



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
UNIDAD ACADÉMICA PROFESIONAL TIANGUISTENCO

LICENCIATURA DE INGENIERO EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA
AUTOMATIZADO PARA LA APERTURA Y CIERRE DE
PERSIANAS**

TESIS

**QUE PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL**

P R E S E N T A

MIGUEL ÁNGEL HERNÁNDEZ EPIGMENIO

DIRECTORES:

DRA. IRMA MARTÍNEZ CARRILLO

DR. CARLOS JUÁREZ TOLEDO

TIANGUISTENCO, MÉX. ABRIL 2015

DEDICATORIAS

A DIOS

Por darme vida y darme luz para seguir este sendero, fortaleciendo mi alma y lograr mis sueños y metas.

A MI MADRE

Por ser el pilar más importante y por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, por estar en momentos difíciles conmigo, por impulsarme con sus ánimos y consejos a seguir adelante escalando este peldaño que ahora he alcanzado.

A MIS ABUELOS

Quienes con sus consejos y apoyos han sabido guiarme para culminar esta meta en mi vida profesional.

A MI FAMILIA

En general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos

CON AMOR, RESPETO Y ADMIRACIÓN.

MIGUEL ANGEL HERNÁNDEZ EPIGMENIO.

AGRADECIMIENTOS

A MIS MAESTROS

Quienes nunca desistieron al enseñarme, a un sin importar los momentos difíciles en el aula de clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí y haberme enriquecido con esos conocimientos formando lo que ahora soy.

A MIS DIRECTORES Y ASESORES

Por el apoyo, experiencia y orientación que me brindaron para culminar este último Trabajo para finalizar el logro de mi carrera profesional.

Dra. Irma Martínez Carrillo

Dr. Carlos Juárez Toledo

DR. en P.E Y D.T. Rodrigo Mendoza Frías

M. en Ing. Gloria Ortega Santillán

A MIS COMPAÑEROS Y COMPAÑERAS

Con los que culmine trabajos y quienes me dieron ánimos para seguir a delante en cada tropiezo que tuve durante el trayecto.

A EVELYN FERNANDA

Por sus apoyos y estar en esos momentos emotivos en la culminación de mi carrera profesional, por su cariño y amor.

PRÓLOGO

El presente trabajo está enfocado a generar una comodidad más para la sociedad, así como minimizar el consumo de energía eléctrica y lo que se paga por ella. El sistema de control de apertura y cierre de persianas propuesto está basada en la noción de conceptos de control moderno como finalidad de aprovechar nuestra energía solar y optar por seguir utilizando la teoría del control para así generar más proyectos que sean de utilidad y de gran beneficio en la sociedad.

Actualmente el surgimiento de nuevas tecnologías y avances han generado que los proyectos como métodos o propuestas sean del todo más sofisticadas, la mayoría de estos proyectos están enfocados a mejoras continuas como sistemas de nuevas propuestas y seguimientos por generaciones que están por venir

Para un servidor es del todo compartir con mucha gratitud esta tesis, esperando que sea de mucha utilidad para usted.

RESUMEN

Actualmente un tema de interés es la búsqueda de alternativas para aprovechar al máximo las energías naturales particularmente la energía solar. Es por ello que en este trabajo se propone un sistema de control de iluminación mediante sensores en este caso foto resistencias.

El uso principal se basa en la domótica aunque por la facilidad de su implementación el prototipo puede ser adaptado a cualquier espacio cerrado, ya que por sus características físicas y de funcionalidad proporciona un sistema sencillo de control de apertura o cierre de persianas automatizadas que permitirá mantener iluminado un espacio cerrado.

Esta tesis se centra en la aplicación de métodos y técnicas de análisis de la teoría de sistemas dinámicos y control moderno para sistemas eléctricos y mecánicos retroalimentados, como principal característica es regular una señal de salida de iluminación requerida con respecto a una señal de iluminación registrada. Bajo estos principios y técnicas, se propone implementar el sistema de control en un prototipo con características similares a una casa habitación de tal forma que permitirá registrar y documentar datos históricos para conocer sobre la viabilidad de este proyecto.

