



Universidad Autónoma del Estado de México
UAEM

C.U. UAEM Valle de Teotihuacán

Licenciatura en Ingeniería en Computación

Familias Lógicas

Unidad de Aprendizaje:
Lógica Secuencial y Combinatoria

Unidad de competencia

II

Elaborado por: M. en I. José Francisco Martínez Lendech

Introducción

Familia lógica:

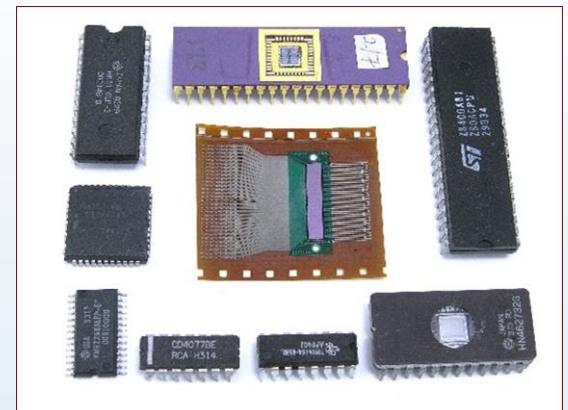
Es un grupo de circuitos integrados digitales monolíticos, contruidos de compuertas lógicas usando diseños diferentes, usualmente con niveles lógicos compatibles y características de fuente de poder dentro de una familia. Muchas familias lógicas son producidas como componentes individuales, cada uno conteniendo una o algunas funciones básicas relacionadas, las cuales podrían ser utilizadas como bloques para crear sistemas para interconectar circuitos integrados más complejos.



Introducción

Definición:

Un circuito integrado (CI) es un cristal semiconductor de silicio, llamado pastilla, que contiene componentes eléctricos tales como transistores, diodos, resistencias y capacitores, los diversos componentes están interconectados dentro de la pastilla para formar un circuito electrónico.



Clasificación

Los circuitos integrados se clasifican en dos categorías generales:

- **Lineales**

- Operan con señales continuas para producir funciones electrónicas (eje. Amplificadores, moduladores)

- **Digitales**

- Operan con señales binarias y se hacen compuertas digitales interconectadas

Familias de los circuitos integrados

- RTL Resistor-Transistor Logic
- DTL Diode-Transistor Logic
- TTL Transistor-Transistor Logic
- ECL Emitter-Coupled Logic
- MOS Metal-Oxide Semiconductor
- CMOS Complementary Metal-Oxide Semiconductor
- BiCMOS Bipolar Complementary Metal-Oxide Semiconductor

Tabla de familias

	Tecnología	Serie
Familia de circuitos lógicos integrados con transistores bipolares	TTL	TTL estándar
		TTL de baja potencia
		TTL shoottky
		TTL shoottky de baja potencia
	TTL shoottky avanzada	
	ECL	
Familia de circuitos lógicos integrados con transistores MOSFET	CMOS	CMOS estándar
		CMOS HC
		CMOS HCT
	NMOS	
PMOS		
BiCMOS Combina transistores bipolares con transistores MOSFET		

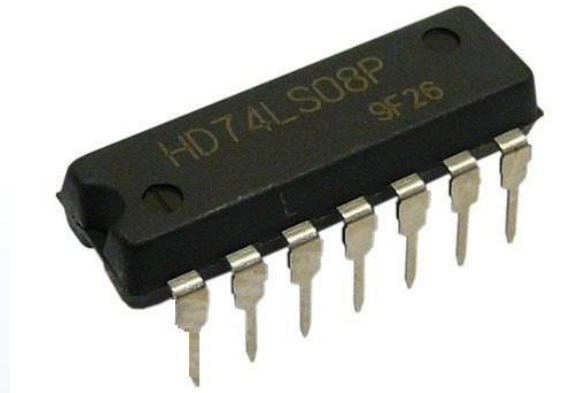
Familia TTL

La familia de circuitos integrados TTL consiste de varias subfamilias o Series.

