-utilizarla como bus SPI para 1 o 2 dispositivos)
5. Cable corto – actúa como antena de radio (78, 82, 165 mm de largo, de 915, 868, 433 MHz, respectivamente)
6. Módulo inalámbrico de Radio RFM12B - 433, 868, o 915 MHz banda ISM, por la esperanza de RF



Figura 137. JeeNode

Tabla 61. Especificaciones técnicas JeeNode:

<b>Nombre</b>	<b>JeeNode</b>
<b>Modelo</b>	v6
<b>Precio</b>	\$352

<b>Microcontrolador</b>	ATmega328P
Arquitectura	8 bits –RISC
Velocidad del reloj	16 MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	2 KB
Flash	32 KB
EEPROM	1 KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	24
GPIO	-
E/S digitales	4
Entradas analógicas	4
PWM	8
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	-
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	RFM12B
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	JeeLabs
<b>Dimensiones / peso</b>	Largo: 80 mm y Ancho: 21 mm / 45g
Hardware (funcionalidad adicional)	-

### **4.37 Moteino**

Moteino es una placa inalámbrica basada en el microcontrolador ATmega1284P. Es de bajo costo, potencia y de menor tamaño, compatible con Arduino, ya que incorpora un módulo emisor/receptor RFM69HW inalámbrico (LowPowerLab, 2015).

Moteino no incluye un convertidor USB-serie a bordo, en lugar usted necesita utilizar un adaptador externo FTDI para cargar bocetos. Son compatibles con cualquier otro clon de Arduino que utilizan los HopeRF transceptores RFM12B o RFM69. Moteino también viene con un chip opcional Flash SPI para registro de datos o programación inalámbrica.

Diseñado especialmente para controlar control domótico, por lo que puedes controlar dispositivos que necesiten ser controlados de forma inalámbrica. Ofrece la posibilidad de ser programada a distancia. La placa Moteino funciona de la misma forma que un Arduino MEGA y tienen exactamente los mismos pines.

Se incluye una tira de pines para el puerto de programación y un cable de antena de la medida correcta (ambos sin soldar). No incluye los pines laterales, pero puedes adquirirlos.

Alimentación eléctrica de la placa Moteino:

- Regulador a bordo 3.3V: 250mA, entrada hasta 16V
- Voltaje de entrada (recomendado): 3.5V -12V
- Corriente DC por E / S Pin: 30 mA
- Corriente DC de 3.3V Pin: 40 mA

#### **Características**

1. Conector FTDI de 6 pines
  2. Botón de reinicio
  3. Microcontrolador ATmega328
  4. Chip Flash
  5. Conector para antena inalámbrica
- Módulo inalámbrico RFM69HW (funciona en la banda de frecuencia de 868MHz y 915MHz y tiene un alcance aproximado de 300 a 400 metros en espacio abierto).

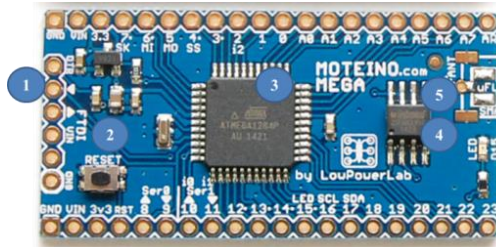


Figura 138. Moteino

Tabla 62. Especificaciones técnicas Moteino:

<b>Nombre</b>	<b>Moteino Mega</b>
<b>Modelo</b>	r1
<b>Precio</b>	\$ 334
<b>Microcontrolador</b>	ATMega1284
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	16 MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	16 KB
Flash	128 KB (1KB utiliza el gestor de arranque)
EEPROM	4 KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	46
GPIO	-
E/S digitales	32
Entradas analógicas	8
PWM	8
TWI / I2C	2
SPI	3
UART	-
Temporizadores	-
USB	-
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	RFM69HW
Ethernet	-
Otro	-

<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	LowPowerLab
<b>Dimensiones</b>	25.40 mm y 50.80
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino

### 4.38 Picoduino

Es una placa de desarrollo ultra pequeña basada en el microcontrolador ATtiny85 MCU, altamente inspirado en DigiSpark, sólo es más barato, pequeño y un poco menos potente (tindie).

Es una gran manera de saltar a la electrónica, o perfecto para cuando un Arduino es demasiado grande o demasiado. Debido Picoduino tiene bootloader, usted no necesita ninguna placa Arduino o programador para subir su boceto, sólo tiene que conectar a su computadora y divertirse, además integra I2C pull-up, el relé conductor y RGB LED. Picoduino es hardware compatible con Adafruit Trinket / Gemma.

### Características

1. USB incorporado
2. Microcontrolador ATtiny85
3. LED verde (parpadeante durante la actividad del gestor de arranque)
  - Sensor de temperatura interna
  - Abordo lleva un RGB (no requiere ningún escudo)

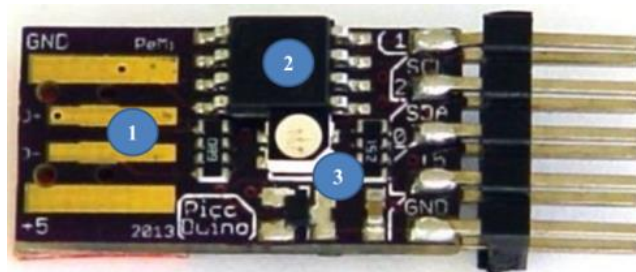


Figura 139. Picoduino

Tabla 63. Especificaciones técnicas Picoduino:

<b>Nombre</b>	<b>Picoduino</b>
<b>Modelo</b>	-
<b>Precio</b>	\$ 184
<b>Microcontrolador</b>	ATtiny85
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	-
<b>Memoria</b>	
SRAM	-
Flash	8 KB (aprox. 2 KB utiliza para el gestor de arranque)
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	5
GPIO	-
E/S	5 o 6 pines E / S si el fusible de restablecimiento inhabilitado
Entradas analógicas	3
PWM	3
TWI / I2C	1 (vía ISP)
SPI	1 (vía ISP)
UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino 1.0
Multiplataforma	S Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Peter Misenko

<b>Dimensiones</b>	Largo: 22mm y Ancho:12 mm
Hardware (funcionalidad adicional)	-

#### 4.39 Sanguino

El Sanguino es una placa de desarrollo compatible con Arduino. Desarrollado para crear prototipos para controlar las impresoras 3D de código abierto, ha ganado un amplio uso en la robótica y la piratería de hardware (Sanguino.cc, 2008).

Sanguino como el hermano mayor de la Uno, se inspiró en el diseño de Boarduino y se basa en el microcontrolador Atmega64 Sanguino 4P.

#### Características

1. Conector FTDI de 6 pines
2. Jumper Auto reset
3. Conector ICSP de 6 pines
4. LEDs informativos
5. Microcontrolador Atmega644P
6. Selector de potencia
7. Conector JTAG de 10 pines
8. Botón de reinicio
9. Conector de alimentación tipo jack

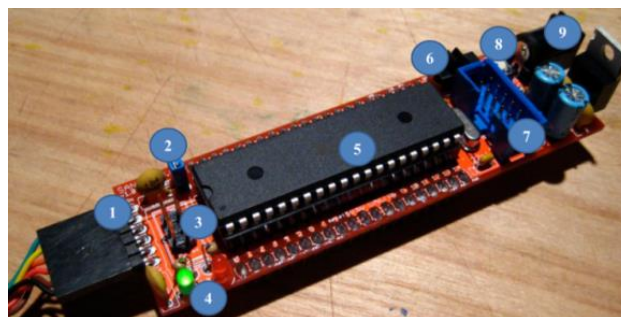


Figura 140. Sanguino

Tabla 64. Especificaciones técnicas Sanguino:

<b>Nombre</b>	<b>Sanguino</b>
<b>Modelo</b>	v1.0
<b>Precio</b>	\$ 59 (solo la PCB sin dispositivos)
<b>Microcontrolador</b>	Atmega644P
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	16 MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	4 KB
Flash	64 KB
EEPROM	2 KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	40
GPIO	32
E/S digitales	-
Entradas analógicas	8
PWM	6
TWI / I2C	1
SPI	2
UART	2
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Zach Hoeken - RepRap

Dimensiones	-
Hardware (funcionalidad adicional)	-

#### 4.40 SODAQ Mbili

Es una placa electrónica multi-funcional, basada en el microcontrolador Atmega1284P. Permite conectar sensores y dispositivos a internet, de forma rápida y sencilla. Está diseñado para la conexión de las cosas de manera eficiente corriendo fuera de la red, con una función de energía solar listo para trabajar. Se puede conectar una batería Li-Po y un panel solar para reunir datos de los sensores sin tener que cargarlo (SODAQ).

Gracias al conector Bee puede tomar cualquier WiFi / RF / XBee u otro plug-in compatible para comunicaciones en lugar de nuestro módulo GPRS (GPRSbee). SODAQ Mbili es el sucesor de SODAQ Moja.

Alimentación eléctrica de la placa SODAQ Mili:

- Voltaje de funcionamiento batería Lipo: 3.7V
- Voltaje de funcionamiento USB: 5V
- Voltaje funcionamiento Pin: 3.3V

#### Características

1. Fila Grove Switched
2. Fila Grove Always
3. Ranura Micro SD (ubicado en la parte trasera de la placa)
4. Conector JTAG
5. Interruptor encendido / apagado (con el interruptor en posición de apagado el circuito de carga solar todavía está activo y el reloj RTC está encendido)
6. Conector ICSP de 6 pines
7. Memoria Flash 16 Mbit
8. Conector para un interruptor encendido / apagado
9. Chip FTDI
10. Conector Bee
11. Microcontrolador Atmega1284P

- 12. LEDs programables para el usuario
- 13. Reloj DS3231 de tiempo real y sensor de temperatura (copia de seguridad RTC alimentado por una batería Lipo)
- 14. Botón de reinicio
- 15. Conector de alimentación GPRSbee
- 16. Jumper para la medición para consumo de energía de una batería
- 17. Conector para batería
- 18. Conector de panel solar
- 19. Conexión USB

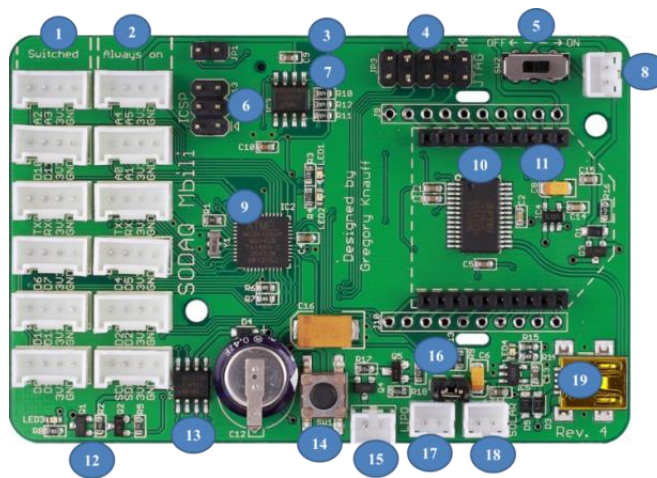


Figura 141. SODAQ Mbili

Tabla 65. Especificaciones técnicas de la placa SODAQ Mbili:

<b>Nombre</b>	<b>SODAQ</b>
<b>Modelo</b>	Mbili
<b>Precio</b>	\$ 856
<b>Microcontrolador</b>	Atmega1284P
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	8 MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	-
Flash	128 KB
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	-

<b>Pines</b>	
<b>GPIO</b>	
E/S digitales	10
Entradas analógicas	6
PWM	-
TWI / I2C	1
SPI	2
UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro (Bee)	Bee
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Gregorio Knauff – SODAQ
Dimensiones	-
Hardware (funcionalidad adicional)	-

#### 4.41 TinyLily Mini

La familia tinycircuits-tinylily su diseño es compacto y de bajo costo, creado para agregar inteligencia a diverso proyectos (TinyCircuits, 2014).

TinyLily Mini se diseñó para cubrir todas necesidades e-textil y la electrónica en general, inspirado en Arduino Lilypad, ya que cuenta con la misma potencia de procesamiento, se basa en el microcontrolador ATmega328P. Permite reducir considerablemente el tamaño de los proyectos, lo que le permite una mayor creatividad en lo que puede hacer.

Alimentación eléctrica de la placa TinyLily Mini:

- Voltaje de funcionamiento (modo Arduino): 2.7V – 5.5V
- Voltaje de funcionamiento (con fw personalizado): 1.8V – 5.5V

### Características

1. Encabezado de expansión USB
  2. Microcontrolador ATmega328P (TinyCircuits, 2014)
- Se puede lavar la placa

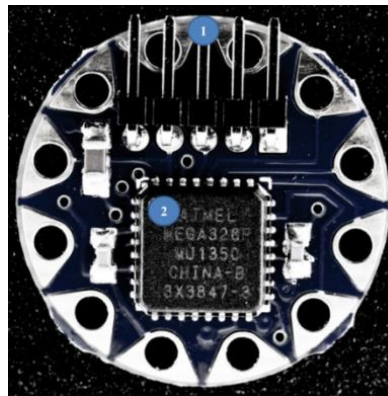


Figura 142. TinyLily Mini

Tabla 66. Especificaciones técnicas TinyLily Mini:

<b>Nombre</b>	<b>TinyLily</b>
<b>Modelo</b>	Mini
<b>Precio</b>	\$ 167
<b>Microcontrolador</b>	ATmega328P
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	8 MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	2 KB
Flash	32 KB (0.5 KB utiliza el gestor de arranque)
EEPROM	1 KB
Tamaño de almacenamiento	
<b>Pines</b>	12
GPIO	8
E/S digitales	4

Entradas analógicas	4
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	-
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	TinyCircuits
<b>Dimensiones/peso</b>	Diametro:14.0mm y Altura: 2.8 mm /39 grs
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	TinyLily Mini USB Board

#### 4.42 Versalino Uno

Versalino es un sistema que se ha desarrollado para que sea fácil de aprender y experimentar con la electrónica, como los conductores de microcontroladores, además de ser utilizado para el desarrollo de dispositivos de usuario final.

Versalino Uno se basa en el microcontrolador ATmega328P-PU. E, desarrolló un sistema de BUS estandarizado que permite diseñar un tablero de carga con menos de la mitad de los pines disponibles sin sacrificar la capacidad de hacer un montón de cosas con ella (Versalino.com, 2015).

Cuenta con un puerto BT2S, está diseñado para ofrecer plug and play Bluetooth, tiene compatibilidad con el Virtuabotix BT2S Esclavo y Virtuabotix BT2S Maestro, con ello es

muy eficaz para convertir su proyecto de un cable a una solución inalámbrica. Su esta estructura de incorporar en el diseño un puerto adicional permite el diseño de muchos dispositivos de comunicación serie que se pueden agregar a su sistema sin interferir con otras placas.

### Características

1. Conector de alimentación
2. Microcontrolador ATMEGA328P
3. Botón de reinicio
4. Conector ICSP
5. Puerto BT2S
6. Conector JTAG(Versalino BUS A y PGM B – trabaja con Arduino USB luz de serie)

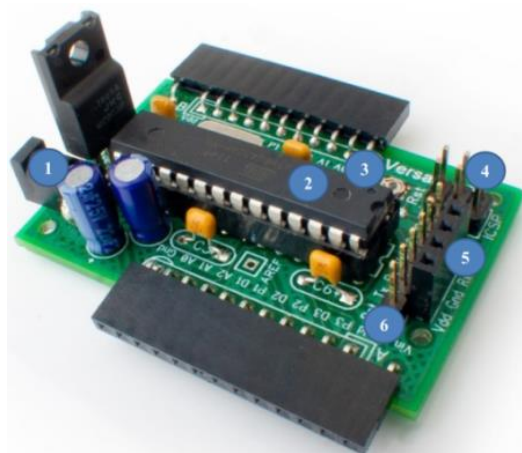


Figura 143. Versalino UNO

Tabla 67. Especificaciones técnicas Versalino Uno:

Nombre	Versalino
Modelo	Uno
Precio	\$ 217
Microcontrolador	ATmega328P-PU
Arquitectura	-

Velocidad del reloj	16 MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	2 KB
Flash	32 KB
EEPROM	1 KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	-
E/S digitales	14
Entradas analógicas	6
PWM	6
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	-
Temporizadores	-
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro( Bluetooth)	BT2S
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Virtuabotix
Dimensiones	-
Hardware (funcionalidad adicional)	-

#### 4.43 Leaflabs Maple

Es una placa electrónica STM32 estilo Arduino, basada en el microcontrolador ARM Cortex-M3. LeafLabs proporcionar una programación casi idéntica a Arduino a pesar

de la orientación de una arquitectura completamente diferente. Mientras que algunos escudos de Arduino son incompatibles debido a ciertas capacidades de ser asignados a diferentes pines, varios de ellos son compatibles actualmente (Leaflabs embedded electronics, 2015).

Alimentación eléctrica de la placa LeafLabs Maple:

- Voltaje de funcionamiento: 3.3V
- Suministra hasta 800mA – 3.3V
- Voltaje de funcionamiento de una fuente externa: 7V-18V

### Características

1. Conector para una batería Lipo
  2. Conexión USB
  3. 6 Pines para conectar JTAG
  4. Microcontrolador ARM Cortex-M3
  5. Botón de reinicio
- Canal controlador de 64 interrupciones vectorial anidado (incluyendo interrupción externa de GPIOs)

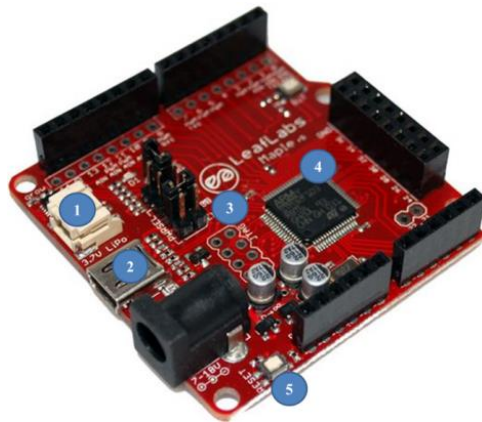


Figura 144. Leaflabs Maple

Tabla 68. Especificaciones técnicas Leaflabs Maple:

<b>Nombre</b>	<b>Leaflabs Maple</b>
<b>Modelo</b>	Rev5
<b>Precio</b>	\$586

<b>Microcontrolador</b>	ARM Cortex-M3
Arquitectura	32 bits
Velocidad del reloj	72 MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	20 KB
Flash	128 KB
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	43
GPIO	-
E/S digitales	39
Entradas analógicas	16
PWM	15
TWI / I2C	2
SPI	2
UART	3
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	LeafLabs
<b>Dimensiones</b>	53.34mm y 52.07 mm
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino

#### 4.44 Bambino 210

Es una placa electrónica para grandes proyectos, basada en el microcontrolador ARM NXP LPC4330 de doble núcleo: Cortex – M4 y Cortex M0, con ello los desarrolladores pueden cumplir con los requisitos de monitoreo, instrumentación,

adquisición de datos, control de procesos y muchas otras aplicaciones exigentes (Micromint USA, 2013).