La finalidad es entonces la de disminuir el máximo posible el consumo de energía eléctrica comercial.

ÍNDICE GENERAL

Prólogo.....	5
Resumen.....	6
Índice de figuras.....	10
Índice de tablas.....	11
Índice de graficas.....	12
Acrónimos.....	13

CAPÍTULO I INTRODUCCION.

1.1. Introducción a los sistemas automatizados.....	14
1.2. Planteamiento del problema.....	17
1.2.1. Hipótesis.....	18
1.3. Objetivos.....	19
1.3.1. Objetivo general.....	19
1.3.2. Objetivos específicos.....	19
1.4. Justificación.....	19
1.5. Metodología	20
1.6. Antecedentes	21
1.7. Estructura de la tesis	22
1.8. Cronograma de actividades	23
1.9. Referencias.....	24

CAPÍTULO 2 CONCEPTOS BASICOS.

2.1	Introducción.....	25
2.2	Optoelectrónica.....	30
2.2.1	Foto resistencia.....	30
2.3	Circuitos micro programables.....	31
2.3.1	Estructura de un microprocesador	31
2.3.2	Micro controlador	32
2.4	Mecanismos de sistemas de poleas.....	37
2.5	Tipos de rodamientos.....	39
2.6	Tipos de persianas.....	41
2.7	Referencias	43

CAPÍTULO 3 DISEÑO DEL SISTEMA DE APERTURA DE PERSIANAS.

3.1	Introducción.....	44
3.2	Identificación y parámetros que intervienen en el diseño de un sistema de intensidad luminosa	45
3.3	Montaje e instalación del circuito en la habitación.....	46
3.3.1	Calibración de una foto resistencia.....	47
3.3.2	Control del servomotor.....	48
3.3.3	Construcción del prototipo de la habitación.....	49
3.3.4	Instalación del circuito en la habitación.....	51
3.4	Diagrama de bloques del sistema de persianas	52
3.5	Referencias.....	53

CAPÍTULO 4 IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS.

4.1	Introducción.....	54
4.2	Descripción del modelo	55
4.2.1	Características del prototipo.....	55
4.2.2	Prototipo de persianas automatizado.....	57
4.3	Descripción de pruebas	58
4.3.1	Análisis de estudio para el caso 1.....	59
4.3.2	Análisis de estudio para el caso 2.....	60
4.3.3	Análisis de estudio para el caso 3.....	62
4.4	Referencias	68

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES PARA TRABAJOS FUTUROS.

5.1	Introducción.....	69
5.2	Conclusiones	69
5.3	Recomendaciones y trabajos futuros	70
ANEXOS	71
Anexo 1:	Códigos de programación en software arduino.....	71
Anexo 2:	Fotografías de la construcción del prototipo.....	75
Anexo 3:	Costos de elementos que componen el sistema del prototipo.....	77
Anexo 4:	Códigos en matlab utilizados para graficar.....	78
Anexo 5:	Protocolo de investigación para concurso de feria mexicana de ciencias e ingenierías 2014 (comecyt).....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Estandarización de automatización en un proceso industrial.....	14
Figura 1.2	Sistema autónomo de apertura y cierre de persianas.....	18
Figura 1.3	Secuencia metodológica a seguir para el desarrollo del trabajo.....	20
Figura 2.1	Brazo robótico automatizado cortesía de la UAPT Tianguistenco.....	26
Figura 2.2	El proceso biológico de la fotosíntesis.....	26
Figura 2.3	Intervención de una variable de entrada y salida	27
Figura 2.4	Sistema de control del nivel del líquido.....	28
Figura 2.5	Diagrama de bloques de un sistema de control abierto.....	28
Figura 2.6	Control de retroalimentación automática de un sistema térmico.....	29
Figura 2.7	Intervención de una perturbación en el sistema propuesto.....	29
Figura 2.8	Clasificación de los componentes ópticos.....	30
Figura 2.9	Funciones del micro procesador	31
Figura 2.10	Estructura de un micro controlador.....	32
Figura 2.11	Terminales del micro controlador Pic 16F84.....	34
Figura 2.12	Aplicación con tarjeta de adquisición de datos.....	36
Figura 2.13	Sub módulo de interface.....	37
Figura 2.14	Elementos que conforman al rodamiento.....	39
Figura 3.1	Diagrama de procedimiento del montaje e instalación del circuito.....	46
Figura 3.2	Circuito en tarjeta ARDUINO para la calibración de una foto resistencia.....	48
Figura 3.3	Circuito en tarjeta ARDUINO para el control del servo motor y foto resistencias.....	49
Figura 3.4	Prototipo de la casa habitación.....	50
Figura 3.5	Interior de la casa habitación.....	50
Figura 3.6	Arreglo físico de los componentes del circuito.....	51
Figura 3.7	Ensamble del servo motor	51