- Serie TTL Prefijo Negador con 6 compuertas
- Standard TTL 74 7404
- Schottky TTL 74S 74S04
- Low-Power Schottky TTL 74LS 74LS04
- Advanced Schottky TTL 74AS 74AS04
- Advanced Low-Power Schottky TTL 74ALS 74ALS04

Familia TTL

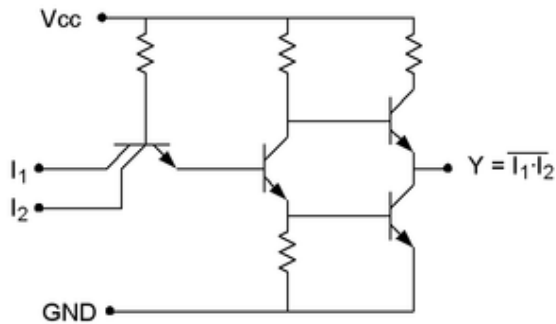
La familia TTL tiene una lista extensa de funciones digitales y es comúnmente la familia lógica más popular.



Transistor–transistor logic (TTL)

La tecnología TTL se caracteriza por tener tres etapas:

- **Etapas de entrada por emisor:** se utiliza un transistor multiemisor en lugar de la matriz de diodos de DTL
- **Separador de fase:** es un transistor conectado en emisor común que produce en su colector y emisor señales en contrafase
- **Driver:** está formada por varios transistores, separados en dos grupos. El primero va conectado al emisor del separador de fase El segundo grupo va conectado al colector del divisor de fase y produce el nivel alto.



Puerta NAND en tecnología TTL estándar (N).

Transistor–transistor logic (TTL)

Características

- Su tensión de alimentación característica se halla comprendida entre los 4,75V y los 5,25V. Normalmente TTL trabaja con 5V.
- Los niveles lógicos vienen definidos por el rango de tensión comprendida entre 0,0V y 0,8V para el estado L (bajo) y los 2,2V y V_{cc} para el estado H (alto).
- La velocidad de transmisión entre los estados lógicos es su mejor base, si bien esta característica le hace aumentar su consumo siendo su mayor enemigo. Motivo por el cual han aparecido diferentes versiones de TTL como FAST, LS, S, etc. y últimamente los CMOS: HC, HCT y HCTLS.
- Las señales de salida TTL se degradan rápidamente si no se transmiten a través de circuitos adicionales de transmisión.

Familia RTL (Resistor-transistor logic)

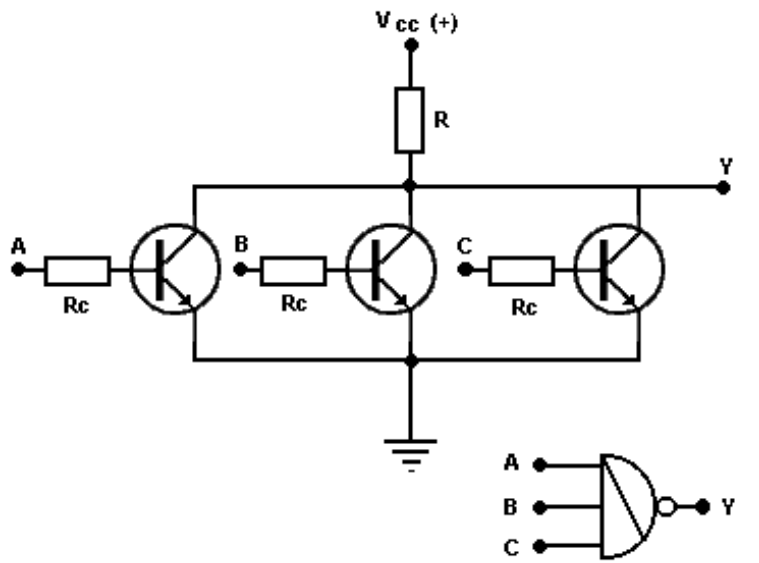


Figura 1.-Circuito electrónico de una puerta NOR en tecnología RTL.