Alimentación eléctrica de la placa Bambino 210:

- Voltaje de funcionamiento jack: 7V-12V

### Características

1. Botón de reinicio
2. Mbed HDK (incluye un NXP LPC111U35 microcontrolador con el mbed firmware CMSIS-DAP para una mejor integración con las herramientas de mbed)-2
3. Conector alimentación tipo Jack-3
4. Conexión USB
5. Conexión USB
6. Conector JTAG – Cortex-M
7. Microcontrolador NXP LPC4330 – doble núcleo Cortex – M4 y Cortex M0
8. Conector Interfaz XBee
9. Conector Ethernet
10. Chip de memoria Flash de 4 MB
11. Ranura Micro SD
12. LEDs usuario
13. Botón de Usuario
14. Pines PMOD-12C (6)
15. Pines PMOD-SPI (6)
16. Jumper para el gestor de arranque

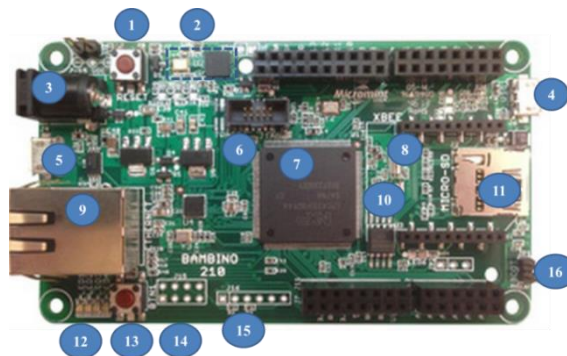


Figura 145. Bambino 210

Tabla 69. Especificaciones técnicas Bambino 210:

<b>Nombre</b>	<b>Bambino</b>
<b>Modelo</b>	210
<b>Precio</b>	\$ 452
<b>Microcontrolador</b>	NXP LPC4330 (Doble núcleo: M4-M0)
Arquitectura	32 bits
Velocidad del reloj	204 MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	264 KB
Flash	4 MB
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	32
GPIO	-
E/S digitales	14
Entradas analógicas	6
PWM	7
TWI / I2C	4
SPI	3
UART	2
Temporizadores	-
USB	2
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	1
Otro	-
<b>Software</b>	
Lenguaje de Programación	-
Multiplataforma	-
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Microint USA
<b>Dimensiones</b>	Largo: 101.6 mm y Ancho: 58.4 mm

<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino
---	-----------------

#### 4.45 TheUno

TheUno es una placa electrónica de desarrollo diseñada para aprender y crear prototipos de diversos proyectos, va dirigida tanto para principiantes como para usuarios avanzados. Compatible con la mayoría de los escudos de Arduino, cuenta con un cable de depuración, fuente integrada potente y abierta (My Freescale Web Page).

TheUno v2.0 se basa en el microcontrolador MC9S08DZ60. Integra el USBDM un cable de programación de código abierto construido alrededor del microcontrolador MC9S08JS16. El USBDM permite cargar y depurar la aplicación simplemente ejecutando paso a paso el programa o insertar puntos de interrupción, por lo que es una solución profesional para depurar aplicaciones.

Alimentación eléctrica de la placa TheUno:

- Voltaje de funcionamiento: 5V
- Voltaje de entrada de una fuente externa: 7V-16V

#### Características

1. LED verde informativo (USB)
2. USBDM
3. Conexión USB
4. Microcontrolador MC9S08DZ60
5. Reloj 12 MHz
6. Botón de reinicio
7. Conector de alimentación

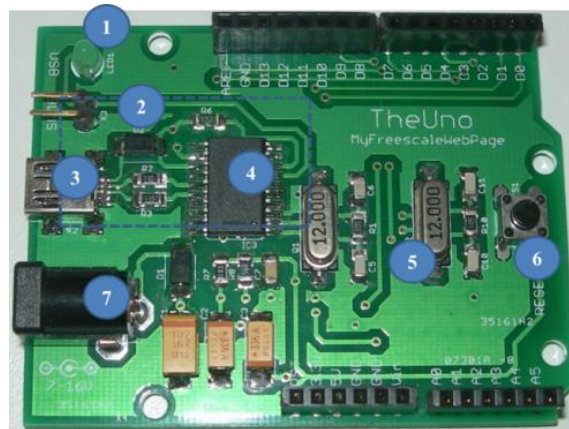


Figura 146. TheUno

Tabla 70. Especificaciones técnicas TheUno:

<b>Nombre</b>	TheUno
<b>Modelo</b>	v2.0
<b>Precio</b>	\$419
<b>Microcontrolador</b>	MC9S08DZ60
Arquitectura	8 bits
Velocidad del reloj	18 MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	4 KB
Flash	64 KB
EEPROM	2 KB
Tamaño de almacenamiento	
<b>Pines</b>	28
GPIO	20
E/S digitales	-
Entradas analógicas	-
PWM	6
TWI / I2C	1
SPI	1
UART	2
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-

<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE CodeWarrior-Freescale basado en Eclipse, C y ensamblador
Multiplataforma	Windows
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	MyFreescaleWebPage
Dimensiones	-
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino

#### 4.46 Goldilocks

Goldilocks es una placa electrónica avanzada de desarrollo AVR se basa en los microcontroladores ATmega1284p y ATmega32U2. Es similar al formato y a la interfaz física Arduino Uno o Leonardo, sin embargo tiene mejor longevidad y significativos en la plataforma Arduino AVR existente, al tiempo que proporciona una compatibilidad total con los dos R3 y pre-R3 de Arduino Shields (Goldilocks User Manual, 2015).

Alimentación eléctrica de la placa Goldilocks:

- Voltaje de funcionamiento: 7V – 28V – especificado para 5V, 2ª
- Voltaje USB: 5V

#### Características

1. Botón de reinicio 32u2
2. Conector USB
3. Pines ICSP 1284P
4. Pines de desbloqueo

5. Microcontrolador Atmega32u2 (trabaja en la conversión USB-serie)
  6. Área de prototipo
  7. Fuente de alimentación
  8. LEDs de estado
  9. Conector JTAG
  10. Ranura Micro SD
  11. Conector de alimentación tipo Jack
  12. Microcontrolador Atmega1284P MCU
  13. Botón de reinicio 1284P
- Reloj de cristal 32768 KHz (para la función Atmega1284P interna RTC-cronometraje exacto del reloj en tiempo real)

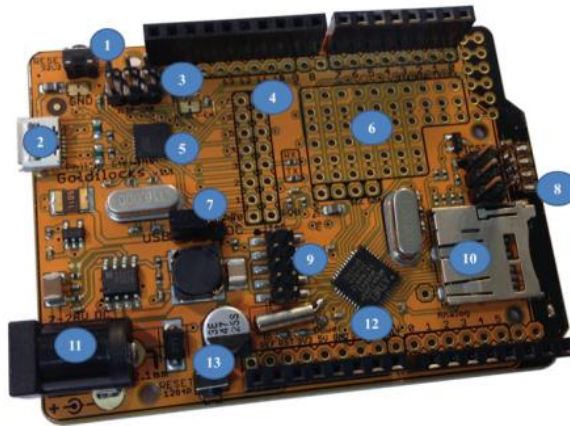


Figura 147. Goldilocks

Tabla 71. Especificaciones técnicas Goldilocks:

Nombre	Goldilocks
Modelo	-
Precio	\$ 1172
Microcontrolador	Atmega1284P
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	20 MHz
Microcontrolador	Atmega32u2
<b>Memoria</b>	
SRAM (Atmega1284P)	16 KB

Flash (Atmega1284P)	128 KB
EEPROM (Atmega1284P)	4 KB
Tamaño de almacenamiento	Micro SD
<b>Pines</b>	34
GPIO	-
E/S digitales	16
Entradas analógicas	6
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	2
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Si
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Windows, Linux y Mac
Dimensiones	-
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino

#### 4.47 Freaduino Mega2560

Es una placa electrónica basada en el diseño de Arduino Mega2560, sin embargo, Freaduino tiene mejoras en el hardware lo que hace que sea flexible y fácil de usar, por ejemplo: 3.3v 5v o seleccionable IO permiten conectar algunos módulos directamente, 3.3v (como XBee) para Freaduino Mega2560 (ElecFreaks).

Alimentación eléctrica de la placa Freaduino Mega2560:

- Voltaje de funcionamiento: 3.3V - 5V
- Voltaje de entrada de una fuente externa tipo jack: 7V - 23V
- Corriente 3.3V: 800mA
- Corriente 5V: 2A

### Características

1. Conector USB
2. Interruptor 3.3V/5V
3. LDO 800mA
4. Chip MP2307 DCDC
5. Microcontrolador Atmega2560
6. Conector de alimentación
7. Botón de reinicio

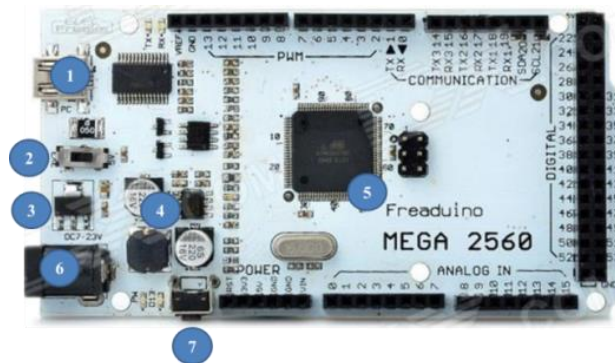


Figura 148. Freduino Mega 2560

Tabla 72. Especificaciones técnicas Freduino Mega 2560:

Nombre	Freduino Mega2560
Modelo	v1.2
Precio	\$603
Microcontrolador	Atmega2560
Arquitectura	8 bits
Velocidad del reloj	16 MHz
<b>Memoria</b>	
RAM	8 KB
Flash	256 KB
EEPROM	4 KB

Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	-
GPIO	-
E/S digitales	54
Entradas analógicas	16
PWM	15
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	ElecFreaks
Dimensiones	-
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino

#### 4.48 Funduino UNO R3

Funduino UNO R3 es una placa electrónica, es funcionalmente idéntica a Arduino UNO R3. Funduino se basa en el microcontrolador ATmega328 (Funduino).

Alimentación eléctrica de la placa Funduino Uno R3:

- Voltaje de funcionamiento: 5V
- Voltaje de entrada recomendado: 7V – 12V
- Voltaje de entrada máximo: 6V – 20V
- Corriente DC por E/S Pin: 40mA

- Corriente DC de 3.3V Pin: 50mA

### Características

1. Botón de reinicio
2. Conector USB Micro
3. Microcontrolador Atmega16U2
4. Conector ICSP
5. Microcontrolador ATmega328
6. Conector de alimentación tipo Jack

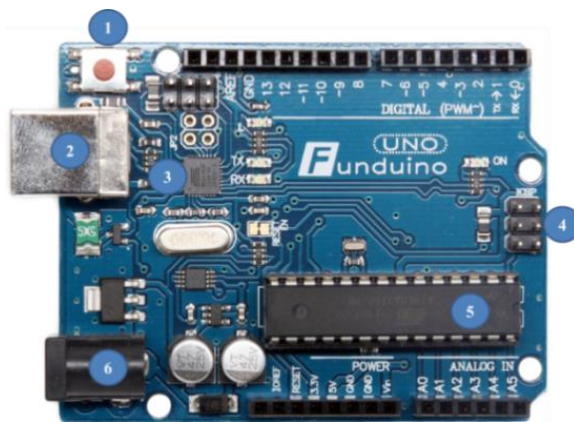


Figura 149. Funduino

Tabla 73. Especificaciones técnicas Funduino:

<b>Nombre</b>	<b>Funduino UNO</b>
<b>Modelo</b>	R3
<b>Precio</b>	\$ 183
<b>Microcontrolador</b>	ATmega328
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	16 MHz
Microcontrolador	Atmega16U2
<b>Memoria</b>	
SRAM	2 KB
Flash	32 KB (0.5 utiliza el gestor de arranque)
EEPROM	1 KB
Tamaño de almacenamiento	-
Alimentación	

<b>Pines</b>	
GPIO	-
E/S digitales	14
Entradas analógicas	6
PWM	6
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Funduino
Dimensiones	-
Hardware (funcionalidad adicional)	-

#### 4.49 Ruggeduino

Es una placa de desarrollo compatible con el microcontrolador Arduino UNO SMD, ya que ambos trabajan con los microcontroladores Atmega328P y Atmega16U2, sin embargo Ruggeduino añade varias características que lo hacen ser más robusto (RC Ruggeo Circuits). Por ejemplo añade protección para cuando la placa se alimenta eléctricamente por encima de un voltaje lo que lo protege y no sufre daños.

Protección Ruggeduino:

- Protección actual pin E/S: 30 mA fusible reajutable en cada pin de E / S
- Protección del voltaje pin E / S soporta 24V voltaje aplicado

- Protección actual del microcontrolador total protegida 150 mA
- Protección pin de salida 5V soporta 24V voltaje aplicado
- Protección de corriente USB 500mA fusible reajutable
- Protección del voltaje revertido Vin protegida hasta 30V
- Protección actual Vin 500mA fusible reajutable

Alimentación eléctrica de la placa Ruggeduino:

- Voltaje de entrada recomendado USB: 5V
- Voltaje de entrada recomendado jack: 7V – 24V
- Voltaje entrada Vin: 7V – 24V
- Corriente DC de 3.3V Pin: 350mA
- Voltaje de salida 5V: 500mA
- Voltaje de salida 3.3V: 350mA
- Voltaje de salida máximo por jack: 9V
- Voltaje salida Vin: 500mA

### Características

1. Conector ICSP Atmega16U2
2. Conector USB
3. Microcontrolador Atmega16U2
4. Conector ICSP Atmega328P
5. Microcontrolador Atmega328P
6. Interruptor de restablecimiento
7. Conector de alimentación



Figura 150. Ruggeduino UNO

Tabla 74. Especificaciones técnicas Ruggeduino UNO:

<b>Nombre</b>	<b>Ruggeduino UNO</b>
<b>Modelo</b>	SMD Clásico
<b>Precio</b>	\$669
<b>Microcontrolador</b>	Atmega328P
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	16 MHz
Microcontrolador	Atmega16U2
<b>Memoria</b>	
SRAM	2 KB
Flash	32 KB (0.5 utiliza el gestor de arranque)
EEPROM	1 KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Alimentación</b>	
<b>Pines</b>	-
GPIO	-
E/S digitales	14
Entradas analógicas	6
PWM	6
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Ruggeduino

Dimensiones	-
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino

#### **4.50 Bq Zum BT328**

Es una placa electrónica basada en el microcontrolador Atmega328P, cuenta con funcionalidades que facilitan la construcción de proyectos en electrónica. Con ella como cerebro es posible crear circuitos electrónicos capaces de recibir información del entorno y realizar acciones, combinando programación y componentes se puede lograr crear robots, juguetes, sistemas de seguridad, domótica, etc. (BQ, 2015).

Esta placa es similar a Arduino Uno, sin embargo esta incluye mejoras como un set de tres pines (para conectar sin hacer empalmes), botón de encendido y apagado, Bluetooth, soporta conexiones más grandes gracias a sus 3.2<sup>a</sup> frente a los 0.8A de Arduino, cuenta con conexiones USB.

Alimentación eléctrica de la placa Bq Zum BT328:

- Voltaje de entrada recomendado jack: 6V - 17V
- Corriente 3.3V: 50mA
- Corriente 5V: 3.2A

#### **Características**

1. Módulo Bluetooth™
2. Conector USB Micro-B
3. Microcontrolador Atmega328P
4. Conector ICSP
5. Botón de reinicio lateral programable por USB
6. Conector de alimentación tipo jack
7. Botón de encendido/apagado
8. Sets de tres pines

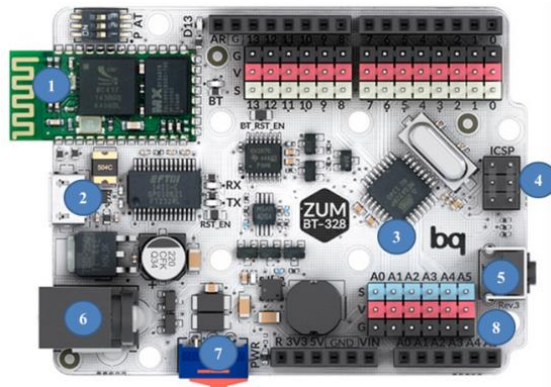


Figura 151. Bq Zum BT32

Tabla 75. Especificaciones técnicas Bq Zum BT32:

Nombre	Bq Zum BT328
Modelo	-
Precio	\$663
Microcontrolador	Atmega328P
Arquitectura	
Velocidad del reloj	16 MHz
<b>Memoria</b>	
SRAM	2 KB
Flash	32 KB
EEPROM	1 KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	-
E/S digitales	14
Entradas analógicas	6
PWM	6
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-

<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro(BluetoothTM)	1 módulo
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	Bitbloq (IDE web -Software en línea)
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Bq
Dimensiones	-
Hardware (funcionalidad adicional)	-

#### 4.51 ChipKIT Pi

Es una placa electrónica basada en el microcontrolador PIC32MX250F128B en paquete PDIP bajo recuento de pin-prototipos de usar. El PIC32 cuenta con rendimiento, memoria y periféricos integrados que permiten a los usuarios crear aplicaciones que incluyen detección táctil, procesamiento de audio y control avanzado. Destinada a principiantes como para usuarios con poco o ningún conocimiento de controladores embebidos que deseen explorar aplicaciones embebidas (DIGILENT).

El entorno chipKIT avanza el arte de código abierto, computación física mediante la ampliación de la ayuda a más plataformas de chips y la introducción de nuevas bibliotecas, de alto rendimiento, se tiene la posibilidad de conectar directamente una placa Raspberry Pi ya que cuenta con patillas flexibles.

Entre las principales aplicaciones encontramos: detección táctil, procesamiento de audio y control avanzado, además nos permite crear, compilar y programar aplicaciones basadas en Arduino dentro del sistema Raspberry Pi. ChipKIT se diseñado exclusivamente para los ecosistemas Raspberry Pi y Arduino, por ello permite el desarrollo de aplicaciones compatibles 3.3V de Arduino para el Raspberry Pi usando PIC32 MCU.

Alimentación eléctrica de la placa ChipKIT Pi:

El chipKIT Pi puede ser alimentado de las siguientes maneras:

- Más de la USB
- A través de la conexión ICSP
- A través de la entrada Vin
- Desde el Raspberry Pi
- A través de la toma de alimentación

### Características

1. Conector Raspberry Pi (ubicado detrás de la placa)
2. Conector USB
3. Conector Breakout Raspberry Pi
4. LEDs
5. Microcontrolador PIC32MX250F128B
6. Conector JTAG
7. Conector ICSP
8. Conector de alimentación
9. Botón para iniciar el gestor de arranque
10. Botón de reinicio

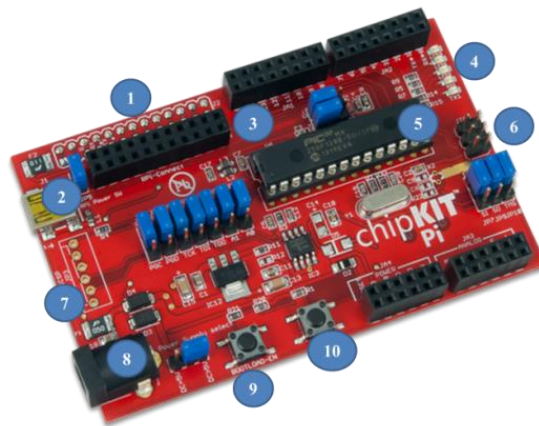


Figura 152. ChipKIT

Tabla 76. Especificaciones técnicas ChipKIT:

<b>Nombre</b>	<b>ChipKIT Pi</b>
<b>Modelo</b>	-

<b>Precio</b>	\$470
<b>Microcontrolador</b>	PIC32MX250F128B
Arquitectura	32 bits-PIC
Velocidad del reloj	50MHz
<b>Memoria</b>	
SRAM	32KB
Flash	128KB
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	28
GPIO	-
E/S digitales	16
Entradas analógicas	6
PWM	-
TWI / I2C	2
SPI	2
UART	2
Temporizadores	-
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Microchip MPIDE
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Chipkit
<b>Dimensiones / Peso</b>	93 x 56 x 22m/35g
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Placa Raspberry Pi

#### **4.52 Nanode Classic**

Nanode es una placa electrónica de código abierto que está conectado a Internet a bordo. Se trata de un bloque de edificio de bajo costo que permite trabajar con el desarrollo del mundo del Internet de las Cosas (Nanode, 2012).