Figura 3.8	Interior de la casa habitación y montaje del circuito.....	52
Figura 3.9	Diagrama de bloques del sistema automatizado de persianas	52
Figura 4.1	Diseño del Prototipo de la casa habitación.....	55
Figura 4.2	Plano de la distribución del sistema dentro de la habitación.....	56
Figura 4.3	Prototipo de persianas automatizado con poleas.....	57
Figura 4.4	Prototipo de persianas automatizado con rodamientos y poleas.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Reseña histórica de la evolución de la automatización.....	15
Tabla 1.2	Componentes usualmente usados para automatizar sistemas.....	16
Tabla 2.1	Clasificación de poleas.....	38
Tabla 2.2	Clasificación de rodamientos.....	40
Tabla 2.3	Clasificación de persianas comerciales.....	41
Tabla 3.1	Conceptos fundamentales de iluminación.....	45
Tabla 3.2	Elementos para la creación del sistema de apertura y cierre de persianas.....	49
Tabla 4.1	Datos sobre la medición de la luz interior y exterior en el prototipo de estudio caso 1....	59
Tabla 4.2	Datos sobre la medición de la luz interior y exterior en el prototipo de estudio caso 2....	61
Tabla 4.3	Datos sobre la medición de la luz interior y exterior en el prototipo de estudio caso 3....	63

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 4.1	Grafica en 3D Comportamiento de luz interior y exterior en el prototipo de estudio caso 1..	60
Grafica 4.2	Grafica en 3D Comportamiento de luz interior y exterior en el prototipo de estudio caso 2..	62
Grafica 4.3	Grafica en 3D Comportamiento de luz interior y exterior en el prototipo de estudio caso 3..	64
Grafica 4.4	Grafica en 2D Comportamiento de luz interior y exterior medidos en segundos caso 1.....	65
Grafica 4.5	Grafica en 2D Comportamiento de luz interior y exterior medidos en segundos caso 2.....	66
Grafica 4.6	Grafica en 2D Comportamiento de luz interior y exterior medidos en segundos caso 3.....	67

ACRÓNIMOS Y SÍMBOLOS

- PLC:** Por sus siglas en inglés: Program Logic Controller
- Arduino:** Plataforma de hardware libre, basada en una placa con un micro controlador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.
- E:** Intensidad de iluminación.
- Φ :** Flujo luminoso.
- A:** Superficie iluminada.
- η_B :** Rendimiento de iluminación.
- Lm:** Lúmenes medida del flujo luminoso
- cd:** Candela
- W:** Watts
- V:** Volts

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN.

1.1 INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS

El crecimiento de la población demanda continuamente la actualización de procesos de transformación en diversas disciplinas de la ciencia y tecnología, es por ello que la automatización de diversos procesos repetitivos principalmente en la industria ha tenido cada vez mayor importancia para realizar de manera más eficiente algún proceso de producción, principalmente para aquellos que son continuamente repetitivos, es por ello que de cierta forma la mayoría de las veces logran documentarse como procesos estandarizados bajo los fundamentos teóricos científicos de los sistemas de control y así mismo generar ideas que sean del todo lo más sofisticadas posibles como se muestra en la figura 1.1.