Ventajas de RTL

- Poca área requerida para integración (alta densidad de empaquetamiento).
- Baja disipación y costo

Desventajas de RTL

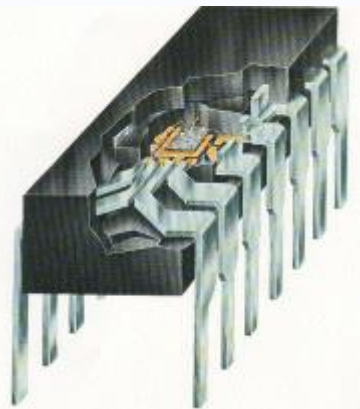
- Bajo FAN-UOT
- Bajos márgenes de ruidos

Familia RTL (Resistor-transistor logic)

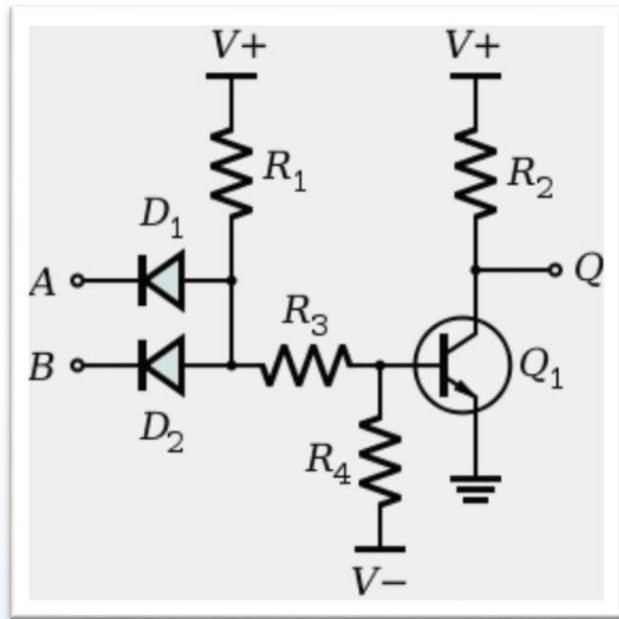
- El bloque NOR es la base de la familia RTL.
- Los circuitos integrados RTL siempre se destacaron por ser una familia de componentes muy resistentes a cualquier tipo de falla.
- Las puertas NOR- RTL permiten cableado lógico, uniendo entre sí las salidas de dos o más puertas.
- Se asume que este tipo de compuertas se interconectan entre ellas, siendo natural que una salida de una compuerta RTL se conecte a una entrada de una compuerta RTL.

Familia DTL (Diode-transistor logic)

DTL es una categoría de circuitos digitales inmediatamente anterior a la TTL (lógica transistor-transistor). Recibe ese nombre porque la función de la puerta lógica (p.e., AND) la realiza una red de diodos mientras que la función de amplificación es realizada por un transistor (esto contrasta con la lógica RTL y la TTL).



Familia DTL (Diode-transistor logic)



Esquema de una puerta NAND DTL básica de dos entradas

Características

- Disipación de potencia 12mW
- Tiempo de retardo 30 ns a 80 ns
- Margen de ruido cercano a 1v
- Fan out 12mA