Nanode ayuda a la creación de proyectos de hardware de código abierto - los que pueden interactuar con aplicaciones basadas en la nube y los acontecimientos en el entorno en línea. Inicialmente, Nanode proporciona un medio simple de comunicarse con el Internet, utilizando procesos tales como un navegador de Internet, a través de una API de datos abierta - como Cosm, con el uso de técnicas simples, Nanode podría servir una sencilla página web, y permitir al usuario interactuar con su hardware mediante una interfaz de navegador.

Nanode también se puede utilizar para detectar los datos ambientales, tales como temperatura, tiempo o la calidad del aire - usando sencillo añadir en los sensores. Estos datos podrían ser transportados hasta un servicio de datos abierta basada en la nube, como Cosm, y luego utilizando las herramientas proporcionadas, los datos podrían ser visualizados, grafican y actuar en consecuencia.

Nanode es capaz de suscribirse a fuentes de datos en línea, utilizando de nuevo Cosm, o mediante el control de una alimentación de Twitter. Nanode puede actuar sobre los datos cambiantes o texto dentro de estos alimentos y llevar a cabo una acción.

Para poder trabajar con esta placa es necesario soldar cada uno de los componentes ya que viene en forma de Kit.

#### **Características**

1. Microcontrolador ATmega328P
2. 74HCT125 buffers de señal
3. Conector USB Mini
4. Reloj de cristal 16MHz
5. SRAM
6. Conector Ethernet

7. Pines para conectar cable FTDI o módulo inalámbrico Esperanza RF RFM12B
8. Controlador Ethernet ENC28J60 con cristal de 25MHz
9. Reloj de cristal de 25MHz

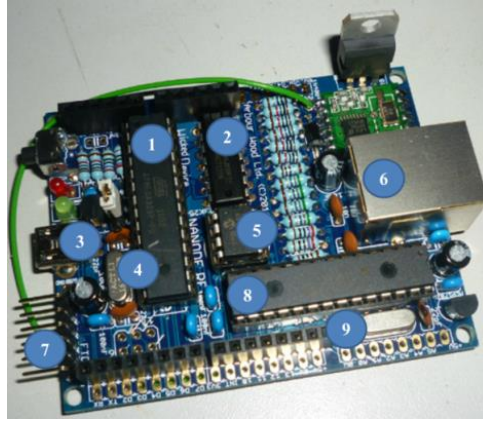


Figura 153. Nanode Classic

Tabla 77. Especificaciones técnicas Nanode Classic:

Nombre	Nanode
Modelo	-
Precio	\$ 385
Microcontrolador	ATmega328P
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	16MHz
<b>Memoria</b>	
SRAM	2 KB
Flash	32 KB
EEPROM	1 KB
Tamaño de almacenamiento	-
<b>Pines</b>	
GPIO	-
E/S digitales	6
Entradas analógicas	6
PWM	4
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
USB	1

Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	1
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino, utiliza la API (datos abierto) – Cosm
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Ken Boak en cooperación con Londres Hackerspace
<b>Dimensiones / Peso</b>	63mm x 55mm x 15mm
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino

#### 4.53 Libelium Wasmote

Libelium Wasmote es un dispositivo diseñado para crear redes inalámbricas con sensores y requerimientos bastantes específicos destinados a ser desplegados en un escenario real (Libelium, 2015).

Wasmote y Arduino se parecen en que ambos utilizan el mismo entorno de desarrollo y el código que podamos desarrollar para un Arduino lo podremos usar en este dispositivo, simplemente ajustando pequeñas cosas.

Alimentación eléctrica de la placa Libelium Wasmote:

- Consumo entrada: 15mA
- Consumo en hibernación: 55mA
- Consumo en hibernación profunda: 55mA
- Hibernación: 0.07mA
- Voltaje de la batería: 3.3V - 4.2V
- Carga USB: 5V – 100mA
- Carga del panel solar: 6V – 12V – 280mA

Sensor incrustado a bordo en la placa Waspnote:

- Temperatura (+/-): -40°C, +85°C. Precisión: 0.25°C
- Acelerómetro:  $\pm 2\text{ g}$  /  $\pm 4\text{ g}$  /  $\pm 8\text{ g}$
- Energía baja: / 1 Hz / 2 Hz / 5 Hz / 10 Hz 0,5 Hz
- Modo normal: 50 Hz / 100 Hz / 400 Hz / 1000 Hz

### **Características**

1. Sensor E/S
2. 1 Conector Radio
3. Acelerómetro
4. Conector UART-SPI
5. 0 Conector Radio
6. Sensor E/S
7. Microcontrolador ATmega1281
8. Cristal Oscilador
9. Botón de reinicio
10. Entrada solar
11. Entrada para batería
12. LEDs
13. Interruptor de Encendido/Apagado
14. LED alimentación USB
15. Conector USB Mini
16. Conector GPS (ubicado en la parte trasera de la placa)
17. RTC (ubicado en la parte trasera de la placa)
18. Micro SD de 2GB (ubicado en la parte trasera de la placa)
19. Interruptor de hibernación (ubicado en la parte trasera de la placa)

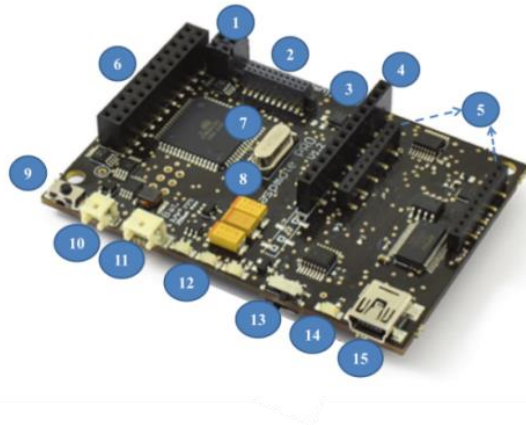


Figura 154. Libelium Wasp mote

Tabla 78. Especificaciones técnicas Libelium Wasp mote:

<b>Nombre</b>	<b>Wasp mote</b>
<b>Modelo</b>	V1.2
<b>Precio</b>	\$3013
<b>Microcontrolador</b>	ATmega1281
Arquitectura	-
Velocidad del reloj	14MHz
<b>Memoria</b>	
SRAM	8KB
Flash	128KB
EEPROM	4KB
Tamaño de almacenamiento	
<b>Pines</b>	-
GPIO	-
E/S digitales	8
Entradas analógicas	7
PWM	1
TWI / I2C	1
SPI	1
UART	2
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-

<b>Redes</b>	
Wifi	1 (conector para agregar un módulo que provee Wifi, GPS)
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Libelium
<b>Dimensiones / Peso</b>	Largo: 73.5, Ancho: 51, y Altura: 13 mm /20g
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Módulo ZigBee, Lora, Tarjeta Wifi, GMS-GPRs, Modulo de baja energía Bluetooth, etc.

#### 4.54 IOIO OTG

El IOIO es una placa de desarrollo especialmente diseñado para agregar hardware avanzado E/S y capacidades para aplicaciones en Java tanto en Android o en una PC. La junta IOIO se puede conectar a su huésped a través de USB o Bluetooth, y proporciona un alto nivel de API de Java en el lado de host para el uso de sus funciones de E / S como si fueran una parte integral del cliente (GitHub, 2015).

IOTG cuenta con un microcontrolador PIC, que actúa como un puente que conecta una aplicación en su PC o dispositivo Android a los periféricos de bajo nivel como GPIO, PWM, ADC, I2C, SPI y UART. Una biblioteca de nivel de aplicación le ayuda a escribir código de control para estos periféricos de bajo nivel de la misma manera en que se escribe cualquier otra aplicación Java. El OTG es capaz de actuar como un HOST USB o un dispositivo USB.

Alimentación eléctrica de la placa IOIO OTG:

- Voltaje de funcionamiento JST: 5V – 15V

- Consumo máximo USB: 500 mA

### Características

1. Pines GND
2. Pin Boot (utilizado para iniciar el modo de arranque durante el encendido. Este pin se comparte con el stat LED.)
3. Conector USB Micro AB
4. CHG- Charge current trimmer (Ajusta la cantidad de corriente suministrado en la línea VBUS del USB cuando actúa como host USB. Normalmente se utiliza en aplicaciones de baterías con Android para prevenir el Android de agotar la batería rápidamente. Girando en el (+) dirección aumenta la corriente de carga.)
5. Conector para alimentación eléctrica tipo Jack
6. HOST (En el modo "A", el IOIO-OTG detectará si debe actuar como anfitrión o como dispositivo de forma automática, de acuerdo con lo que el conector USB está enchufado (micro-A o micro-B). Para apoyar a los cables USB o adaptadores que utilizan el tipo de micro-B no estándar, mueva el interruptor a la posición "H" para forzar el modo host.)
7. Microcontrolador PIC24FJ256GB206
8. Pines E /S 1-46

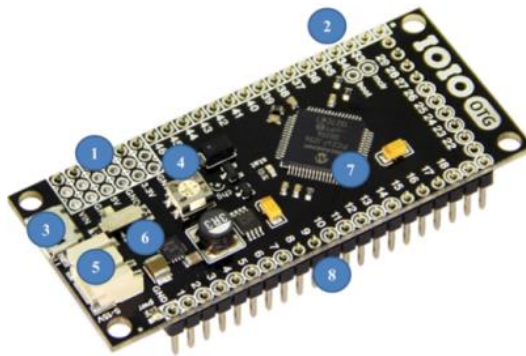


Figura 155. IOIO OTG

Tabla 79. Especificaciones técnicas IOIO OTG:

<b>Nombre</b>	<b>IOIO OTG</b>
<b>Modelo</b>	<b>V2.0</b>

<b>Precio</b>	\$503
<b>Microcontrolador</b>	PIC24FJ256GB206
Arquitectura	16 bits
Velocidad del reloj	32 KHz
<b>Memoria</b>	
SRAM	96 K
Flash	256 KB
EEPROM	-
<b>Pines</b>	64
Tamaño de almacenamiento	
GPIO	46
E/S digitales	-
Entradas analógicas	16
PWM	9
TWI / I2C	3
SPI	3
UART	3
USB	1
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	-
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	Java
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	-
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	SeedStudio, Sparkfun Electronics, etc.(distribuidores)
Dimensiones / Peso	-
Hardware (funcionalidad adicional)	-

## **2.55 Wandboard**

Wandboard Dual es una placa de desarrollo basada en el procesador Freescale i.MX6 DualLite Cortex®-A9, es una fuente de computadora completa ultra baja con capacidades multimedia de alto rendimiento, extraído del procesador de dos núcleos Freescale Cortex-A9 i.MX6 (Wandboard.org) .

La placa fue creada para permitir la flexibilidad de diseñar un producto en la etapa inicial, ofrece un Módulo de sistema para trabajar con un diseño fácil que cualquiera persona pueda operar con solamente alguno conocimientos de ingeniería.

### **Características**

- 1.** Conector serial
- 2.** Conector HOST USB
- 3.** Ranura Micro SD
- 4.** USB OTG
- 5.** Conector SATA (No poblada)
- 6.** Línea de salida digital
- 7.** Línea de entrada digital
- 8.** Conector para micrófono
- 9.** S/PDIF
- 10.** Conector HDMI
- 11.** Conector LAN Gigabit
- 12.** Conector de alimentación
- 13.** Bluetooth y Wifi
- 14.** Entrada Chip Wifi
- 15.** Ranura SD
- 16.** Microcontrolador
- 17.** Conector para cámara
- 18.** Estándar EDM
- 19.** Conectores para expansión de Pin

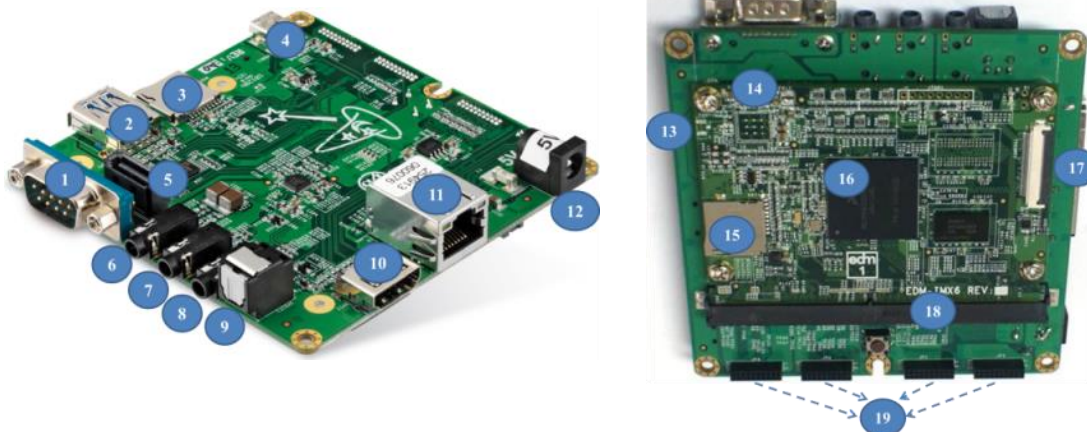


Figura 156. Wandboard Dual

Tabla 80. Especificaciones técnicas Wandboard Dual:

Nombre	Wandboard
<b>Modelo</b>	Dual
<b>Precio</b>	\$1659
<b>Procesador</b>	Freescale i.MX6 Dualite
Arquitectura Núcleo	Cortex A9 Dual core
Velocidad del reloj	1 GHz
Unidad de procesamiento gráfico – GPU	Vivante GC 880 + Vivante GC 320
Consumo	-
<b>Memoria</b>	
SDRAM	1GB DDR3
Flash	-
Tamaño de almacenamiento	2 Micro SD
EEPROM	-
Alimentación	
Fuente de alimentación jack	5V
<b>Pines</b>	
GPIO	47 (comparte 30 para LCD)
E / S digitales	47
Entradas analógicas	0
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-

USB	USB 2.0
Salida de video	HDMI
Salida de audio	HDMI
Interfaz de pantalla	-
Interfaz de cámara	1 (CSI)
<b>Redes</b>	
Wifi	1
Ethernet	1 (Gigabit)
Otro (Bluetooth)	1
<b>Software</b>	
Lenguaje de Programación	-
<b>Multiplataforma</b>	Android Jellybean 4.2.2, Ubuntu Linux 11.10, Yocto Linux 1.4
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Wandboard
<b>Dimensiones</b>	95 mm x 95 mm
Hardware (funcionalidad adicional)	-

## 2.56 Odroid U3

Es una plataforma de muy bajo costo y de alto rendimiento basado en un procesador Samsung Exynos 4412 Prime ARM Cortex-A9 Quad Core. Es una buena opción para los que necesiten un micro-PC de altas prestaciones (Odroid, 2013).

A diferencia de un PC, ODROIDU3 tiene la placa base, la memoria, la tarjeta de sonido e incluso el disipador de calor ensamblados. El sistema operativo se ejecuta desde una pequeña y barata micro SD, inserta la tarjeta SD en el lector, conecta un monitor, un teclado, un ratón, un cable Ethernet, el cable de alimentación, pulse botón de encendido y tiene una Micro PC.

El ODROID-U3 es adecuado para cualquier persona desde ingenieros de software profesionales que desarrollan proyectos de robótica hasta niños que aprenden a programar con el lenguaje Scratch. Capaz de ejecutar los últimos sistemas operativos Ubuntu 13.10 y Android Jellybean, es idóneo para programar, aprender, jugar, como centro multimedia,

servidor web, realizar trabajos de oficina y universidad, como plataforma de hardware E/S entre otras muchas aplicaciones.

Alimentación eléctrica de la placa Odroid U3:

- Voltaje de entrada: 5V, 1.8V

### **Características**

1. Conector Ethernet RJ-45 tipo Jack
2. Interruptor de encendido
3. Controlador Ethernet HSIC
4. Conector de batería Back-up RTC
5. Salida PWM para ventilador de enfriamiento
6. Codec de audio
7. HSIC
8. Consola del sistema para UART
9. Conector Host USB 2.0
10. IC protector de energía
11. IC gestión de energía
12. Procesador Exynos 4412 Quad Core +2 GB de RAM
13. LED de estado activo
14. Conector de alimentación tipo Jack
15. LED de estado encendido
16. Conector HDMI Micro
17. Conector USB Micro
18. Puerto de E/S (I2C, UART, GPIO)
19. Ranura Micro SD
20. Conector del Módulo eMMC
21. Conector de auriculares-audio

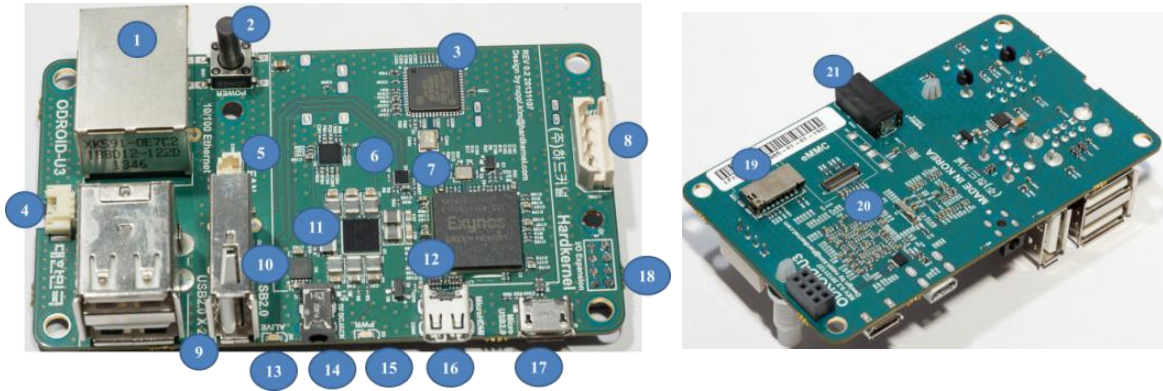


Figura 157. Odroid U3

Tabla 81. Especificaciones técnicas Odroid U3:

<b>Nombre</b>	Odroid
<b>Modelo</b>	U3
<b>Precio</b>	\$1156
<b>Procesador</b>	Samsung Exynos 4412 Prime
Arquitectura Núcleo	ARM Cortex-A9 Quad Core
Velocidad del reloj	1.7 GHz
Unidad de procesamiento gráfico – GPU	Mali-400 Quad Core 440MHz
Consumo	-
<b>Memoria</b>	
RAM	2 GB DDR2
Flash	-
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	Micro SD
<b>Pines</b>	
GPIO	8 (3 se utilizan para la corriente eléctrica)
E / S digitales	-
Entradas analógicas	-
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
USB	3 Host USB, 1 USB Micro

Salida de video	HDMI
Salida de audio	HDMI
Interfaz de pantalla	-
Interfaz de cámara	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	1 RJ-45 10M/100Mbps
Otro (Bluetooth)	-
<b>Software</b>	
Lenguaje de Programación	-
Multiplataforma	Linux: Xubuntu 13.10 Android u-boot 2010.12, Kernel 3.0.x, Android 4.x
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Hardkernel Co
<b>Dimensiones / peso</b>	83 x 48 mm / 48g
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Placa protectora E/S, Arduino UNO

## 2.57 Banana Pi

Plátano Pi es un ordenador en una placa, es un equipo lo suficientemente barato, pequeño y flexible para la vida diaria. Construido con ARM Cortex-A7 CPU dual-core y Mali400MP2 GPU, además de ser de software con código abierto (Banana Pi, 2014).