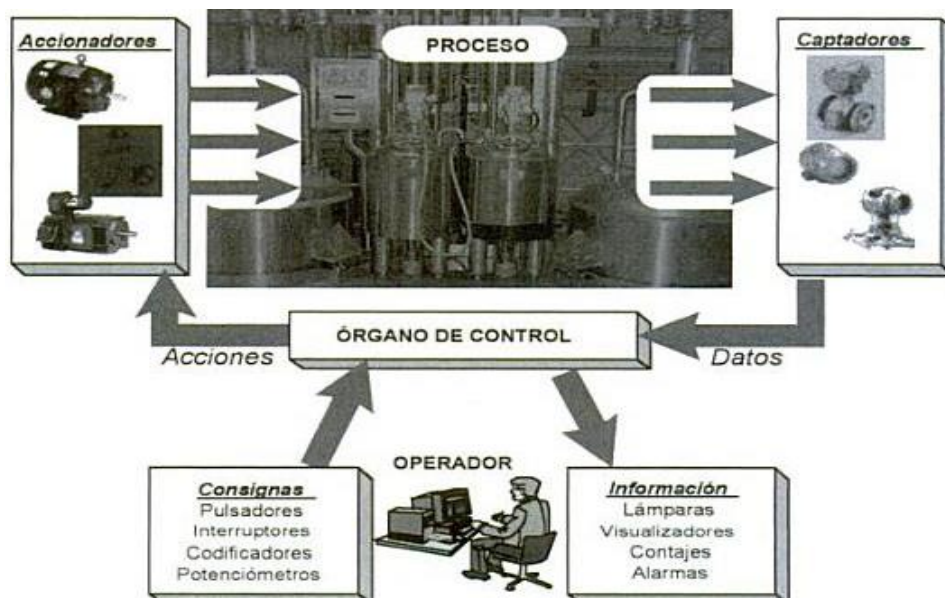


Figura 1.1. Estandarización de automatización en un proceso industrial [1].

Los datos históricos más relevantes en la ingeniería de control moderno encaminados a los sistemas automatizados se resumen en la tabla 1.1.

Tabla 1.1 Reseña histórica de la evolución de la automatización [1].

AÑO	ACONTECIMIENTO
1782	Creación de la máquina de regulación de velocidad de James Watt para impulsar la máquina de vapor.
1789	Revolución industrial- producción artesanal (Toma de la Bastilla)
1876	Graham Bell inventa el teléfono
1877	Tomas Alba Edison Invento el Fonógrafo
1895	Los Hermanos Lumiere inventaron una máquina para proyectar imágenes en movimiento
1913-1950	Ordenadores y computadores manipulan máquinas y herramientas las cuales desempeñan ciertas actividades (Henry Ford utiliza la dirección científica y la automatización a la producción automotriz del modelo T)
1970-1980	Se realiza el control de operaciones basándose en datos captados por sensores y programas que recogen las estrategias adecuadas.
2006-2013	Sistemas de programación y automatización por medio de PLC's, equipos neumáticos, etc., generado que los sistemas de producción en las empresas sean más eficientes y las líneas de producción en serie sean más rápidas.

La automatización ha tenido gran aceptación en diversos sectores de la industria, siendo principalmente para sustituir elementos en maquinarias, sistemas de producción menos robustas y más fácil de operar o manipular, gracias a esta se hace más eficiente un área de trabajo, algunos de los conceptos claves para automatizar se muestran en la tabla 1.2.

Tabla 1.2

Componentes usualmente usados para automatizar sistemas [1,2].

Componente	Característica
Técnicas cableadas	Se refiere a la utilización de componentes cableados para realizar determinadas operaciones, esta técnica resulta muy complicada de implementar y poco eficiente.
Técnicas programadas	Es el uso de circuitos lógicos para realizar operaciones complejas de manera práctica y eficiente
Microprocesador	Conllevan el mismo proceso para la lógica cableada y se sustituyen partes complejas de esta.
Computadora industrial	Utilización de un ordenador eficiente para el control industrial.
Autómata programable	Sistemas de control con grados de libertad diseñados para el sector industrial.
Celda de manufactura flexible	Sistema computarizado para el control de máquinas de gran complejidad.
Robot Industrial	Diseñado para la manipulación de tareas repetitivas o peligrosas para el operario.
Bus control	Sistema donde interactúan diferentes partes del proceso que se controlan por separado y su funcionamiento requieren de una coordinación
Micro controlador	Dispositivo de pequeño tamaño y de bajo costo que realiza operaciones básicas
Sistemas Neumáticos	Controlan un proceso industrial por medio del uso de aire comprimido.
Sistemas Hidráulicos	Controlan un proceso industrial por medio del uso de aceite y una bomba.
Servomotores	Dispositivos que controlan la posición de una herramienta.
Sensores	Elementos con los que interactúan los programadores lógicos y el medio ambiente.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es posible controlar la regulación de iluminación de una habitación aprovechando la energía solar y disminuir el desperdicio de la luz eléctrica por medio de un control automático.