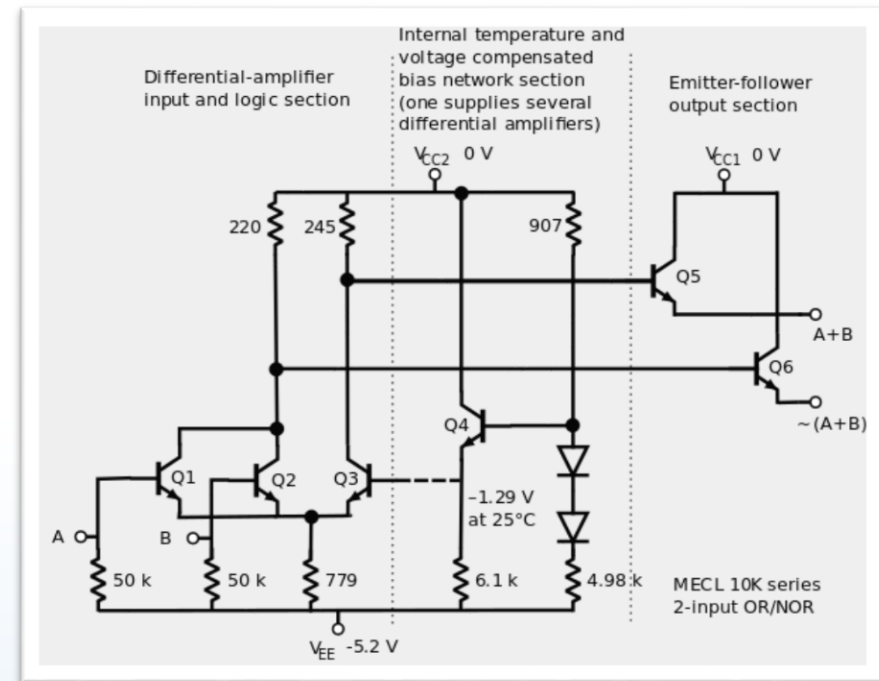
Diode-transistor logic (DTL)

Funcionalidad de las DTL

Cuando cualquiera de sus entradas esta en nivel bajo el transistor de salida pasa al corte y la tensión de su colector pasa a nivel alto. Sólo cuando todas las entradas están a nivel alto, conducirá el transistor y la tensión de su colector será baja. Esta puerta realiza la función NAND en lógica positiva, y la NOR en lógica negativa.

Emitter-coupled logic (ECL)

La familia ECL, Lógica Acoplada en Emisor (emmitter-coupled logic) son unos circuitos integrados digitales los cuales usan transistores bipolares, pero a diferencia de los TTL en los ECL se evita la saturación de los transistores, esto da lugar a un incremento en la velocidad total de conmutación.



Circuito típico de una puerta de la familia ECL 10,000 de Motorola.

Emitter-coupled logic (ECL)

Ventajas de la familia ECL

- Son los circuitos más veloces y pueden alcanzar tiempos de demora de hasta 1ns.
- No existen picos de corrientes en los transistores.
- Se dispone de salidas complementadas, lo que le brinda mayor versatilidad.
- Buen factor de carga $N= 15$

Desventajas de la familia ECL

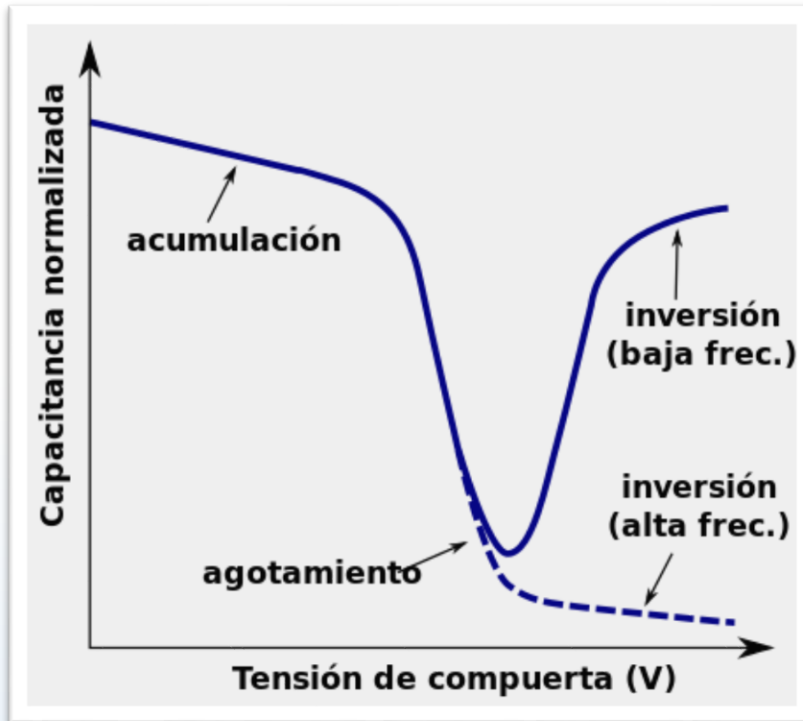
- Pequeños valores de los márgenes de ruidos.
- Altos valores de potencia del orden de 40 mW.
- No son compatibles con los circuitos TTL.
- Ocupan gran área en los circuitos integrados.