Plátano Pi puede servir como una plataforma para hacer un montón de aplicaciones para diferentes propósitos.

Alimentación eléctrica de la placa Banana Pi:

- Voltaje del adaptador de alimentación externa: 5V, 2A

### Características

1. Conector GPIO
2. Conector de video
3. Conector de audio
4. Interruptor de alimentación

5. LED estado-Ethernet (azul)
6. Receptor ir
7. Conector de cámara CSI
8. LED estado-usuario (verde)
9. LED estado-encendido (rojo)
10. Conector USB 2.0
11. Botón de reinicio
12. Conector USB OTG
13. Conector Ethernet
14. Conector de Alimentación SATA
15. Alimentación USB Micro
16. Conector SATA (hasta 2TB en disco SATA 2.5)
17. Conector HDMI
18. Interfaz display LVDS
19. Botón Uboot
20. Ranura Micro SD (máximo 64GB)
21. Procesador ARM Cortex-A7 Dual-Core
22. Memoria DRAM 1G DDR3

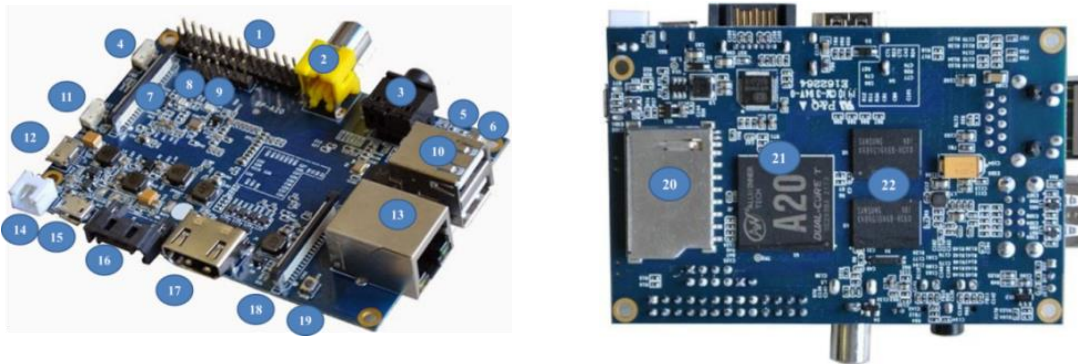


Figura 158. Banana Pi

Tabla 82. Especificaciones técnicas Banana Pi:

<b>Nombre</b>	<b>Banana Pi</b>
<b>Modelo</b>	BPi-M1
<b>Precio</b>	\$653

<b>Procesador</b>	Allwinner A20
Arquitectura Núcleo	ARM Cortex-A7 Dual-Core
Velocidad del reloj	1 GHz
Unidad de procesamiento gráfico – GPU	Mali-400MP2
Consumo	-
<b>Memoria</b>	
RAM	1 GB DDR3
Flash	-
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	Micro SD
<b>Pines</b>	
GPIO	26
E / S digitales	-
Entradas analógicas	-
PWM	-
TWI / I2C	2
SPI	5
UART	2
USB	2 USB 2.0, 1 USB Micro OTG, 1 USB Micro
Salida de video	HDMI, compuesto, extensión LVDS
Salida de audio	HDMI, salida jack estéreo,
Entrada micrófono	Micrófono
Interfaz de cámara	Cámara
SATA	SATA 2.5" HDD con 5V
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	Zócalo RJ-45 Gigabit (10/100/1000)
Otro	-
<b>Software</b>	
Lenguaje de Programación	Android 4.2- (Firefox OS)
<b>Multiplataforma</b>	Windows, Linux y Mac

Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Banana Pi
<b>Dimensiones</b>	92mm X 60 mm/48g
Hardware (funcionalidad adicional)	-

## 2.58 CIAA –NXP

La CIAA (Computadora Industrial Abierta Argentina) es una plataforma creada para impulsar el desarrollo tecnológico, generar conocimiento, y darle la posibilidad a PyMEs de poder basar sus trabajos en una plataforma testada y con la mayor cantidad de funcionalidades posible. Reduciendo así el tiempo y la inversión necesaria para poder llegar a un producto final (CIAA, 2014).

CIAA-NXP es una SBC para aplicaciones industriales como: maquinaria agrícola, maquinas industriales, robots, automatismos, vehículos, así como otras aplicaciones como la domótica.

Alimentación eléctrica de la placa CIAA-NXP:

- Voltaje de entrada por bornes y conector CC máxima: 30V
- Voltaje de entrada por fuente de alimentación típica DC: 24V
- Voltaje de salida: 5V y 3.3V

### Características

1. Entrada - fuente de alimentación
2. Salidas MOSFET
3. Salidas Relé
4. Salida Analógica
5. Conector Ethernet
6. Conector USB OTG
7. Conector USB Aux
8. Conector USB Cortex-Debug (para debugger externo)
9. Microcontrolador LPC4337JDB144

- 10. SDRAM
- 11. Conector RS232
- 12. Entrada RS485
- 13. Entradas optoacopladas
- 14. Entradas analógicas
- 15. Entrada CAN

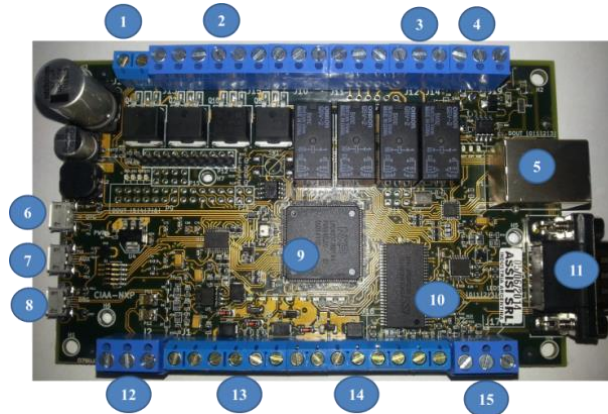


Figura 159. CIAA-NXP

Tabla 83. Especificaciones técnicas CIAA-NXP:

Nombre	CIAA- NXP
Modelo	v1
Precio	\$1016
Microcontrolador	LPC4337JDB144 Cortex-M4+CortexM0 – Dual-Core
Arquitectura	32 bits
Velocidad del reloj	204MHz
<b>Memoria</b>	
SRAM	136KB
Flash	1 MB
EEPROM	16KB
Tamaño de almacenamiento	
<b>Pines</b>	-
GPIO	-
E digitales	8
E/S analógicas	-

PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	USB OTG, USB aux. y USB debug
Salida de video	-
Salida de audio	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	1
Otro	-
<b>Software</b>	
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Software-PLC
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si
Hardware libre	Si
Creador (es) o Fabricante	CIIA
<b>Dimensiones / Peso</b>	136.4 x 84.2 mm
Hardware (funcionalidad adicional)	-

## 2.59 Cubieboard4

Cubieboard4 también llamado CC-A80, es un mini-PC de código abierto o computadora en una placa única que tiene un rendimiento ultra-potente y principalmente apunta a la oficina, juegos y entretenimiento, se basa en el procesador Allwinner A80 es un 28nm Octa-Core A15 / A7 Big.little procesador de aplicaciones con arquitectura dominante (Cubieboard, 2015).

Debido a sus componentes que lo integran se dice que una plataforma de desarrollo móvil.

Alimentación eléctrica de la placa Cubieboard4:

- Voltaje de entrada: 5V, 2.5 A
- Voltaje de una batería Lipo: 3.7V

## **Características**

- 1.** LEDs
- 2.** Botón reinicio
- 3.** Conector auriculares
- 4.** Conector para micrófono
- 5.** Sensor IR
- 6.** Botón de encendido
- 7.** Ranura para TF
- 8.** Conector USB OTG 3.0
- 9.** Conector USB 2.0
- 10.** Conector para antena SMA
- 11.** Chip Wifi + BT
- 12.** Pines para extensión
- 13.** Memoria 2 GB DDR3
- 14.** SoC Allwinner A80 con CPU de ocho núcleos: CortexA15 (4 cores a 2.0 Ghz) + CortexA7 (4 cores a 1.3 Ghz)
- 15.** Cell RTC
- 16.** Conector para batería tipo Lipo
- 17.** Botón FEL
- 18.** Conector VGA
- 19.** Conector Ethernet Gigabit
- 20.** Conector HDMI
- 21.** Conector de alimentación tipo jack
- 22.** Ranura Micro SD y módulo Flash eMMC de 8GB ampliable hasta 64Gb (ubicado en la parte trasera de la placa)

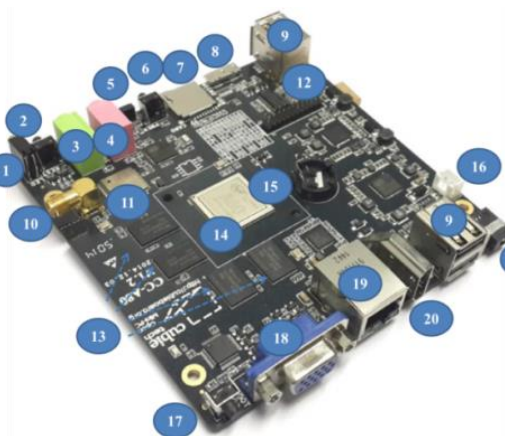


Figura 160. Cubieboard

Tabla 84. Especificaciones técnicas Cubieboard:

<b>Nombre</b>	<b>Cubieboard4</b>
<b>Modelo</b>	V1.2
<b>Precio</b>	\$2094
<b>Procesador</b>	Allwinner A80
Arquitectura Núcleo	ARM Cortex A15 X 4 Cores + Cortex A7 X 4Cores
Velocidad del reloj - Cortex A15	2.0 GHz
Velocidad del reloj - Cortex A7	1.3 GHz
<b>Unidad de procesamiento gráfico – GPU</b>	PowerVR 64-core G6230
Consumo	-
<b>Memoria</b>	
RAM	2 GB DDR3
Flash	-
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	Micro SD
<b>Pines</b>	
GPIO	54
E / S digitales	-
Entradas analógicas	-
PWM	-
TWI / I2C	3
SPI	-
UART	2

Temporizadores	-
USB	4 USB 2.0, 1 USB OTG 3.0
Salida de video	HDMI-1080p y 1 VGA-1080P
Salida de audio	Auriculares y micrófono
Interfaz de cámara	-
<b>Redes</b>	
Wifi	2.4 y 5.8G (banda dual), 300Mbps con antena externa. BT4.0+EDR
Ethernet	Zócalo RJ45 GigaBit (10M/100M/1000M)
Otro (Bluetooth)	1.0 EDR
<b>Software</b>	
Lenguaje de Programación	-
<b>Multiplataforma</b>	Android
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Cubieboard 4
<b>Dimensiones / peso</b>	Largo: 111mm, Ancho: 111mm y Alto: 18mm / 590g
Hardware (funcionalidad adicional)	-

## 2.60 OLinuXino-MaXI iMX233

OLinuXino-MaXI iMX233 es una placa de bajo costo, con Linux para uso industrial, por lo que son capaces de operar en condiciones bastante extremas, entre -25 y 85 grados centígrados (Olimex, 2015).

Alimentación eléctrica de la placa OLinuXino-MaXI iMX233:

- Voltaje de entrada: 6V – 16V

### Características

1. Botón de reinicio
2. Conector GPIO (para la conexión de otros equipos)
3. Conector UEXT (para la conexión de los diferentes módulos peripheral)
4. Botón de alimentación

5. Entrada U\_Debug
6. Entrada SJTAG
7. Memoria 512 Mbit
8. Procesador iMX233
9. Chip controlador de Ethernet
10. Conector de batería
11. Conector de alimentación tipo Jack
12. TV PAL / salida de vídeo NTSC
13. Entrada de audio estéreo
14. Auriculares estéreo Salida de audio
15. Ranura Micro SD (para arrancar la imagen de Linux)
16. Conector USB
17. Ethernet 100 Mbit

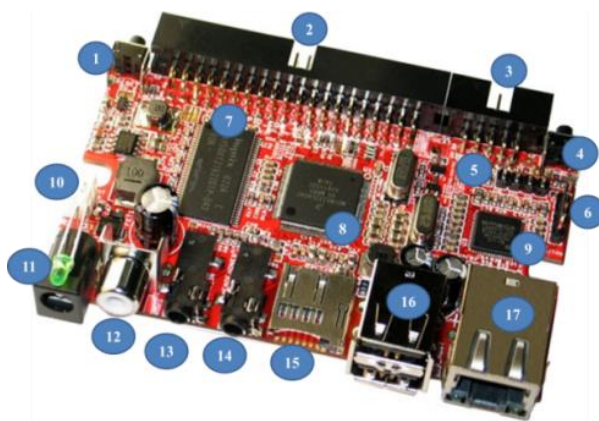


Figura 161. OLinuXino-iMX233

Tabla 85. Especificaciones técnicas OLinuXino-iMX233:

<b>Nombre</b>	<b>OLinuXino- iMX233</b>
<b>Modelo</b>	Maxi
<b>Precio</b>	\$844
<b>Microcontrolador</b>	iMX233 ARM926J
Arquitectura Núcleo	-
Velocidad del reloj	454MHz
Consumo	-
<b>Memoria</b>	

RAM	64 MB
Flash	-
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	Micro SD
<b>Pines</b>	
GPIO	40
E / S digitales	-
Entradas analógicas	-
PWM	-
TWI / I2C	2
SPI	2
UART	3
USB	2 USB 3.0
Salida de video	NTSC – TV PAL
Salida de audio	Auriculares, estéreo
Interfaz de cámara	-
<b>Redes</b>	
Wifi	-
Ethernet	Zócalo (100 Mbit)
Otro	-
<b>Software</b>	
Lenguaje de Programación	-
<b>Multiplataforma</b>	Linux
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	OLIMEX
<b>Dimensiones</b>	Largo: 94.0mm y Ancho: 54.6 mm
Hardware (funcionalidad adicional)	-

## 2.61 PandaBoard ES

PandaBoard ES es una plataforma basada en el procesador OMAP4460, se diseñó para ser utilizado como una plataforma de desarrollo de software, es ideal para el desarrollo y mejora de las plataformas y productos móviles con múltiples funciones, es perfecto para el desarrollo de aplicaciones de comunicación móvil, esto se logra debido a las características que proporciona dicha placa ([pandaboard.org](http://pandaboard.org)).

Alimentación eléctrica de la placa PandaBoard ES:

- Voltaje USB: 5V

### Características

1. Ranura SD/MMC
2. Interruptor SYSBOOT3
3. Conector UART3 RS-232
4. Procesador OMAP4460
5. Conector expansión DSI
6. Expansión para cámara
7. Conector JTAG
8. Expansión genérica
9. Conector USB Mini
10. Expansión LCD
11. Conector dual de audio tipo Jack
12. Conector de alimentación tipo Jack
13. Conector Ethernet
14. Conector USB HOST
15. Conector HDMI
16. Conector DVI + Parallel DSS

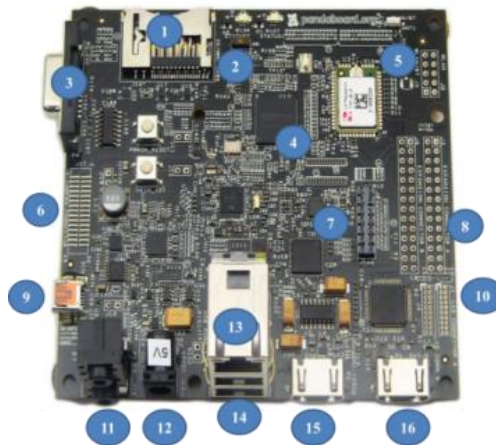


Figura 162. PandaBoard ES

Tabla 86. Especificaciones técnicas PandaBoard ES:

<b>Nombre</b>	<b>PandaBoard ES</b>
<b>Modelo</b>	-
<b>Precio</b>	\$3033
<b>Procesador</b>	OMAP4460
Arquitectura Núcleo	ARM Cortex-A9 MPCore - Dual-core
Velocidad del reloj	1.2GHz
<b>Unidad de procesamiento gráfico – GPU</b>	PowerVR SGX540
Consumo	-
<b>Memoria</b>	
RAM	1 GB DDR2
Flash	-
EEPROM	-
Tamaño de almacenamiento	MicroSD
<b>Pines</b>	
GPIO	26
E / S digitales	-
Entradas analógicas	-
PWM	-
TWI / I2C	-
SPI	-
UART	-
Temporizadores	-
USB	1 USB 2.0 y 2 USB 2.0 Host
Salida de video	HDMI y DVI-D
Salida de audio	HDMI y E/S de audio 3.5
Interfaz de cámara	Conector expansión
<b>Redes</b>	
Wifi	802.00 b/g/n (basada en WiLink 6.0 )
Ethernet	Zócalo (10/100)
Otro (Bluetooth)	1 v2.1 +EDR (basada en WiLink 6.0)
<b>Software</b>	
Lenguaje de Programación	-

<b>Multiplataforma</b>	Android, Firefox OS, Ubuntu, Linaro, FreeBSD, OpenBSD, RISC OS, QNX, etc.
Software libre	Si
Hardware libre	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	PandaBoard
<b>Dimensiones / peso</b>	114.3mm x 101.6 / 81.5 g
Hardware (funcionalidad adicional)	-

## **Capítulo V. Análisis, Comparaciones y Conclusiones.**

En este último capítulo se realizara una comparación entre las placas electrónicas más populares en el mercado de la electrónica, dando como aporte una conclusión de acuerdo al análisis obtenido de la investigación realizada.

## **5.1 Análisis y Comparación de Placas Electrónicas de desarrollo**

### **5.1.1 Comparativa entre las principales plataformas electrónicas de desarrollo**

Existen en la actualidad tarjetas electrónicas de desarrollo que van desde las más pequeñas hasta las más grandes, diseñadas por diferentes distribuidores o por los propios usuarios, algunas enfocadas más para algún usuario en específico y otras para el público en general, algunas nos presentan la gran ventaja de poder empezar a aprender a programar o automatizar algún dispositivo con tan solo con saber qué es lo que se quiere automatizar.

Se analizará las placas más populares que hay en el mercado, contemplando características técnicas, facilidad de uso, precio, buena funcionalidad, con el objetivo de indicar para qué tipo de proyectos son ideales.

La tarjeta electrónica más popular para proyectos pequeños es Arduino ya que esta ofrece buen funcionamiento, facilidad de uso y buen precio.

Arduino es una plataforma que cuenta con tarjetas electrónicas de diversos tamaños, sin embargo, si no sabes con qué tarjeta comenzar, existe una tarjeta estándar de la familia de Arduino conocida como “Arduino UNO R3”, por lo que se realizará la comparación tomando como base dicha tarjeta.

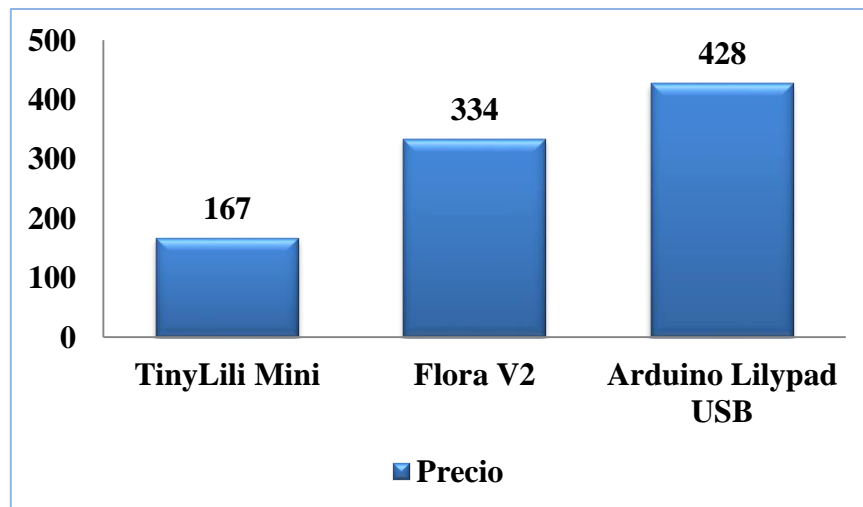
Arduino ha logrado colocarse en el mercado como ser una de las mejores tanto por su hardware y software, principalmente por su facilidad para implementarse, es por ello que se han creado placas que se conocen como clones de Arduino, unas son idénticas en cuanto al hardware y otras más lo son solo por usar su software.