La gran demanda de suministro de energía eléctrica que continuamente la población requiere con la capacidad y calidad dentro de los estándares vigentes, no siempre es posible. La generación, el control transmisión y comercialización de la energía eléctrica convencionalmente ha sido de varias fuentes de energía, ya que algunos de los procesos de producción de esta pueden utilizar, carbón, gas natural, energía hidráulica- (hidroeléctricas), energía geotérmica (geo termoeléctricas) y energía nuclear (nucleoeléctricas).

Al generar electricidad el impacto potencial en el ambiente puede ser muy diferente si se utilizan combustibles fósiles en contraposición con fuentes de energía renovable (solar, eólica) o energía nuclear [2].

Un problema de particular importancia es cuando en un espacio con requerimientos y características específicas conocidas, en este caso una habitación cumple con las expectativas y con el alumbrado en su interior.

Sabemos que hay varias formas de generar luz y una de ellas es la solar, esta permitirá automatizar y programar el control de luz solar dentro de una habitación, de esta manera el consumo de la luz eléctrica disminuirá y se aprovechará de manera óptima nuestra luz solar como un beneficio más para la sociedad.

Lo vemos en el entorno industrial, en donde los procesos son continuos y el trabajo es un punto muy importante para el ser humano. Una de las soluciones que se lograron fue el PLC (controlador lógico programable), capaz de llevar cabo los procesos que hace el ser humano con tan solo pensar y actuar.

Un PLC surgió como alternativa a los sistemas de control, basados en relevadores. Contadores y temporizadores, por lo que gracias a esta tecnología los

Procesos de automatización y lógica programable se han hecho más productivos y eficaces.

Otro claro ejemplo es la televisión, en generaciones pasadas se solía verla a blanco y negro y sus componentes que la conformaban eran un poco pesados, por lo que el hombre busco la manera de poder innovarla reemplazado monitores de forma plana y con un peso ligero llamadas.

Hoy en día " pantallas planas", gracias a esta innovación el confort que se generó es verla a color con resoluciones que nosotros mismos podemos acoplar dependiendo nuestros gustos ,sin embargo la innovación y el seguir generando cosas nuevas nos ha conllevado a prepararnos cada día más .

1.2.1 Hipótesis General

Por medio del sistema de control automatizado se puede controlar el acceso de luz dentro de una habitación figura 1.2.

H1: Con la implementación del control automático habrá mayor aprovechamiento de energía natural.

H2: El diseño de este control es de bajo costo gracias a sus elementos que lo componen.

H3: Aportando esta idea control beneficia el confort y la gestión energética dentro de un espacio cerrado.