Metal-Oxide-Semiconductor (MOS)

Es un dispositivo electrónico formado por un sustrato de silicio dopado, sobre el cual se hace crecer una capa de óxido (SiO_2). Los elementos se contactan con dos terminales metálicas llamadas sustrato y compuerta. La estructura se compara con un condensador de placas paralelas, en donde se reemplaza una de las placas por el silicio semiconductor del sustrato, y la otra por un metal, aunque en la práctica se usa poli silicio, es decir, un poli cristal de silicio.

Metal-Oxide-Semiconductor (MOS)



Capacitancia normalizada de la estructura MOS en función de la tensión de compuerta.

Metal-Oxide-Semiconductor (MOS)

Aplicaciones

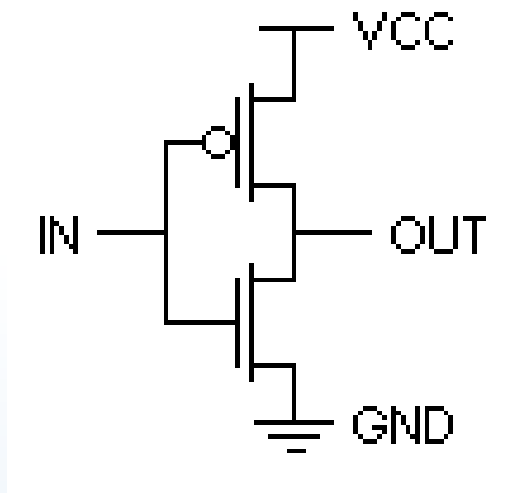
- La estructura MOS es de gran importancia dentro de los dispositivos de estado sólido pues forma los transistores MOSFET, base de la electrónica digital actual. Pero, además, es el pilar fundamental de los dispositivos de carga acoplada, CCD, tan comunes en fotografía. Así mismo, funcionando como condensador es responsable de almacenar la carga correspondiente a los bits de las memorias dinámicas.
- También se utilizan como condensadores de precisión en electrónica analógica y microondas.

Complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS)

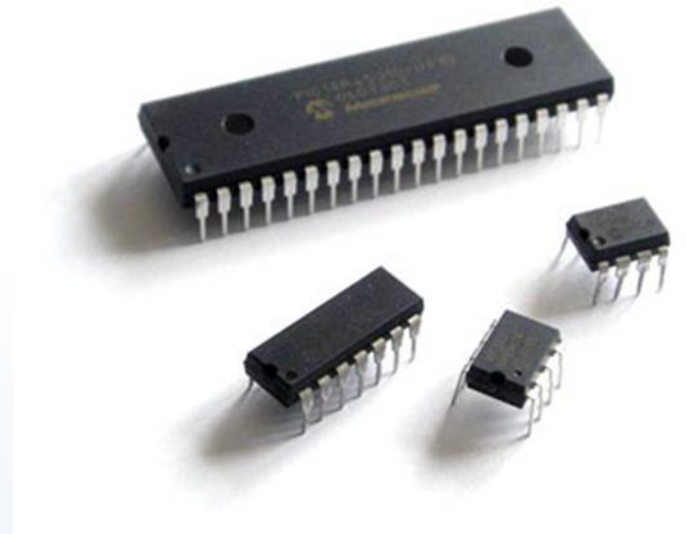
Su principal característica consiste en la utilización conjunta de transistores de tipo pMOS y tipo nMOS configurados de forma tal que, en estado de reposo, el consumo de energía es únicamente el debido a las corrientes parásitas, colocado en la placa base.



Complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS)



Circuito inversor en tecnología CMOS.



Complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS)

Ventajas

La familia lógica tiene una serie de ventajas que la hacen superior a otras en la fabricación de circuitos integrados digitales:

- El bajo consumo de potencia estática, gracias a la alta impedancia de entrada de los transistores de tipo MOSFET y a que, en estado de reposo, un circuito CMOS sólo experimentará corrientes parásitas. Gracias a su carácter regenerativo, los circuitos CMOS son robustos frente a ruido o degradación de señal debido a la impedancia del metal de interconexión.
- Los circuitos CMOS son sencillos de diseñar.
- La tecnología de fabricación está muy desarrollada, y es posible conseguir densidades de integración muy altas a un precio mucho menor que otras tecnologías.

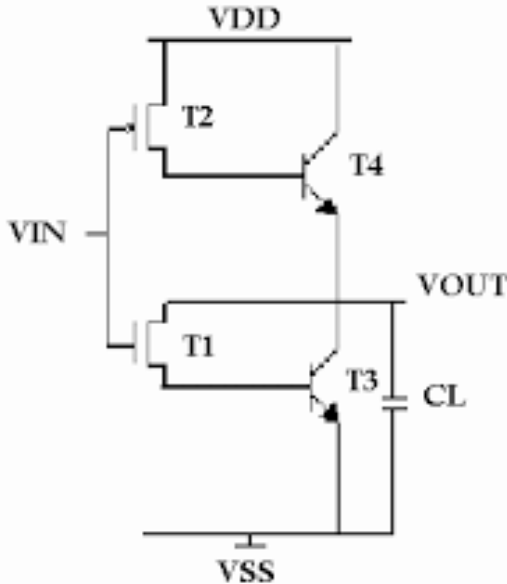
Complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS)

Desventajas

Algunos de los inconvenientes son los siguientes:

- Debido al carácter capacitivo de los transistores MOSFET, y al hecho de que estos son empleados por duplicado en parejas nMOS-pMOS, la velocidad de los circuitos CMOS es comparativamente menor que la de otras familias lógicas.
- Son vulnerables a *latch-up*: Consiste en la existencia de un tiristor parásito en la estructura CMOS que entra en conducción cuando la salida supera la alimentación.
- Según se va reduciendo el tamaño de los transistores, las corrientes parásitas empiezan a ser comparables a las corrientes dinámicas (debidas a la conmutación de los dispositivos).

Bipolar-Complementary-Metal-Oxide-Semiconductor (BiCMOS)



BiCMOS es el nombre de una tecnología de fabricación de circuitos integrados que combina las ventajas de las tecnologías **bipolar** y **CMOS** integrándolas juntas en un mismo wafer.

Se usa en analógica para la fabricación de amplificadores y en digital para algunos componentes discretos.

Bipolar-Complementary-Metal-Oxide-Semiconductor (BiCMOS)

Ventajas

Consideremos como ejemplo de circuito BiCMOS un amplificador de dos etapas (la primera con un transistor MOS y la segunda con un BJT). Está claro que la primera etapa aporta una elevada impedancia de entrada y la segunda una baja resistencia de salida. Pero además para determinadas configuraciones, sobre todo en cascada, presenta también la característica de una baja capacitancia (casi tanto como en el caso de un sólo BJT). Lo que se traduce en amplificadores con un alto ancho de banda y circuitos lógicos con alta velocidad de conmutación.

Bipolar-Complementary-Metal-Oxide-Semiconductor (BiCMOS)

Desventajas

- El principal inconveniente de esta tecnología reside en ajustar por separado las características de los componentes BJT y MOS. Esto aumenta el número de etapas del proceso de fabricación y en consecuencia su coste.
- Adicionalmente, si atendemos a criterios de rendimiento la tecnología BiCMOS nunca puede ofrecer los bajos niveles de consumo de la tecnología CMOS.
- Sobre todo se desconfiguran o en los peores casos explotan con la estática del cuerpo humano.