Entre las cuales tenemos unas tarjetas electrónicas de desarrollo muy pequeñas, algunas igual o un poco menos potentes que Arduino.

### 5.1.1.1 Comparativa entre tarjetas electrónicas enfocadas a proyectos wearables y /o e-textiles:

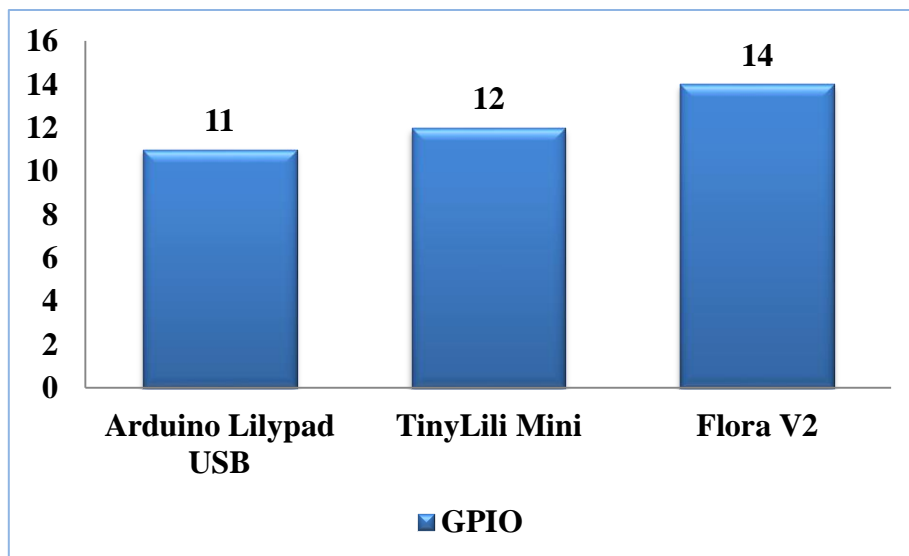
TinyLily Mini, Flora V2 y Arduino LilyPad USB, la característica principal que las hace compatibles es que las tres son pequeñas tarjetas electrónicas de desarrollo enfocadas principalmente a proyectos wearables y e-textiles, sin embargo también pueden ser implementadas para proyectos minúsculos.

Arduino LilyPad USB, TinyLily Mini y Flora V2 las tres se basan en el microcontrolador AVR de Atmel, manejan la misma velocidad del reloj, al igual que cuentan con la misma cantidad de memoria para almacenar el programa, además de utilizan para la programación de las aplicaciones el IDE de Arduino y son multiplataforma. A pesar de que las tres ofrecen la misma potencia en cuanto a funcionalidad, varían en cuanto al precio, como se puede ver en la gráfica la más caras son LilyPad USB y Flora V2, esto es por que incorporan un conector USB para la programación directa lo que hace que sea una gran ventaja ya que TinyLily Mini necesita de un cable para conectarse e iniciar su programación.



Grafica 1. Precio de las plataformas wearables y /o e-textiles

La principal diferencia entre Arduino LilyPad USB, TinyLily Mini y Flora V2 son en la cantidad de pin E / S, ya que Flora V2 tiene el mayor número de E / S y Arduino LilyPad USB y TinyLily Mini cuentan casi con la misma cantidad tan solo diferenciándose por 1.



Grafica 2. E / S GPIO plataformas wearables y /o e-textiles

Tabla 87. Comparativa de las principales características técnicas de plataformas wearables y /o e-textiles:

Nombre	Arduino Lilypad USB	TinyLily Mini	Flora V2
Precio aprox.	\$428	\$ 167	\$334
Microcontrolador	ATmega32u4	ATmega328P	ATmega32u4
Velocidad del reloj	8 MHz	8 MHz	8 MHz
SRAM	2.5 KB	2 KB	2.5KB
Flash	32KB	32 KB	32KB
EEPROM	1KB	1 KB	1KB
<b>Pines</b>	11	12	14
GPIO	-	8	-
E / S digitales	9	4	-
Entradas analógicas	4	4	-
PWM	4	-	-
TWI / I2C	-	-	-
SPI	-	-	-
USB	Puerto Micro USB	Expansión Micro	Puerto Micro USB
<b>Redes</b>			
Wifi	-	-	-
Ethernet	-	-	-

<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino	IDE Arduino	IDE Arduino 1.6.4
<b>Multiplataforma</b>	Windows, Linux y Mac	Windows, Linux y Mac	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si	Si	Si
Hardware libre	Si	Si	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Arduino	TinyCircuits	Andafruit - Limor Fried
<b>Dimensiones/peso</b>	Diámetro: 36 mm	Diámetro:14.0mm y Altura: 2.8 mm	Diámetro:44.45mm / Peso: 4.4 gramos

Po lo tanto si requieres una tarjeta electrónica para un proyecto wearables y/o e-textiles conviene adquirir Flora V2, ya que cuenta con un precio accesible y con un número promedio de E/S, además de contar con USB incorporado cuenta con USB HID de apoyo por lo que puede actuar como un ratón o teclado para conectarlo directo a las computadoras, y si eres un usuario avanzado cuenta con un conector ICSP que ayuda a facilitar la reprogramación de la placa. El tamaño de esta placa nos ayuda a que su implementación sea fácil para espacios reducidos lo cual lo hace ideal para proyectos pequeños.

#### **5.1.1.2 Comparativa entre tarjetas electrónicas con conexión wifi o Bluetooth:**

Las tarjetas electrónicas buscan ser mejor, por lo que se dieron a la tarea en agregarle un medio de conectividad. Tessel, BLEduino, BLE Mini, Pinoccio y Moteino Mega son algunas placas que cuentan con Wifi, Ethernet y/o Bluetooth.

La principal ventaja de contar con algún tipo de conectividad es cuando se realiza la programación ya que se puede realizar sin necesidad de agregarle algún tipo de cable, lo que nos permite una mayor interactividad con la placa y la aplicación.

A pesar que podemos decir que tanto Tessel, BLEduino, BLE Mini, Pinoccio y Moteino Mega, son parecidas cada nos ofrece diferentes ventajas.

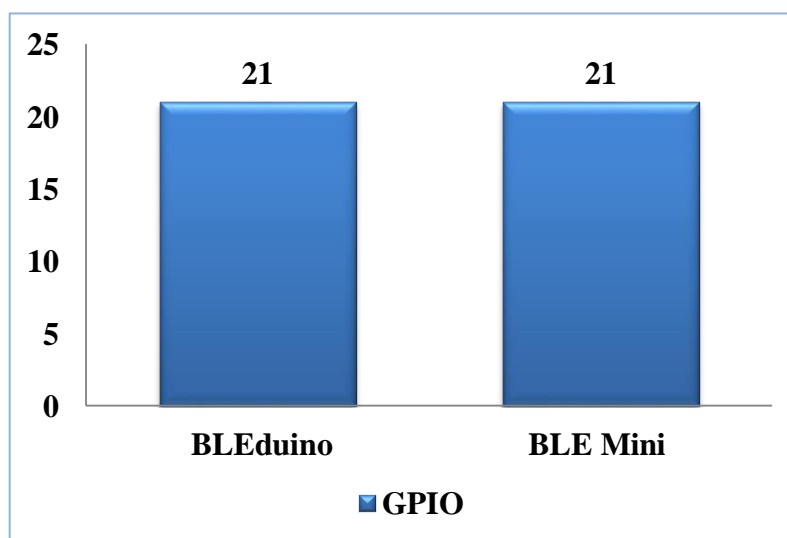
Tanto BLEduino y BLE Mini son placas que nos ofrecen tecnología Bluetooth 4.0, las cual nos proporciona dicha conectividad con la principal ventaja de un consumo bajo de energía, por lo que son ideales para proyectos que consuman poca energía, dando lugar a un mejor

control de la aplicación por medio de algún dispositivo más pequeño que una computadora como celular, iPhone, Tablet, etc., lo que nos permite mayor interactividad con la placa automatizada.

Otra similitud entre BLEduino y BLE Mini es que ambas son compatibles con Arduino: BLEduino por su lado permite trabajar con el IDE Arduino y permite añadir funcionalidad extra ya que se puede hacer uso de los Shields de Arduino. Además de contar con una aplicación única sencilla y elegante con múltiples aplicaciones, viene con ejemplos (módulo) totalmente ampliables y alimentado por la biblioteca BLEduino iOS, con la que se puede construir aplicaciones basadas en dichos módulos o descartarlos y realizar los propios con la ayuda de la biblioteca BLEduino.

En cambio BLE Mini nos ofrece Codebender, un desarrollo en línea y plataforma de colaboración, siendo este un Editor de código en línea para Arduino, este software es rápido y fácil de utilizar.

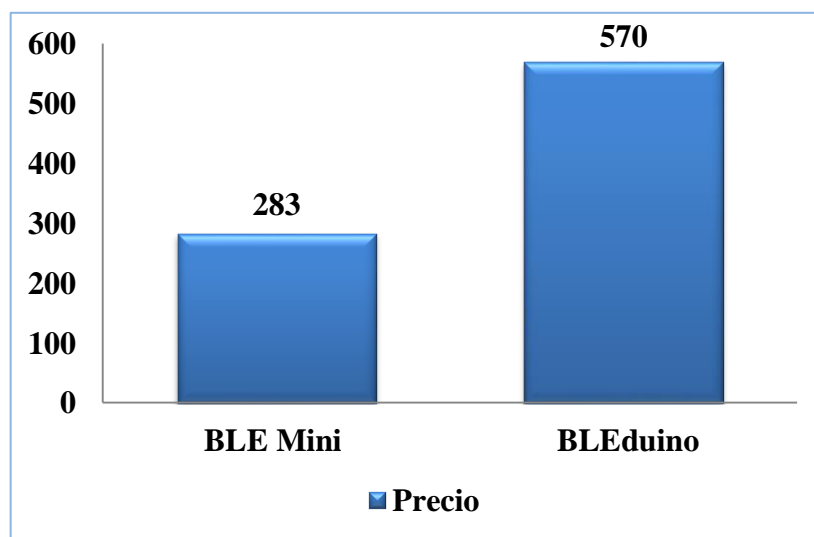
La similitud entre BLEduino y BLE Mini sigue, ya que a pesar de que BLEduino realiza la comunicación con dispositivos como nuestro celular o una Tablet, BLE Mini solo se puede realizar en un iPhone o en una iPad, pero sin embargo ambas se pueden conectar a una PC con Windows, Linux y Mac gracias a que ambas cuentan con un puerto USB integrado, además de que ambas placas cuentan con la misma cantidad de GPIO.



Grafica 3. E/S de Placas electrónicas con conectividad Bluetooth

A pesar de que BLEduino y BLE Mini cuentan con tecnología Bluetooth 4.0, su precio es muy diferente ya que BLEduino es mucho más caro que BLE Mini, esto es principalmente porque BLEduino nos ofrece un microcontrolador ATmega32u4, sin embargo BLE Mini maneja el doble de memoria que BLEduino a un precio muy accesible.

Por lo que si buscas una placa con tecnología Bluetooth, recomiendo BLE Mini para un proyecto pequeño ya que tiene un precio accesible con una potencia lo suficientemente buena gracias microcontrolador que implementa, pero si necesitamos más potencia esta BLEduino ya que es un Arduino Leonardo junto con conectividad Bluetooth a un precio muy bueno, ya que tan solo una placa Arduino Leonardo ronda aproximadamente en \$20 pero agregándole una shield que cuente con algún tipo de conectividad saldría igual o un poco más cara, arriesgando que se aumentara el tamaño, si lo que buscamos es algo pequeño con conectividad y buenas prestaciones BLEduino es la ideal.



Grafica 4. Precio de las plataformas con Bluetooth 4.0

Tabla 88. Comparativa de las principales características técnicas de las plataformas Bluetooth 4.0:

Nombre	BLEduino	BLE Mini
Modelo	-	-
Precio	\$ 570	\$ 283
Microcontrolador	ATmega32u4	Texas Instruments

		CC2540 F256
Velocidad del reloj	16 MHz	32 KHz
SDRAM	2.5 KB	8 KB
Flash	32 KB	256 KB
EEPROM	1 KB	512 KB
<b>Pines</b>		
GPIO	21	21
E / S digitales	12	-
Entradas analógicas	9	-
PWM	6	-
TWI / I2C	1	-
ISP	1	-
UART	1	1
Temporizadores	-	-
USB	USB	Micro USB
Salida de video	No	-
Salida de audio	No	-
Redes		
Wifi (Radio)	No	No
Ethernet	No	No
Otro	Bluetooth 4.0	Módulo Bluetooth 4.0 con antena de chip a bordo
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino	Codebender-(Biscuit 2.0 firmware)
SO soportados	Windows, Linux y Mac	Linux(Android 4.3) y Mac(iOS 7 o 8)
Software libre	Si	Si
Hardware libre	Si	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Kytelabs	RedBearLab
<b>Dimensiones</b>	Largo: 43 mm y Ancho: 23 mm	Largo: 39 mm, Ancho: 18.5 mm y Alto: 3.8 mm
<b>Hardware adicional) (funcionalidad adicional)</b>	Shields de Arduino (requiere de la Shield-Shield)	-

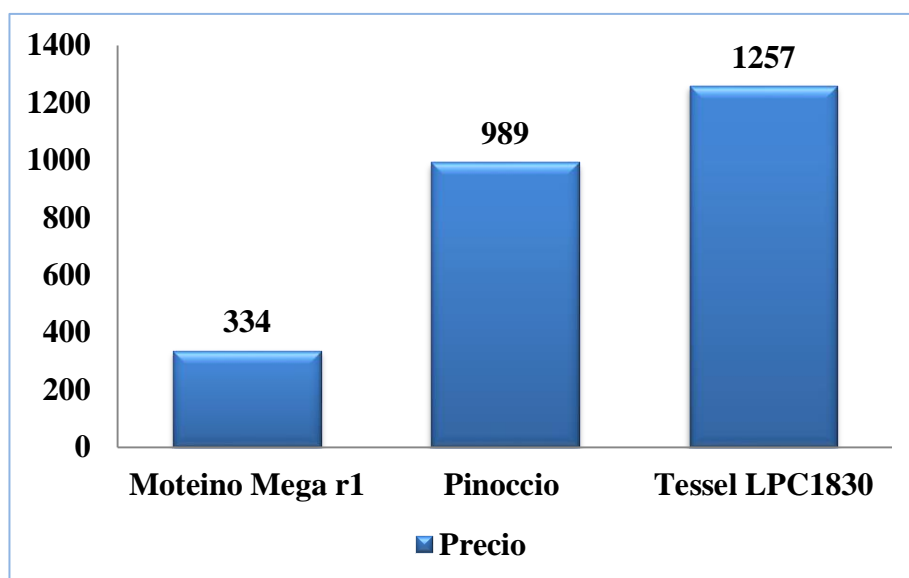
Por otra parte tenemos otras placas con conectividad vía Wifi Tessel, Pinoccio y Moteino. Se crearon con el objetivo de conectar fácilmente los proyectos a la Web a través de Wifi.

Tessel por su lado se programa en JavaScript funcionando como un servidor o cliente dada su configuración, además de ser una placa del tamaño de una tarjeta de crédito, con un precio de \$1257, por lo que se recomienda para proyectos de mayor tamaño en comparación de Moteino y Pinoccio, ya que fue diseñada especialmente para usuarios con conocimientos de JavaScript, para usuarios enfocados al desarrollo del software on la finalidad que se adentrarse fácilmente al mundo desarrollo del Hardware, logrando automatizar proyectos con mayor interactividad Web ya que Tessel funge con un servidor o cliente, esto depende principalmente de su configuración.

Pinoccio nos brinda una API - A, en tiempo real gratis, la cual nos permite transmitir datos, lo que significa que se notificará al instante cuando algo cambie en la placa (valores pines, LED, temperatura, etc.), logrando un monitoreo en tiempo real creando mayor interactividad con la información, ya que puede transmitir sus propios informes a través de la API, y sin esfuerzo consultar datos históricos. Pinoccio también puede utilizar el IDE Arduino por lo que hace que sea muy factible para usuarios que comienzan adentrarse al mundo de las plataformas electrónicas. Gracias al microcontrolador ATmega256RFR2 ofrece el doble de memoria que Moteino, pero más caro ya que integrar una pila recargable lo que hace que su costo de esta placa se eleve, sin embargo nos ayuda a realizar una aplicación fácilmente e instalarla donde deseemos sin la necesidad de comprar algún componente extra para su alimentación. Una de sus principales ventajas de Pinoccio es que es una placa diseñada para crear una Red de malla ya que cuenta con una central de radio para redes de malla conectándose entre sí con otras placas Pinoccio logrando enlazar a los que estén a su alcance para transmitir la información, tienen un rango similar al Router inalámbrico de una casa.

Por otro lado Moteino al ser completamente un clon de Arduino maneja el IDE Arduino a un precio muy accesible \$334 ofreciéndonos los mismos beneficios que una placa Arduino Mega solo que en menor tamaño y con conectividad Bluetooth, nos permite realizar la programación sin la necesidad de agregarle una tarjeta para que realice dicha función, siendo la única desventaja que no cuenta con USB integrado.

Podemos notar que tanto Tessel, Pinoccio y Moteino Mega son de diferentes precios, por lo que si requieres un proyecto pequeño con conectividad Wifi el ideal es Moteino Mega ya que tiene un costo accesible junto con una potencia de una Arduino Mega todo ello en un tamaño pequeño para instalarlo en superficies con poco espacio y con una gran cantidad de GPIO, es una placa ideal para el control de LED y relés, recopilar datos a través de sensores, hasta para un dispositivo de juego. Y si necesitas crear un proyecto interesante de monitoreo real teniendo que utilizar una red de mallas se sugiere implementar Pinoccio.