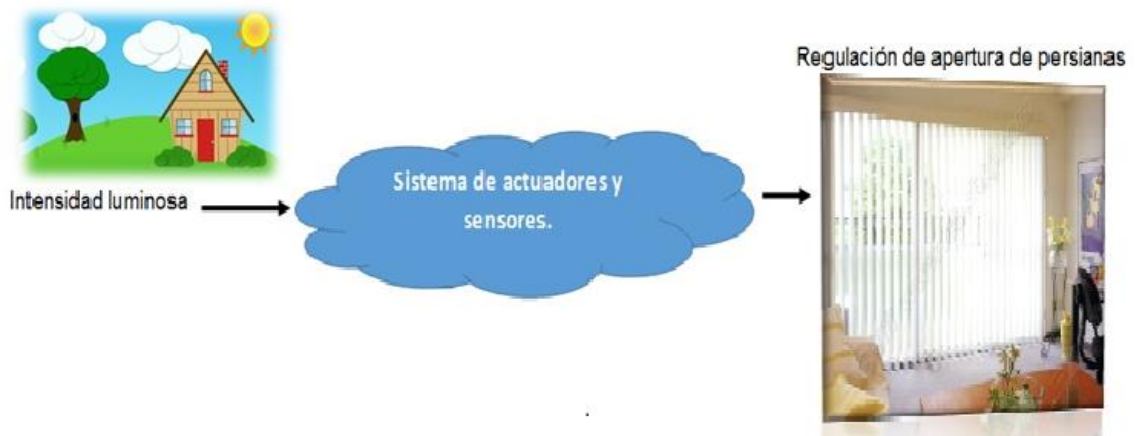


Figura 1.2 Sistema autónomo de apertura y cierre de persianas.

La idea general consta de controlar el acceso de la luz solar dentro de una habitación por medio de la automatización y teoría de control moderno, teniendo como variables de entrada la luz y como salida la apertura de persianas.

1.3 OBJETIVOS

Los objetivos que rigen este proyecto se en enlistan a continuación

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

OG: El objetivo fundamental de este trabajo de investigación es el desarrollo de una técnica de control de luminosidad en una habitación con características conocidas, mediante la teoría de control moderno y sistemas autónomos comerciales.

1.3.2 Objetivos específicos

Los objetivos que se persiguen en esta tesis son:

O1: Estudiar y conocer la propagación de la luz dentro de una habitación con características específicas.

O2: Diseñar un mecanismo mecánico y eléctrico para persianas que se desplaza de forma vertical.

O.3: Implementar el sistema propuesto para la automatización de un prototipo real.

1.4 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el tema de la energía eléctrica es un punto importante ,un caso importante es en las residencias de hospedaje (hotel), que por lo regular la consume y no toma conciencia del desperdicio y gran ahorro que podría tener ,así mismo es de gran importancia disminuir el consumo de ésta y la cuota que se paga por ella.

Cuantas veces, cuando nos hospedamos en un hotel es de mucha incomodidad estar abriendo y cerrando manualmente las persianas en ventanas, en ese tiempo que tardamos en estar abriendo y cerrando podríamos emplearlo en otra cosa, es de mucha confiabilidad usar nuestra energía solar para favorecer nuestras necesidades, con la programación y automatización de las persianas la sociedad tendrá todavía más confort

dentro de su lugar de hospedaje ya que estas se abrirán y se cerrarán de manera automática con ayuda de la luz solar.

1.5 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo de tesis se propone la siguiente metodología:

1. **Documentación bibliográfica:** Para conocer la existencia de métodos y técnicas similares a la propuesta.
2. **Selección de los parámetros de luminosidad:** dentro de una habitación con características específicas para delimitar de manera óptima un espacio adecuado para su implementación.
3. **Diseño de sistema de apertura de persianas:** para regular la luminosidad usando los conceptos del control moderno y una tarjeta (arduino) comercial.
4. **Experimentación:** mediante la implementación del control propuesto y parámetros de luminosidad requeridos, así mismo ir modificando cambios que se requieran para poder concluirlo y funcione adecuadamente.
5. **Por último la obtención de resultados y conclusiones:** para dar pauta e invitar a seguir innovando y creando nuevas ideas que sirvan a futuro y beneficien a nuestra sociedad. La metodología empleada se ilustra en la siguiente figura 1.3.