Comparación de familias

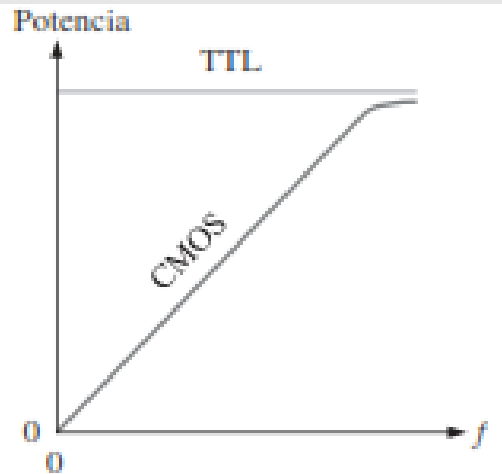
Comparación de los principales parámetros de funcionamiento de varias familias de circuitos integrados 74XX.

	Bipolar (TTL)			BICMOS	CMOS						
	F	LS	ALS	ABT	5 V			3,3 V			
					HC	AC	AHC	LV	LVC	ALVC	
Velocidad											
Retardo de propagación de puerta, t_p (ns)	3,3	10	7	3,2	7	5	3,7	9	4,3	3	
Frecuencia máxima de reloj (MHz)	145	33	45	150	50	160	170	90	100	150	
Disipación de potencia/puerta											
Bipolar: 50% dc (mW)	6	2,2	1,4								
CMOS: reposo (μ W)				17	2,75	0,55	2,75	1,6	0,8	0,8	
Excitación de salida											
I_{out} (mA)	20	8	8	64	4	24	8	12	24	24	

Comparación de familias

Comparación de los parámetros de funcionamiento de series ECL con las familias F y AHC.

	Bipolar (TTL) F	CMOS AHC	Bipolar (ECL)
Velocidad			
Retardo de propagación de puerta, t_p (ns)	3,3	3,7	0,22-1
Frecuencia máxima de reloj (MHz)	145	170	330-2800
Disipación de potencia/puerta			
Bipolar: 50% de CMOS: reposo	8,9 mW	2,5 μ W	25 mW-73 mW



Curvas de potencia en función de la frecuencia para TTL y CMOS.

Palabras clave y términos

Medida del fan-out. *Entrada de puerta que representa una carga unidad para la salida de la puerta excitadora.*

Complementary Metal-Oxide Semiconductor, metal-óxido semiconductor complementario. *Un tipo de circuito de transistores que utiliza transistores MOSFET (metal-oxide semiconductor field-effect, Transistor MOS de efecto de campo) de canal-n y canal-p.*

Un tipo de salida en los circuitos TTL *en el que el colector del transistor de salida se deja desconectado internamente y se encuentra disponible para conectarse a una carga externa que requiera una corriente o tensión relativamente altas.*

Palabras clave y términos

Emitter-Coupled Logic. Una clase de circuitos lógicos integrados que se implementan con transistores bipolares no saturados.

Electrically Erasable CMOS, CMOS eléctricamente borrable. Tecnología de circuitos utilizada en dispositivos lógicos programables (PLD). El número de entradas de puerta equivalente de la misma serie de familias que puede excitar una puerta lógica.

Diode-transistor logic (DTL), o lógica diodo-transistor, es una categoría de circuitos digitales inmediatamente anterior a la TTL (lógica transistor-transistor). Recibe ese nombre porque la función de la puerta lógica, la realiza una red de diodos mientras que la función de amplificación es realizada por un transistor.

Fuentes Bibliográficas

- Stallings, W. (2011). Data & Computer Communications. (9th edition). New Jersey: Prentice Hall.
- Tocci, R.J., Widmer, N.S. (2007). Sistemas digitales: Principios y aplicaciones. (10ª edición). México: Pearson Education.
- Floyd, T.L. (2006). Fundamentos de sistemas digitales. (9ª edición). Madrid: Pearson Education.
- Morris, M. (2003). Diseño digital. (1ª edición). México: Prentice Hall.
- Mandado, E. (1992). Sistemas electrónicos digitales. (7ª Edición). México: Marcombo.