Grafica 5. Precio de las plataformas con conectividad Wifi

Tabla 89. Comparativa de las principales características técnicas con conectividad Wifi:

Nombre	Tessel	Pinoccio	Moteino Mega
Modelo	LPC1830	-	r1
Precio	\$ 1257	\$ 989	\$ 334
Microcontrolador	Cortex-M3 LPC1830	ATmega256RFR2	ATMega1284
Arquitectura	32 bits	8 bits - RISC	-
Velocidad del reloj	150 MHz	16 MHz	16 MHz
Memoria			

RAM	32 MB	32KB	16 KB
Flash	32 MB	256KB	128 KB
EEPROM	-	8KB	4 KB
Tamaño de almacenamiento	-	-	-
<b>Pines</b>			46
GPIO	20	-	-
E / S digitales	6 en el módulo GPIO y 3 en c/u de los 4 módulos	17	32
Entradas analógicas	6 en el módulo GPIO	8	8
PWM	3	4	8
TWI / I2C	1	-/1	2
ISP	1	1	3
UART	3 (Módulos A, B y D)	2	-
Temporizadores	-	-	-
USB	Micro USB	Micro USB	-
Salida de video	-	No	-
Salida de audio	-	No	-
<b>Redes</b>			
Wifi (Radio)	TI CC3000	Wifi	RFM69HW y conector para una antena
Ethernet	No	No	-
Otro		-	-
<b>Software</b>			
<b>Lenguaje de Programación</b>	JavaScript	ScoutScript (consola) y HQ Pinocho (GUI)	IDE Arduino
SO soportados	Windows, Linux y Mac	Windows, Linux y Mac	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si	Si	Si
Hardware libre	Si	Si	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Jon McKay, Jia Huang, y Tim Ryan	Pinoccio	LowPowerLab

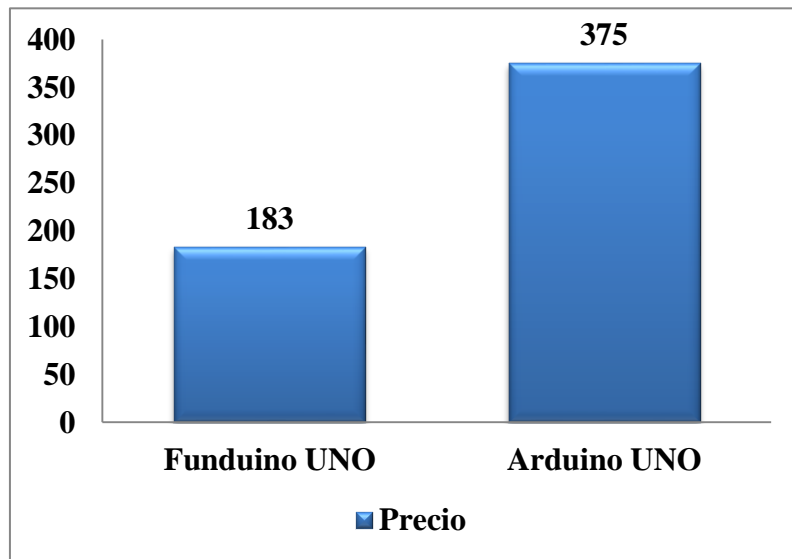
<b>Dimensiones</b>	Largo:65 mm y Ancho: 55.5 mm	Largo: 53 mm, Ancho: 25 mm y Alto: 12mm	25.40 mm y 50.80
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	4 módulos	-	Shields Arduino

### 5.1.1.3 Comparativa entre tarjetas electrónicas enfocadas a la educación

Muchas tarjetas electrónicas nacieron con la finalidad de ser una herramienta educativa, sin embargo algunas son muy básicas con las que cualquier usuario sin ningún conocimiento de electrónica o programación puede empezar automatizar pequeños proyectos, teniendo como ventaja las comunidades que ofrecen apoyo para aclarar dudas ya sea sobre la plataforma o presentan diferentes proyectos los cuales se pueden simular, etc, la gran mayoría de las plataformas son clones de Arduino o Raspberry Pi, ya que ambas son las primeras plataformas que surgieron por los que sus comunidades en la actualidad son muy grandes.

La mayoría de las tarjetas enfocadas a la educación se basan en Arduino, con lo que resultan ser clones. La tarjeta ideal para empezar desde cero es Arduino UNO R3, gracias su hardware y software fáciles de usar. Pero ya que existen clones idénticos a Arduino podemos sacar ventaja de ellos ya que si no disponemos de mucho dinero podemos adquirir una tarjeta como Funduino UNO R3, ya que la única diferencia está en el precio, tan solo cuesta \$183.

Funduino UNO R3 es tan solo un ejemplo de muchas placas idénticas a Arduino solo que algunas es complicado encontrarlas debido a problemas de almacén.



Grafica 6. Precio de las plataformas para la Educación enfocadas para proyectos básicos

Tabla 90. Comparativa de las principales características técnicas para la Educación para proyectos básicos

Nombre	Arduino UNO	Funduino UNO
<b>Modelo</b>	R3	R3
<b>Precio</b>	\$375	\$ 183
<b>Microcontrolador</b>	ATmega328	ATmega328
Velocidad del reloj	16 MHz	16 MHz
RAM	2 KB	2 KB
Flash	32 KB	32 KB
EEPROM	1 KB	1 KB
<b>Microcontrolador</b>	Atmega 16U2	Atmega16U2
Pines		
GPIO	-	-
E/S digitales	14	14
Entradas analógicas	6	6
PWM	6	6
TWI / I2C	-	-
SPI	-	-
UART	-	-

Temporizadores	-	-
USB	1	1
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si	Si
Hardware libre	Si	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Arduino	Funduino
<b>Dimensiones / peso</b>	Largo: 68.6 mm y Ancho: 53.4 mm /25 g	-
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Shields Arduino	-

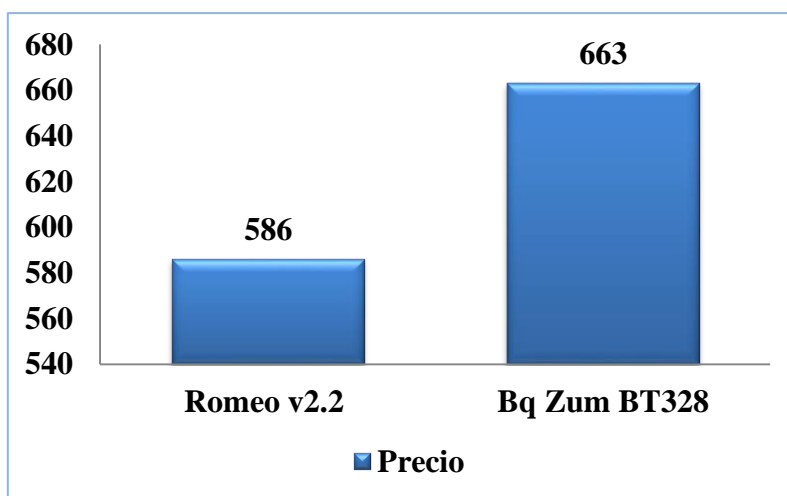
Por otro lado si requerimos hacer un proyecto escolar con mejores prestaciones encontramos a Bq Zum y Romeo ambas se basan en un microcontrolador Atmel por lo que son muy similares a Arduino.

Tanto Bq Zum y Romeo cuentan con igualdad de prestaciones en cuanto a potencia ya que ambas cuentan con la misma cantidad de memoria, su principal diferencia está en que Romeo se enfoca más a proyectos con motores/mecatrónica y Bq Zum para proyectos en general.

Bq Zum es un poco más cara que Romeo, debido a que cuenta con un módulo Bluetooth por lo que ideal para realizar una programación sin necesidad de conectarla con un medio físicamente, además que nos ofrece como ventaja controlar la aplicación remotamente. Otra ventaja que nos presenta Bq Zum es que cuenta con su propio lenguaje Bitbloq, es un programa en línea, gratuito y muy fácil de usar ya que es un programa de bloques por lo que es ideal para usuarios que se estén iniciando en el mundo de la electrónica junto con el manejo de los microcontroladores.

Otra ventaja importante de Bq Zum es que cuenta con video tutoriales propios que para enseñar el funcionamiento de los códigos, además de contar con el apoyo de la comunidad de Arduino para resolver dudas.

En cambio Romeo es como si tuviéramos un Arduino Leonardo pero con prestaciones para poder controlar aplicaciones enfocadas a la robótica, gracias a que utiliza el IDE Arduino podemos decir que es una placa accesible tanto para usuarios principiantes como avanzados, entre sus principales ventajas es que nos ofrece un conector para conectar módulos WiFi, Bluetooth y RF Xbee y Xbee, logrando mayor interactividad para el desarrollo de las aplicaciones permitiendo comenzar un proyecto inmediatamente, además de añadir funcionalidad con los shield de Arduino, algo que no realiza Bq Zum.



Grafica 7. Precio de las plataformas para la Educación enfocadas a proyectos complejos

Tabla 91. Comparativa de las principales características técnicas de plataformas enfocadas a la Educación para proyectos complejos

Nombre	Bq Zum BT328	Romeo
Modelo	-	v2.2 R3
Precio	\$663	\$586
Microcontrolador	Atmega328P	ATmega32u4
Velocidad del reloj	16 MHz	16MHz
Memoria		
RAM	2 KB	2.5 KB
Flash	32 KB	32 KB
EEPROM	1 KB	1 KB
Pines		
GPIO	-	12

E/S digitales	14	6
Entradas analógicas	6	6
PWM	6	7
TWI / I2C	-	
SPI	-	-
UART	-	-
Temporizadores	-	-
USB	Micro USB	Micro USB
<b>Redes</b>		
Wifi	-	-
Ethernet	-	-
Otro	Módulo Bluetooth	Zócalo Bluetooth
<b>Software</b>		
<b>Lenguaje de Programación</b>	Bitbloq (IDE web - Software en línea)	IDE Arduino
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac	Windows, Linux y Mac
Software libre	Si	Si
Hardware libre	Si	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Bq	DFRobot
<b>Dimensiones / peso</b>	Largo: 75, Ancho: 55 y Altura 15 mm / 23g	Largo: 89 mm, Ancho: 84mm y Altura: 14 mm
Hardware (funcionalidad adicional)	-	Shields de Arduino

Bq Zum y Romeo son tarjetas que nos permiten desarrollar proyectos como robots, juguetes, sistemas de seguridad, automatización del hogar, etc.

Bq Zum y Romeo son muy similares en cuanto a características técnicas, costo y facilidad de uso, por lo que ambas se recomiendan como herramienta para la educación, ya que son una alternativa a Arduino, con muchas más mejoras en cuanto a características técnicas y costo, ya que no necesitan shield para lograr tener conectividad.

#### **5.1.1.4 Comparativa entre tarjetas electrónicas que funcionan como Mini PC**

La similitud que encontramos en Raspberry Pi, Cubieboard4 y Odroid es que las tres son computadoras pequeñas (Mini PC), todo está unido por la versatilidad que ofrece su hardware en una placa integrada, con la gran ventaja de tener un costo muy bajo, diseñadas para usuarios que requieran tener un computador pequeño y barato.

Raspberry Pi, Cubieboard4 y Odroid cuentan con características técnicas muy diferentes:

En cuanto al CPU podemos observar que Cubieboard4 nos ofrece dos procesadores ARM Cortex A15 X 4 Cores y Cortex A7 X 4 Cores, con una velocidad del reloj de 2.0 y 1.3 GHz, además de tener un GPU PowerVR 64-core G6230, es ideal para proyectos complejos, pero si requerimos una placa para proyectos que necesiten menos potencia Odroid es la ideal, ya que cuenta con un procesador ARM Cortex-A9 Quad Core con una buena velocidad de reloj 1.7 GHz y un GPU Mali-400 Quad Core 440MHz.

Cubieboard4 y Odroid tiene la misma cantidad de memoria SDRAM de 2 GB DDR2, con una ranura Micro SD para agregar más memoria., dejando atrás a Raspberry ya que este cuenta con tan solo con 1GB de memoria.

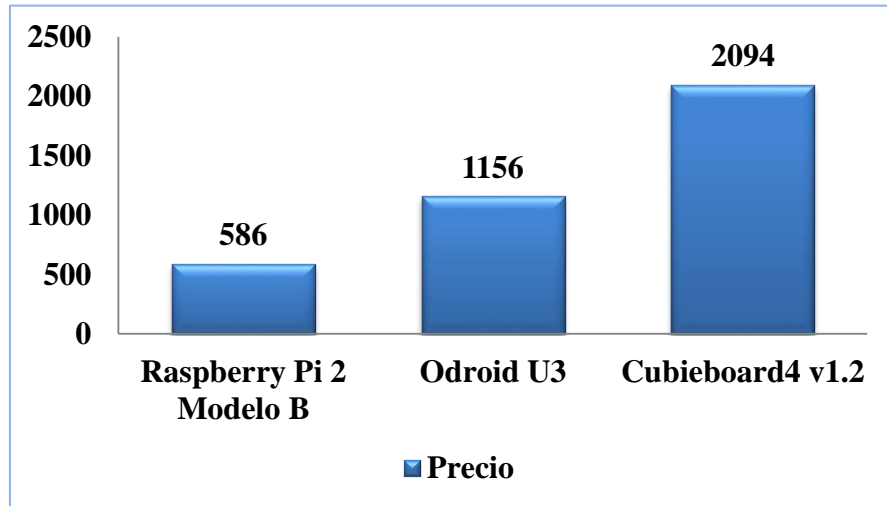
La placa que destaca en cuanto a su conectividad es Cubieboard4 ya que ofrece conectividad Ethernet, wifi y Bluetooth, con buena velocidad cada una de ellas, pero tiene un costo elevado de \$2094.

Por otro lado tenemos a Raspberry Pi con conectividad solo Ethernet pero con un precio muy accesible de \$586, y Odroid en cuestión de conectividad queda en tercer lugar debido a que cuenta con la misma conectividad que Raspberry pero con un precio más elevado de \$1156, pero no solo la conectividad influye en el precio ya que cuentan con otras características que influyen en ello, mencionadas a continuación.

En cuanto video la mejor es Cubieboard4 ya tiene salida de video HDMI y VGA, ya que Raspberry Pi y Odroid solo cuentan con salida HDMI.

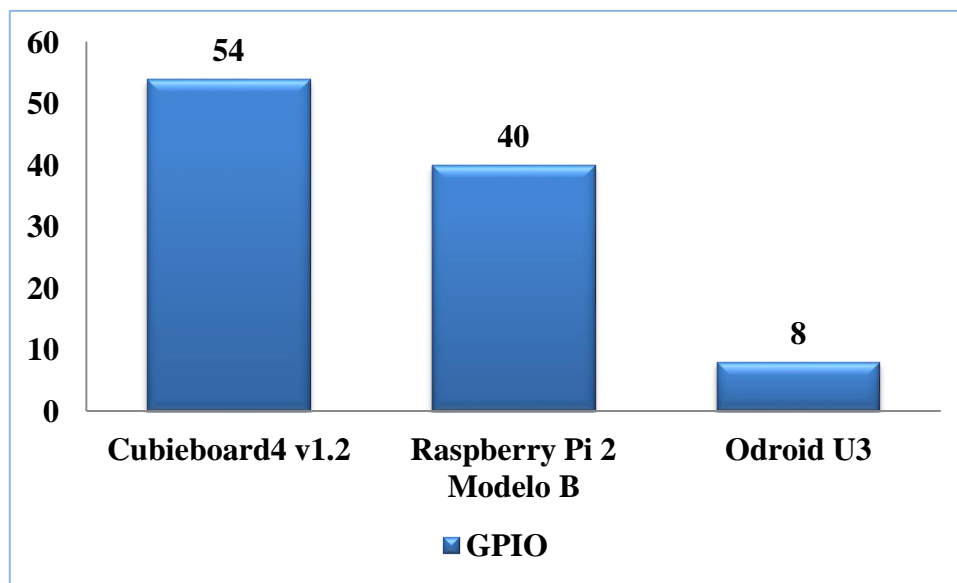
Tanto Raspberry Pi como Odroid cuentan con dos salidas para audio por lo que son mejores en este componente, y Cubieboard4 se queda atrás en este elemento ya que solo cuenta con una salida de auriculares.

Cubieboard4 tiene 5 conectores USB; 4 USB 2.0 y 1 USB OTG 3.0, al igual Raspberry Pi; 4 USB 2.0 y 1 Micro USB, sin embargo Odroid no se queda atrás ya que cuenta con 4; 3 USB OTG y 1 Micro USB.



Grafica 8. Precio de las plataformas Mini PC

Si requieres una placa con un gran número de E / S de propósito general tenemos a Cubieboard4 y Raspberry Pi, son ideales ya que la primera tiene 54 GPIO y la otra 40, quedándose atrás Odroid tan solo con 8.



Grafica 9. E / S de Placas electrónicas Mini PC

Raspberry Pi es la placa que nos ofrece más flexibilidad ya que es multiplataforma, soportando Rasbian, Linux (Snappy Ubuntu Core) y Microsoft Windows 10 y como lenguaje de programación maneja Python, este lenguaje es muy fácil de aprender.

Cubieboard4 y Odroid solo trabajan en Linux, por lo que se restringen para usuarios que solo utilizan Windows.

Tanto Raspberry Pi, Cubieboard4 y Odroid son de software y hardware libre por lo que cualquier usuario que desee crear una placa igual a estas lo puede hacer descargando los esquemas para crear dichas placas, al igual que descargar el software y cargarlo en dicha placa.

Raspberry Pi es una tarjeta electrónica ideal para tener una Mini PC con potencia alta debido a que cuenta diversas características técnicas a un precio muy accesible, logrando tener como ventaja a la comunidad que lo respalda para resolver dudas de los usuarios.

Pero si necesitas el doble de potencia una buena alternativa es Cubieboard 4, ya que cuenta con el doble de capacidades gracias a los procesadores que maneja, con la desventaja de ser más cara, sin embargo con dicha placa podemos realizar proyectos más grandes e interesantes con muy buena velocidad.

Tabla 92. Comparativa de las principales características técnicas de plataformas Mini Pc

<b>Nombre</b>	<b>Raspberry Pi 2</b>	<b>Odroid</b>	<b>Cubieboard4</b>
<b>Modelo</b>	Modelo B	U3	V1.2
<b>Precio</b>	\$586	\$1156	\$2094
<b>Procesador</b>	Broadcom BCM2836 SoC	Samsung Exynos 4412 Prime	Allwinner A80
<b>Arquitectura Núcleo</b>	ARM Cortex – A7 Quad – core	ARM Cortex-A9 Quad Core	ARM Cortex A15 X 4 Cores + Cortex A7 X 4Cores
Velocidad del reloj	900MHz	1.7 GHz	2.0 GHz y 1.3 GHz
Unidad de procesamiento gráfico – GPU	VideoCore IV 3D Núcleo de gráficos	Mali-400 Quad Core 440MHz	PowerVR 64-core G6230

<b>Memoria</b>			
SDRAM	1GB - 450 MHz	2 GB DDR2	2 GB DDR3
Tamaño de almacenamiento	Micro SD	Micro SD	Micro SD
<b>Pines</b>			
GPIO	40	8 (3 se utilizan para la corriente eléctrica)	54
USB	4 USB 2.0 y 1 Micro USB	3 USB OTG, 1 Micro USB	4 USB 2.0, 1 USB OTG 3.0
Salida de video	Full HDMI 1.4 – 1920X1200 pixeles	HDMI	HDMI-1080p y 1 VGA-1080P
Salida de audio	Jack 3.5mm, HDMI	HDMI y auriculares	Auriculares –jack de 3.5 mm
Entrada de micrófono	-	-	1
Interfaz de cámara e Interfaz de display	Interfaz serial de cámara MIP (CSI-2)-DSI	-	-
<b>Redes</b>			
Wifi	-	-	2.4 y 5.8G (banda dual), 300Mbps con antena externa. BT4.0+EDR
Ethernet	Zócalo RJ45 10 / 100 Mbps	1 RJ-45 10M/100Mbps	Zócalo RJ45 GigaBit (10M/100M/1000M)
Otro	-	-	Bluetooth 4.0 + EDR
<b>Lenguaje de Programación</b>			
Multiplataforma	Rasbian, Linux (Snappy Ubuntu Core) y Microsoft Windows 10	Linux: Xubuntu 13.10 Android u-boot 2010.12, Kernel 3.0.x, Android 4.x	Linux: Android
Software libre	Si	Si	Si
Hardware libre	Si	Si	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>			
	Fundación Raspberry Pi	-	-

<b>Dimensiones</b>	Largo: 85 mm, Ancho: 56 mm, Altura: 17mm / 45g	Largo: 83 mm, Ancho: 48 mm/ 48g	-
--------------------	---	---------------------------------------	---

### 5.1.1.5 Comparativa entre tarjetas electrónicas enfocadas a la industria

OLinuXino-iMX233 y Waspote son compatibles ya que son tarjetas electrónicas implementadas en la Industria. Por un lado esta OLinuXino- iMX233 una tarjeta electrónica basada en él un procesador iMX233 ARM926J, teniendo como ventaja principal que cuenta con una velocidad muy buena para procesar y tener gran movilidad, con un consumo de energía de 6-16 VDC además de ser una tarjeta fácil de configurar.