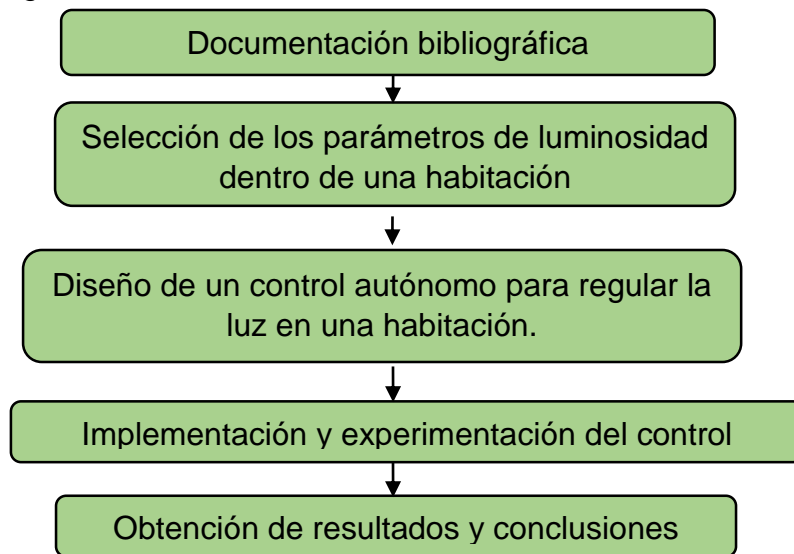


Figura 1.3 Secuencia y metodología a seguir para el desarrollo del trabajo.

1.6 ANTECEDENTES

En los últimos años países se han creado muchas innovaciones para el ahorro de energía debido a la necesidad de reducir costos en beneficio a la economía y al medio ambiente. Entre los más exitosos son:

- Apagadores y controladores de intensidad de luz reduciendo la energía eléctrica utilizada.
- Control y optimización del uso del agua caliente con el fin de evitar el desperdicio de combustibles.

En prácticas convencionalmente usadas por el hombre para la regulación de intensidad luminosa ha sido principalmente la colocación de persianas y cortinas en ventanas dentro de una habitación por lo que se considera la manera más óptima y razonable cuantos espacios de luz podría tener de acuerdo a sus gustos y así mismo poder dar regulación de luz a su habitación.

Hoy en día automatización de aire acondicionado, calefacción y ventilación en lugares cerrados de gran tamaño como lo son edificios ,almacenes, hospitales, han tenido por objetivo disminuir la energía eléctrica que utilizamos ,por lo que es viable aprovechar los sistemas y propuestas de investigación que se han venido generando con el paso del tiempo [3].

La seguridad de la sociedad en sus bienes y los de familia, generado que se desarrollen técnicas más sofisticadas como el control y protección en las casas contra robos y así mejorar la seguridad centralizando y controlando información por medio de monitoreo en pantallas las condiciones de las viviendas brindando un control viable [4].

Los sistemas de control en la domótica usualmente utilizan señales o enlaces inalámbricos entre procesadores, actuadores y sensores, así mismo los sensores para variables físicas como: iluminación exterior e interior en las diversas instancias de velocidad y dirección del viento, temperaturas interiores y exterior, de estado de puertas, válvulas, ventas abiertas o cerradas.

Debido a su sencillez y sofisticación el uso y aplicación de este tipo de sistemas ha expedito a que sean más usuales para la gestión de iluminación y de otros servicios lo que permite que los procesos se realicen en una forma más rápido y eficiente.

El control e instalación de iluminación en una habitación se compone básicamente de un lámpara de iluminancia variable y un persiana accionada por un motor a pasos y de sensores de iluminancia (uno para iluminancia exterior y un para exterior), basados en celdas foto reductivas, lográndose la regulación de la iluminación interior con aportes de luz exterior que pueden entrar por la persiana, y de la luz variable de la lámpara [5].

1.7 ESTRUCTURA DE LA TESIS

La tesis está estructurada de la siguiente forma:

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

Breve introducción del tema.

CAPÍTULO 2 CONCEPTOS BÁSICOS.

En este capítulo se realiza una breve revisión de un modelo o modelos convencionalmente utilizados para estudiar el comportamiento de flujo luminoso dentro de un espacio cerrado.

CAPÍTULO 3 DISEÑO DEL SIESTEMA DE APERTURA DE PERSIANAS.

En este capítulo se propone una metodología para el diseño de un control de regulación automática de luminosidad en una habitación cerrada.

CAPÍTULO 4 IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS.

En este capítulo se presentan los resultados de la aplicación del método propuesto aplicado a un modelo físico propuesto.

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA TRABAJOS FUTUROS

Por último, en este capítulo se mencionan las principales conclusiones del trabajo realizado y se mencionan posibles trabajos futuros referentes a este tema.

1.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación se detallan el proceso de desarrollo de la investigación escritura y titulación proponiendo un periodo de 8 meses.