OLinuXino- iMX233 actualmente se implementa en dispositivos de navegación portátiles, eReaders, lavadoras, refrigeradores, secadoras, reproductores multimedia portátiles, controles remotos, productos de cocina, lavavajillas, Interfaz Hombre Máquina (Human Machine Interface -HMI), Aplicaciones de audio, Redes e Inicio Sistemas de Gestión de la Energía, etc.

Por otro lado tenemos a Waspote una tarjeta electrónica está diseñado principalmente para aplicaciones conectadas a una red de sensores inalámbricos con requerimientos bastantes específicos y destinados a ser desplegados en un tiempo real, por lo que es ideal para aplicaciones de monitoreo en tiempo real.

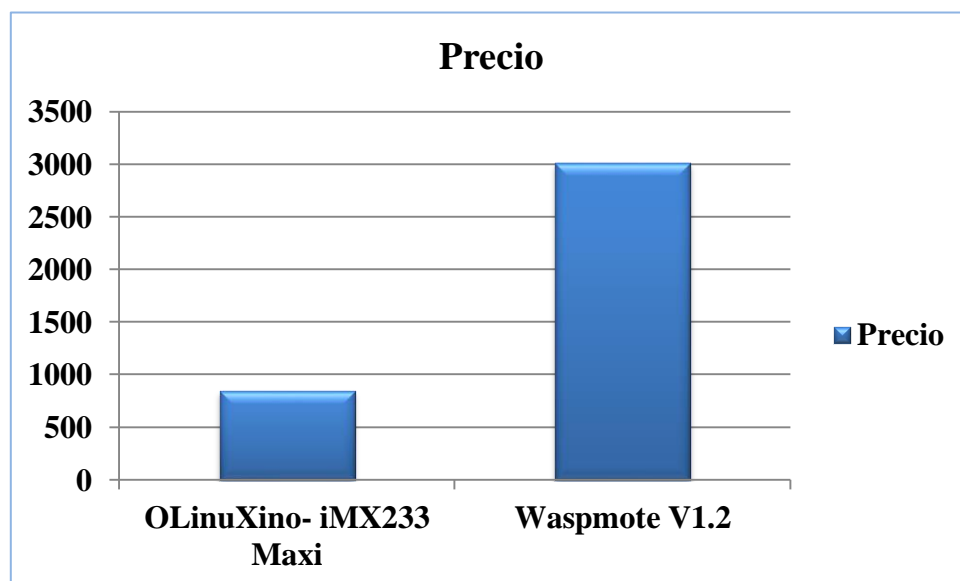
Cuenta con un consumo mínimo (consumo mínimo 0.7 uA en modo hibernación) y al mismo tiempo cuenta con un máximo rendimiento, además de tener grandes capacidades, maneja siete modelos diferentes de radio de comunicación que pueden ser elegidos en función de Frecuencia, Protocolo y Potencia. Esta plataforma se basa en una arquitectura modular por lo que se puede implementar módulos adicionales de acuerdo a las necesidades del proyecto (GPS, GPRS, Micro SD, etc.), al igual que se pueden integrar sensores para Gases, Prototipado, etc., logrando mayor funcionalidad para dicho proyecto. Otra ventaja es que cuenta con un acelerómetro de tres ejes con el que obtiene la máxima precisión y estabilidad en ambos rangos (+-2g, +-6g), lo que permite a Waspote controlar en tiempo real cualquier movimiento o vibración.

La alimentación eléctrica se realiza por medio de una batería eléctrica recargable a través de un conector preparado para un panel solar.

Son similares ya que ambas son usadas en proyectos Industriales, sin embargo, OLinuXino-iMX233 y Waspote son placas destinadas para proyectos muy diferentes, por lo que cada una cuenta con características técnicas muy distintas mientras OLinuXino-iMX233 maneja un procesador iMX233 y Waspote por su lado trabaja con un microcontrolador Atmel.

OLinuXino cuenta con mayor memoria y E / S, sin embargo, Waspote es más cara ya que dispone de un acelerómetro y un conector para agregarle algún tipo de conectividad, en cambio OLinuXino necesita de un cable Ethernet para lograr tener una conexión.

Waspote es una tarjeta electrónica ideal para aplicaciones de campo, mientras que OLinuXino se enfoca más a proyectos como automatización del hogar, para proyectos que controlan impresoras 3D, e incluso sirve para el desarrollo en general de software embebido, etc. En cuanto a software Waspote logra tener mayor ventaja ya que utiliza el IDE Arduino por lo que se puede pasar aplicaciones desarrolladas en el IDE Arduino para que trabajen en Waspote, en cambio OLinuXino trabaja con Linux logrando ser más difícil para un usuario interactuar con dicho sistemas, es ideal para usuarios amantes de la tecnología y profesionales.



Gráfica 10. Precio de las plataformas enfocadas a la Industria

Tabla 93. Comparativa de las principales características técnicas de plataformas enfocadas a la Industria:

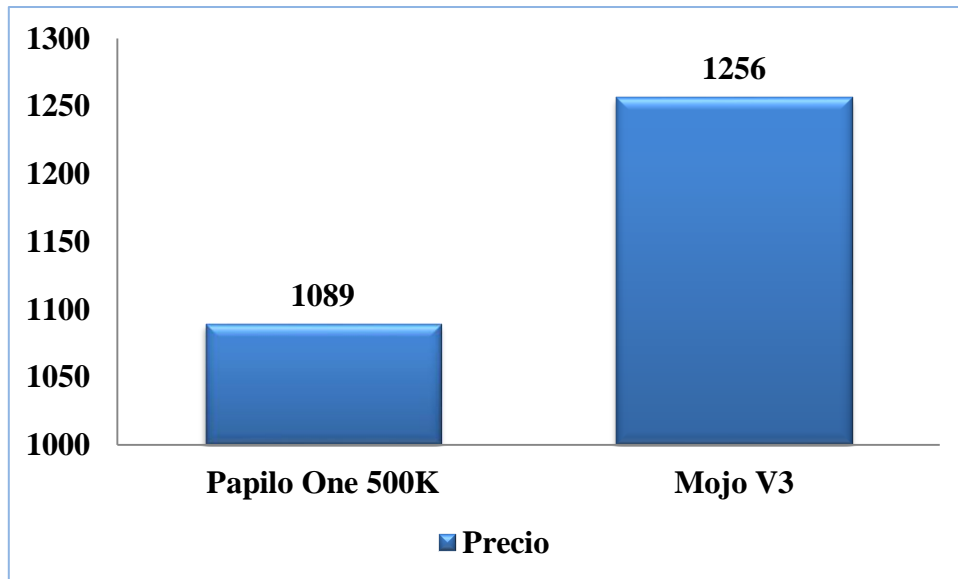
<b>Nombre</b>	Waspnote	OLinuXino- iMX233
<b>Modelo</b>	V1.2	Maxi
<b>Precio</b>	\$3013	\$844
<b>Microcontrolador/ Procesador</b>	ATmega1281	iMX233 ARM926J
Arquitectura	-	-
Velocidad del reloj	14 MHz	454 MHz
<b>Memoria</b>		
SRAM	8KB	64 MB
Flash	128KB	
EEPROM	4KB	
Tamaño de almacenamiento	Micro SD(2 GB)	Micro SD
<b>Pines</b>		
GPIO	-	-
E/S digitales	8	40
Entradas analógicas	7	-
PWM	1	-
TWI / I2C	1	2
SPI	1	2
UART	2	3
USB	Mini USB	2 USB 3.0
Salida de video	-	NTSC – TV PAL
Salida de audio	-	Auriculares, estéreo
<b>Redes</b>		
Wifi	1 (conector para agregar un módulo que provee Wifi, GPS)	-
Ethernet	-	Zócalo (10/100 Mbit)
Otro	-	-
<b>Software</b>		
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino	-
Multiplataforma	Windows, Linux y Mac	Linux
Software libre	Si	Si
Hardware libre	Si	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Libelium	OLIMEX
<b>Dimensiones / Peso</b>	Largo: 73.5, Ancho: 51, y Altura: 13 mm /20g	Largo: 94.0mm y Ancho: 54.6 mm
<b>Hardware (funcionalidad)</b>	Módulo ZigBee,	

<b>adicional)</b>	Lora, Tarjeta Wifi, GMS-GPRs, Modulo de baja energía Bluetooth, etc.	
-------------------	--	--

### 5.1.1.6 Comparativa entre tarjetas electrónicas FPGAs

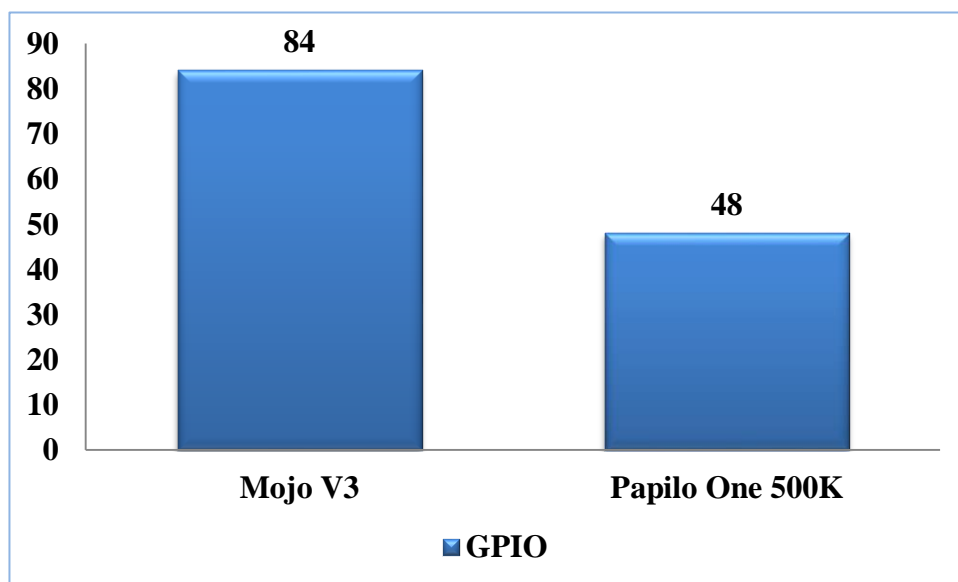
Papilo y Mojo son placas que trabajan con FPGAs por lo que son placas muy potentes. El objetivo primordial de tarjetas como estas es que los usuarios aprendan cómo funcionan los FPGA sin que tengan la necesidad de aprender lenguajes VHDL.

Papilo y Mojo son placas similares ya que ambas están basadas en el microcontrolador de SPARTAN, sin embargo Mojo V3 cuenta con mayor potencia en cuanto al microcontrolador logrando tener mucho más memoria y E / S tanto digitales como analógicas, además de contar con un microcontrolador ATmega32U4 adicional el cual le permite cargar actualizaciones de firmware.



Gráfica 11. Precio de las plataformas FPGAs

En cuanto a precio Mojo V3 es un poco más caro que Papilo UNO 500 K, sin embargo, si necesitas una placa con gran potencia es recomendable gastar un poco más por lo que obtendrás el doble de prestaciones.



Gráfica 12. E / S de las placas FPGAs

La mayor ventaja de Papilo UNO frente a Mojo es que Papilo maneja el IDE de Arduino por lo que hace que sea fácil de usar y está dirigida para usuarios principiantes, en cambio Mojo utiliza su propio IDE y es una placa electrónica dirigida a usuarios avanzados.

Tabla 94. Comparativa de las características técnicas de las placas FPGAs

<b>Nombre</b>	Papilo	Mojo
<b>Modelo</b>	One 500K	V3
<b>Precio</b>	\$ 1089	\$ 1256
<b>Microcontrolador</b>	Xilinx Spartan 3E FPGA	Spartan FPGA 6 XC6SLX9
Velocidad del reloj	32 MHz	-
<b>Memoria</b>		
SRAM	360 KB	576 KB
Flash (SPI)	4 MB	-
<b>Microcontrolador</b>	-	ATmega32U4
SRAM	-	2.5 KB
Flash	-	32 KB
EEPROM	-	1 KB

<b>Pines</b>		
GPIO	-	-
E / S	48	84
Entradas analógicas	-	8
PWM	-	-
TWI / I2C	-	-
SPI	-	-
UART	-	-
Temporizadores	-	-
USB	1	1
Salida de video	-	-
Salida de audio	-	-
<b>Redes</b>		
Wifi	-	-
Ethernet	-	-
Otro	-	-
<b>Software</b>		
<b>Lenguaje de Programación</b>	IDE Arduino	Mojo IDE
Multiplataforma	Windows y Linux	Windows y Linux
Software libre	Si	Si
Hardware libre	Si	Si
<b>Creador (es) o Fabricante</b>	Jack Gasset, Gadget Factory	Embedded Micro
<b>Dimensiones</b>	Largo 68.58mm y Ancho: 68.58 mm	-
<b>Hardware (funcionalidad adicional)</b>	Alas	-

### **5.1.1.7. Conclusión**

#### **Comparativa entre un microcontrolador, FPGA y los PLC**

Un FPGA y un Microcontrolador son dispositivos diferentes. La principal diferencia radica en que un FPGAs nos ofrece flexibilidad por que cuenta con un diseño puramente Hardware integrado en un chip en el cual se realiza conexiones básicas o complejas dependiendo lo que el usuario le indique en el software (que utiliza para su debida programación), con ello podemos aumentar su funcionalidad tan solo realizando las conexiones debidas de las compuertas lógicas ya que viene este circuito en blanco para ser diseñado, en cambio un Microcontrolador ya viene diseñado con un Arquitectura específica, por lo que no podemos realizar algún tipo de adicción en cuanto a su funcionalidad, es decir viene ya con características establecidas de fábrica por lo que no podemos realizar alguna configuración como lo que se hace con un FPGAs, por lo que un Microcontrolador viene con un tamaño determinado de e memoria, con una cierta cantidad de puertos de E / S, periféricos y con una CPU de pendiendo de cual haya adquirido.

Otra diferencia es que los microcontroladores usan lenguaje de bajo nivel como el ensamblador, para ser programados mientras los FPGAs utilizan lenguajes de alto nivel como el VHDL para realizar una configuración y diseñar el circuito con el cual hasta se puede crear desde un procesador hasta un circuito más complejo, sin embargo esto depende de las características que tenga dicho FPGAs, existen desde FPGAs básicos y FPGAs con más prestaciones por lo tanto el precio varía a mayor prestaciones mayor es el costo del FPGAs, pero lo que hace que sean totalmente diferentes es su lenguaje, ya que los FPGAs nos permite realizar una simulación del circuito diseñado para saber su funcionamiento correcto antes de ser programado, en cambio un microcontrolador no cuenta con esta característica ya que lo único que nos permite es realizar la programación directa en el circuito.

Los FPGAs dificulta la implementación en un proyecto en comparación a un microcontrolador ya que requiere de un software y dispositivo para grabar para poder diseñar el circuito y poderse usar.

Para la mayoría de aplicaciones, los microcontroladores son la mejor solución, esto es porque son más baratos, fáciles de programar, consumen menos poder y contienen en sus periféricos todo lo que podamos necesitar.

Los microcontroladores usan procesos secuenciales (una tarea a la vez) mientras los FPGA pueden ejecutar procesos en paralelo. Debido a esto, los FPGA son la mejor opción para aplicaciones con señales de alta velocidad o que se procesan en tiempo real.

Por otro lado tenemos a los PLCs diseñado para tareas básicas del sector industrial, que requieran de bajo procesamiento, ideal para proyectos que no tengan mucha posibilidad de replicarse es todo lo contrario a un microcontrolador.

Un microcontrolador es diferente a un PLC ya que éste se enfoca a tareas más complicadas que requieren de alto nivel de procesamiento, ideal para aplicaciones muy específicas para proyectos poco escalables, son ideales para proyectos replicables que requieran de un presupuesto limitado, es decir en cuanto a prestaciones es todo lo contrario.

Entre las principales diferencias entre un PLC, microcontrolador y FPGAs está en el precio y uso, un PLC es de un precio elevado, seguido de los FPGAs, siendo los microcontroladores de menor costo.

En cuanto a usabilidad, un los PLC siguen a la cabeza ya que a pesar de su dificultad para programarse, en la actualidad siguen siendo usados por múltiples empresas, esto es debido al soporte que maneja de sus diferentes proveedores algo que no tiene ni un FPGAs ni un microcontrolador, a pesar de que con estos dispositivos se pueden lograr crear proyectos grandes e interesantes para automatizar procesos a nivel industrial.

En la actualidad tanto los FPGAs y los microcontroladores buscan ser más utilizados, logrando adentrarse más a la industria, ya que ofrecen mayor facilidad de realizar aplicaciones y queriendo tener soporte para aclarar dudas, es un camino muy largo, sin embargo, han logrado tener un gran impacto.

Hoy en día contamos con herramientas que nos permiten mayor interacción tanto con los microcontroladores como los FPGAs. Un ejemplo claro de esto son las tarjetas electrónicas

de desarrollo que pueden venir con la arquitectura de un microcontrolador o FPGAs, esto es para que el usuario tenga interacción con dichos circuitos logrando ser más fácil su manipulación debido a que cuenta con software fácil de aprender sin tener conocimientos amplios de electrónica o programación.

Arduino es un ejemplo de una plataforma electrónica de desarrollo, posee un microcontrolador el cual está diseñado para poder trabajar sin la necesidad de realizar alguna configuración, tan solo tiene que escribir un software (IDE, C o C ++, etc.) y se compila en un archivo hexadecimal que se carga en el microcontrolador. El microcontrolador almacena el programa en la memoria flash y lo ejecutará de manera cíclica hasta que sea borrado o reemplazado.

Otro ejemplo es la plataforma electrónica de desarrollo utilizando un FPGA: Mojo se diseñó con el objetivo para hacer uso de los FPGAs para poder entender su funcionamiento pero de una manera más sencilla que hacerlo directo en un FPGA.

Estas plataformas son dos ejemplos claros que la tecnología electrónica va avanzando buscando funcionalidad a un costo bajo y con una fácil manipulación para el usuario. Gracias a las características que cuentan cualquier usuario que desee automatizar algún proceso hoy en día lo puede lograr empleando alguna plataforma electrónica de desarrollo.

## Bibliografía

- CIIM II FIUBA. (02 de Junio de 2015). Automatización. Buenos Aires.
- Valdés Pérez, F., & Pallás Areny, R. (2007). *Microcontroladores: Fundamentos y Aplicaciones con PIC*. España: Marcombo.
- Aprende PLC*. (27 de Marzo de 2011). Recuperado el 02 de Julio de 2015, de <http://aprendeplc.blogspot.mx/2011/03/partes-de-un-plc.html>
- Nanode*. (2012). Recuperado el 23 de Junio de 2015, de <http://www.nanode.eu/what-is-nanode/>
- digiStump*. (2013). Recuperado el 09 de Junio de 2015, de <http://digistump.com/products/1>
- Hardware Libre - Conferencia*. (10 de Octubre de 2013). Recuperado el 01 de Mayo de 2015, de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=64pKBHCFIQc>
- Holoscópio*. (2013). Recuperado el 15 de Junio de 2015, de <http://brasuino.holoscopio.com/>
- JeeLabs*. (2013). Recuperado el 19 de Junio de 2015, de <http://www.digitalsmarties.net/products/jeenode>
- Micromint USA*. (2013). Recuperado el 20 de Junio de 2015, de [http://www.micromint.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=199:bambino210&catid=53:products](http://www.micromint.com/index.php?option=com_content&view=article&id=199:bambino210&catid=53:products)
- Odroid*. (2013). Recuperado el 24 de Junio de 2015, de [http://www.hardkernel.com/main/products/prdt\\_info.php?g\\_code=g138745696275](http://www.hardkernel.com/main/products/prdt_info.php?g_code=g138745696275)
- Arduino-Documental*. (14 de Julio de 2014). Recuperado el 04 de Mayo de 2015, de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=zmbXmpvfVJ0>
- Banana Pi*. (2014). Recuperado el 24 de Junio de 2015, de <http://www.bananapi.org/>
- CIAA*. (2014). Recuperado el 24 de Junio de 2015, de <http://www.proyecto-ciaa.com.ar/devwiki/doku.php?id=docu:intro>
- DSSCircuits*. (2014). Recuperado el 10 de Junio de 2015, de <http://dsscircuits.com/sale/product/dssc0120>
- RFduino*. (2014). Recuperado el 10 de Junio de 2015, de <http://www.rfduino.com/product/rfd22102-rfduino-dip/index.html#tab-description>
- TinyCircuits*. (2014). Recuperado el 20 de Junio de 2015, de <https://tiny-circuits.com/tiny-lily-mini-processor.html>
- TinyCircuits*. (2014). Recuperado el 20 de Junio de 2015, de <https://tiny-circuits.com/tiny-lily-mini-processor.html>
- Embedded Micro Make Technology*. (2015). Recuperado el 14 de Junio de 2015, de <https://embeddedmicro.com>

*Adafruit*. (2015). Recuperado el 14 de Junio de 2015, de <http://www.adafruit.com/products/659>

*Adafruit*. (04 de Junio de 2015). Recuperado el 19 de Junio de 2015, de <https://learn.adafruit.com/boarduino-kits>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 21 de Mayo de 2015, de <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMicro>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 18 de Marzo de 2015, de <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 04 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 05 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 05 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 15 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 15 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 15 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMegaADK>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 15 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMegaADK?from=Main.ArduinoBoardADK>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 15 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 16 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardEthernet>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 16 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Main/ArduinoBoardFio>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 17 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardPro>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 18 de Mayo de 2015, de <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLilyPad>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 18 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLilyPadSimple>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 18 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLilyPadUSB>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 19 de Mayo de 2015, de <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 19 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMini>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 20 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMini>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 15 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLeonardo>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 15 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLeonardo>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 20 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLeonardo>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 21 de Mayo de 2015, de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardYun?from=Products.ArduinoYUN>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 22 de Mayo de 2015, de <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardEsplora>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 22 de Mayo de 2015, de <http://arduino.cc/en/Main/Robot>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 23 de Mayo de 2015, de <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDue>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 23 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardTre>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 24 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardZero>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 24 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoGemma>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 25 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoGSMShield>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 25 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>

*Arduino*. (2015). Recuperado el 25 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoWirelessShield>

- Arduino*. (2015). Recuperado el 25 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoWirelessProtoShield>
- Arduino*. (2015). Recuperado el 25 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoWiFiShield>
- Arduino*. (2015). Recuperado el 25 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoMotorShieldR3>
- Arduino*. (2015). Recuperado el 25 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoUSBHostShield>
- Arduino*. (2015). Recuperado el 25 de Mayo de 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoStarterKit>
- BLEduino*. (2015). Recuperado el 10 de Junio de 2015, de <http://bleduino.cc/>
- BQ*. (2015). Recuperado el 22 de Junio de 2015, de <http://www.bq.com/es/placa-zum-bt>
- Cubieboard*. (2015). Recuperado el 24 de Junio de 2015, de <http://cubieboard.org/2015/03/10/cubieboard4cc-a80-released/>
- Femtoduino*. (2015). Recuperado el 19 de Junio de 2015, de <http://femto.io/products/femtoduino>
- Freertronics*. (2015). Recuperado el 18 de Junio de 2015, de [www.freertronics.com](http://www.freertronics.com)
- Gadget Factory*. (2015). Recuperado el 14 de Junio de 2015, de <http://papilio.cc/index.php?n=Papilio.PapilioOne#Section1>
- GitHub*. (2015). Recuperado el 23 de Junio de 2015, de <https://github.com/ytai/ioio/wiki/Getting-To-Know-The-Board>
- Gizmosphere*. (2015). Recuperado el 12 de Junio de 2015, de <http://www.gizmosphere.org/products/gizmo-2/>
- Goldilocks User Manual*. (01 de Enero de 2015). Recuperado el 21 de Junio de 2015, de [https://docs.google.com/document/d/1bCBmtleOVoH\\_DAKDrfVIE3xCJ-MwMu7EKCCdANg7uuk/edit?pli=1#](https://docs.google.com/document/d/1bCBmtleOVoH_DAKDrfVIE3xCJ-MwMu7EKCCdANg7uuk/edit?pli=1#)
- KMParts*. (2015). Recuperado el 02 de Julio de 2015, de <http://www.klocknermoeller.com/index.html>
- Leaflabs embedded electronics*. (2015). Recuperado el 20 de Junio de 2015, de <http://www.leaflabs.com/>
- Libelium*. (2015). Recuperado el 23 de Junio de 2015, de <http://www.libelium.com/es/products/waspmote/>
- LowPowerLab*. (2015). Recuperado el 19 de Junio de 2015, de <http://lowpowerlab.com/moteino/>

*netduino*. (2015). Recuperado el 05 de Junio de 2015, de <http://www.netduino.com/>

*Olimex*. (2015). Recuperado el 24 de Junio de 2015, de <https://www.olimex.com/Products/OLinuXino/iMX233/iMX233-OLinuXino-MAXI/open-source-hardware>

*Parallax*. (2015). Recuperado el 05 de Junio de 2015, de <https://www.parallax.com/product/32214>

*Pinoccio*. (2015). Recuperado el 10 de Junio de 2015, de <https://pinocc.io/>

*rascal micro*. (2015). Recuperado el 17 de Junio de 2015, de <http://rascalmicro.com/index/>

*Raspberry Pi*. (2015). Recuperado el 11 de Junio de 2015, de <https://www.raspberrypi.org/>

*RedBearLab*. (2015). Recuperado el 10 de Junio de 2015, de <http://redbearlab.com/blemini/>

*Sain Smart*. (2015). Recuperado el 15 de Junio de 2015, de <http://www.sainsmart.com/arduino/control-boards/sainsmart-uno-r3-atmega328-au-development-board-compatible-with-arduino-uno-r3.html>

*SeeedduinoStudio*. (2015). Recuperado el 18 de Junio de 2015, de <http://www.seeedstudio.com/>

*SlicMicro ingredients for you invention*. (2015). Recuperado el 15 de Junio de 2015, de <http://www.slicmicro.com/avrduino-arduino-uno-rev3-compatible-with-extra-features-p-1002.html>

*Steren*. (2015). Recuperado el 20 de Abril de 2015, de <http://www.steren.com.mx/catalogo/prod.asp?f=&sf=115&c=1046&p=697>

*Steren*. (2015). Recuperado el 20 de Abril de 2015, de <http://www.steren.com.mx/catalogo/prod.asp?f=&sf=116&c=1602&p=786>

*Steren*. (2015). Recuperado el 20 de Abril de 2015, de <http://www.steren.com.mx/catalogo/prod.asp?f=&sf=116&c=1602&p=786>

*Steren*. (2015). Recuperado el 20 de Abril de 2015, de <http://www.steren.com.mx/catalogo/prod.asp?f=&sf=115&c=1046&p=697>

*Tessel*. (2015). Recuperado el 28 de Mayo de 2015, de [www.tessel.io/](http://www.tessel.io/)

*Texas instruments*. (2015). Recuperado el 03 de Junio de 2015, de <http://www.ti.com/ww/en/launchpad/launchpads-msp430-msp-exp430g2.html#tabs>

*TinyDuino*. (2015). Recuperado el 05 de Junio de 2015, de <https://tiny-circuits.com/products/tiny-duino.html>

*Uddo*. (2015). Recuperado el 06 de Junio de 2015, de <http://www.udoo.org/docs/>

- Versalino.com.* (2015). Recuperado el 20 de Junio de 2015, de <https://www.virtuabotix.com/product/versalino-uno-1-1-arduino-compatible-prototype-production-platform/>
- Wikipedia.* (08 de Abril de 2015). Recuperado el 18 de Abril de 2015, de [http://es.wikipedia.org/wiki/Regulador\\_de\\_tensi%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Regulador_de_tensi%C3%B3n)
- Allan, R. (2001). *Eléctronica*. Prentice Hall.
- Angulo, J. M., & Angulo, I. (2003). *Microcontroladores PIC*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España.
- Aranda , D. (2014). *Electrónica: plataformas Arduino y Raspberry Pi*. Buenos Aires: Fox Andina.
- Arboledas , D. (2009). *Electrónica para la educación secundaria*. España: BUBOK PUBLISHING.
- Atmel. (2015). *Arduino*. Recuperado el 08 de Mayo de 2015, de Arduino UNO: <http://www.atmel.com/Images/doc8161.pdf>
- Ayala, C., Araya, J., & Hernández, A. (s.f.). *Los electronicos*. Recuperado el 18 de Marzo de 2015, de <https://loselectronicos.wordpress.com/category/general/>
- Barrales , R., Barrales , V. R., & Rodríguez , M. (2014). *Circuitos Eléctronicos*. México: Patria.
- beagleboard.* (s.f.). Recuperado el 11 de Junio de 2015, de <http://beagleboard.org/BLACK>
- Benchimol, D. (2011). *Electrónica práctica*. Buenos Aires: Fox Andina.
- Benchimol, D. (2011). *Microcontroladores*. Buenos Aires: Fox Andina.
- Borensztein, P. (02 de Julio de 2015). Arquitecturas FPGA.
- Bozich , E. (18 de Marzo de 2005). Introducción a los dispositivos FPGA. La Plata, Argentina .
- Bozich , E. (18 de Marzo de 2015). Introducción a los dispositivos FPGA. La Plata, Argentina.
- Bozich, E. C. (06 de Julio de 2015). Introducción a los Dispositivos FPGA. La plata.
- Charles, A., & Matthew, O. S. (2006). *Fundamentos de circuitos electrónicos*. México: McGraw-Hill.
- Chibide2.* (s.f.). Recuperado el 16 de Junio de 2015, de [http://tiisai.dip.jp/?page\\_id=1296](http://tiisai.dip.jp/?page_id=1296)
- DFROBOT Drive the Future.* (s.f.). Recuperado el 17 de Junio de 2015, de [http://www.dfrobot.com/index.php?route=product/product&product\\_id=844#.VYI5xPI\\_NBc](http://www.dfrobot.com/index.php?route=product/product&product_id=844#.VYI5xPI_NBc)
- Diaz, R., & Ariel, E. A. (2014). *Electrónica e Informática Aplicada*. Alsina: Argentina.
- DIGILENT.* (s.f.). Recuperado el 23 de Junio de 2015, de <http://www.digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,892,1235&Prod=CHIPKIT-PI>

- ElecFreaks*. (s.f.). Recuperado el 21 de Junio de 2015, de <http://www.elecfreaks.com/tag/freduino>
- EMB. (2010). Plataformas de desarrollo basadas en Microcontroladores. *Revista ElectroIndustria*.
- Evil Mad Scientist Laboratories*. (s.f.). Recuperado el 17 de Junio de 2015, de <http://shop.evilmadscientist.com/tinykitlist/180>
- Fink, D., Wayne , H., & Carroll, M. (1981). *Manual practico de electricidad para Ingenieros*. España: Reverté.
- Floyd, T. (2007). *Principios de circuitos electrónicos*. México: Pearson Educación.
- Fowler, R. (1994). *Electricidad Principios y Aplicaciones*. Barcelona: Reverté.
- Free Software Foundation. (18 de Febrero de 2015). *El sistema operativo GNU*. Recuperado el 01 de Mayo de 2015, de ¿Qué es el software libre?: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>
- Freduino*. (s.f.). Recuperado el 17 de Junio de 2015, de <http://www.freduino.org/index.html>
- Fundduino*. (s.f.). Recuperado el 22 de Junio de 2015, de <http://fundduino.de/index.php/2-hardware-und-software>
- Gallego, F. (s.f.). *Tecnoastro*. Recuperado el 16 de Abril de 2015, de <http://www.tecnoastro.es/tecnologia/resistencias%20variables.html>
- González, I., González, J., & Gómez, F. (Septiembre de 2003). *Iearobotics Blog*. Recuperado el 02 de Mayo de 2015, de Hardware libre: clasificación y desarrollo de hardware reconfigurable en entornos GNU/Linux: <http://www.iearobotics.com/blog/2009/09/09/hardware-libre-i/>
- H. Robbins, A., & C. Miller, W. (2008). *Análisis de circuitos*. México: Cengage Learning.
- Intel. (2011). Recuperado el 19 de Marzo de 2015
- J. Fowler, R. (1994). *Electricidad Principios y Aplicaciones*. Barcelona: Reverté.
- Jaquenod , G. (01 de Mayo de 2015). Lenguajes de descripción de Hardware I.
- Jaquenod, G. (01 de Mayo de 2015). Lenguajes de descripción de Hardware I.
- Laudon, C., & Laudon, J. (2004). *Sistemas de Información Gerencial*. México: Pearson Educación.
- LinkSprite*. (s.f.). Recuperado el 12 de Junio de 2015, de [http://www.linksprite.com/?page\\_id=812](http://www.linksprite.com/?page_id=812)
- Logos Electromechanical*. (s.f.). Recuperado el 18 de Junio de 2015, de <http://www.logos-electro.com/store/zigduino-r2>
- Mandado , E., Mariño, P., & Lago, A. (1995). *Instrumentación Electrónica*. Barcelona: Marcombo.
- Mano Morris, M. (2003). *Diseño digital*. México: Prentice Hall.

- Manrique , M. J. (2008). Taller de Computación Física y Arduino.
- Mclver , A., & Flynn, I. (2011). *Sistemas Operativos*. México: Cengage Learning.
- Medina, E. (Mayo de 2012). Recuperado el 18 de Marzo de 2015, de [http://blutintegrado.blogspot.mx/2012\\_05\\_01\\_archive.html](http://blutintegrado.blogspot.mx/2012_05_01_archive.html)
- Micro. (02 de Junio de 2015). Controlador Lógico Programable. Buenos Aires.
- Mijarez , R. (2014). *Electrónica*. México: Patria.
- Molina , A., & Sánchez , D. (Noviembre de 2011). El microprocesador.
- Motoduino Lab*. (s.f.). Recuperado el 18 de Junio de 2015, de <http://www.motoduino.com/>
- Mujal , R., & Ramón , M. (2002). *Electrotecnia*. Barcelona: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.
- Mujal Rosas, R. M. (2002). *Electrotecnia*. Barcelona: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.
- Mujal, R. (2002). *Electrotecnia*. Barcelona: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.
- Mujal, R. M. (2002). *Electrotecnia*. Barcelona: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya.
- My Freescale Web Page*. (s.f.). Recuperado el 21 de Junio de 2015, de <http://myfreescalewebpage.free.fr/>
- Oviedo , E. M. (2004). *Lógica de Programación*. Bogotá: Ecoe.
- pandaboard.org*. (s.f.). Recuperado el 24 de Junio de 2015, de <http://pandaboard.org/content/platform>
- Pérez , C. (18 de Nociembre de 2007). *A un Bit*. Recuperado el 02 de Julio de 2015, de <http://www.aunbit.com/que-es-un-fpga/>
- PJRC Electronic Projects Components Avalible Worldwide*. (s.f.). Recuperado el 19 de Junio de 2015, de <https://www.pjrc.com/teensy/>
- Prat , L. (1999). *Circuitos y dispositivos electrónicos*. Barcelona: Universitat Politecnica de Catalunya.
- Rambal . (2014). *Automatización Robótica*. Recuperado el 16 de Abril de 2015, de <http://www.rambal.com/index.php/component/virtuemart/componentes/circuitos-integrados/potenciometro-digital-10k-ad5220-detail?Itemid=0>
- Raspberry Pi*. (s.f.). Recuperado el 18 de Marzo de 2015, de 2015: <http://www.raspberrypi.org/raspberry-pi-2-on-sale/>

- RC Rugged Circuits*. (s.f.). Recuperado el 22 de Junio de 2015, de <http://www.ruggedcircuits.com/ruggeduino/>
- Robbins, A., & Miller, W. (2008). *Análisis de circuitos*. México: Cengage Learning.
- Rocha, J. M., & Lara, E. G. (03 de Julio de 2015). Introducción a los sistemas de control.
- Ruiz , T., Arbelaitz , O., Etxeberria , I., & Ibarra , A. (2004). *Análisis básico de circuitos de circuitos eléctricos y electrónicos*. Madrid: Pearson Educación.
- Sanguino.cc. (09 de Agosto de 2008). Sanguino v1.0 Assembly.
- Scott, I., & Phan, R. C. (2007). *Microcontrolador 8051*. México: Pearson Educación.
- Senner, A. (1994). *Principio de electrotecnia*. Barcelona: Reverté.
- Sisterna, C. (02 de Julio de 2015). FIELD PROGRAMMABLE GATE ARRAYS.
- SODAQ*. (s.f.). Recuperado el 20 de Junio de 2015, de <http://mbili.sodaq.net/>
- Steren*. (s.f.). Recuperado el 20 de Abril de 2015, de 2015: <http://www.steren.com.mx/catalogo/prod.asp?f=&sf=115&c=1046&p=697>
- tdrobótica.co*. (s.f.). Recuperado el 15 de Abril de 2015, de Guía básica de Arduino: <http://www.cosasdemecatronica.com/tutoriales/81-arduino-2/345-guia-arduino>
- Tena, J. (2009). *Circuitos Electrotécnicos básicos*. Madrid: Paraninfo.
- Tena, J. G. (2011). *Sistemas de carga y arranque*. Madrid: Paraninfo.
- tindie*. (s.f.). Recuperado el 20 de Junio de 2015, de <http://www.tindie.com/products/bobricius/picoduino/>
- Torrente , O. (2013). *Arduino*. México: Alfaomega.
- Torrente , O. (2013). *Arduino*. México: Olfaomega.
- Torrente , O. (2013). *Arduino*. México: Alfaomega.
- Valderrama, O. I., & Vesga, J. S. (Diciembre de 2009). *Datateca*. Recuperado el 22 de Marzo de 2015, de Sistemas emebidos: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208006/sistemas\\_embebidos\\_contenido/index.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208006/sistemas_embebidos_contenido/index.html)
- Valdés , F. E., & Pallás , R. (2007). *Microcontroladores: Fundamentos y Aplicaciones con PIC*. España: Marcombo.
- Valés, E. F., & Pallás , R. (2007). *Microcontroladores: Fundamentos y Aplicaciones con PIC*. España: Marcombo.
- Vesga , J. C. (Diciembre de 2009). *Universidad Abierta y a distancia*. Recuperado el 22 de Marzo de 2015, de

[http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208006/sistemas\\_embebidos\\_contenido/leccin\\_no\\_15\\_microprocesadores\\_coldfire\\_y\\_tarjetas\\_de\\_desarrollo.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208006/sistemas_embebidos_contenido/leccin_no_15_microprocesadores_coldfire_y_tarjetas_de_desarrollo.html)

Viso , E., & Peláez , C. (2007). *Introducción a las ciencias de la computación con JAVA*. México: UNAM.

*Wandboard.org*. (s.f.). Recuperado el 23 de Junio de 2015, de <http://www.wandboard.org/details>

Wiring. (2015). Recuperado el 04 de Junio de 2015, de <http://wiring.org.co/hardware/es/#top>

Zuloaga , A., & Astarloa , A. (2008). *Sistema de Procesamiento Digital*. Madrid: Delta publicaciones.