Actividad a desarrollar	Tiempo en Meses							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Obtención de información bibliográfica similares al tema	X	X	X					
Selección de los parámetros de luminosidad dentro de una habitación		X	X					
Diseño de un control autónomo (programación en tarjeta arduino) para la luminosidad en la habitación.			X					
Experimentación			X					
Obtención y validación de datos y resultados			X	X	X			
Escritura de la tesis	X	X	X	X	X	X	X	X
Revisiones y correcciones							X	X

1.9 REFERENCIAS

- [1] G. Higuera Andres, "El control automático en la industrial," Universidad de cástilla La Mancha, 2006.pp.17 -22
- [2] Miriam Zuk, Verónica Garibay, Rodolfo Iniestra, Maria Tania López, "Introducción a la evaluación de los impactos de las termoeléctricas de México", Instituto Nacional de Ecología, 2006.pp.13.
- [3] Wolfgang kastner, Georg neugschwandtner, Stefan Soucek, and h. Michael Newman." Communication Systems for Building Automation and Control" ,vol. 93, no. 6, june 2005, pp. 1178
- [4] Víctor Manuel Estrada Gardea, Arturo Gallegos Reyes" Sistema de Seguridad Domótico para uso Doméstico y/o Industrial Conciencia Tecnológica", núm. 16 de abril, 2001, pp. 33-37, Instituto Tecnológico de Aguascalientes México.
- [5] Oscar F. Aviles S., Jose Fernando Castro "Domótica control de instalaciones con pc Ciencia e Ingeniería Neogranadina", núm. 10, julio, 2001, pp. 85-94, Universidad Militar Nueva Granada Colombia.

CAPÍTULO 2

CONCEPTOS BÁSICOS.

2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se abordan las bases y principios que sustentan este trabajo, así mismo información que se estudiara minuciosamente para la construcción de la investigación, uno de los principios fundamentales son las foto-resistencias en este principio contribuyen su funcionamiento y características y donde las podemos aplicar, por consiguiente un mecanismo como lo son sistemas de poleas y engranajes que serán de ayuda para facilitar el movimiento de las persianas.

Por otro lado la programación en la tarjeta ARDUINO es otro de los puntos importantes ya que será el paso a la automatización, por lo cual se aborda un estudio de tarjetas comerciales existentes en el mercado así como características y su funcionamiento a diferencia de la tarjeta ARDUINO.

Los tipos de micro controladores, así como sus características de acuerdo a su funcionamiento forman parte de la programación ya que gracias a estos se puede encapsular la información programada en su caso la tarjeta ARDUINO y lograr un sistema automático para la apertura y cierre de persianas.

Los conceptos teóricos fundamentales que rigen el objetivo a perseguir se describen a continuación.

Los principios fundamentales de la teoría de control moderno están basados en las definiciones siguientes [1,2]:

- **Automatización:** Está definida por un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas por operadores a un conjunto de elementos de

tecnología como los plc, neumática o brazos robóticos, un ejemplo de sistema autónomo se muestra en la figura 2.1.

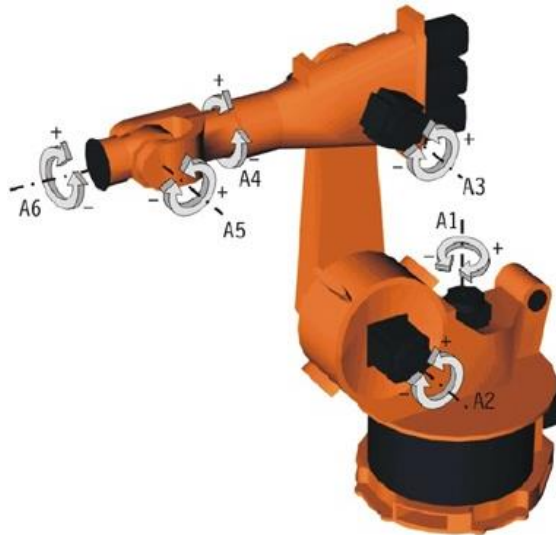


Figura 2.1. Brazo robótico automatizado, cortesía de la UAP Tanguistenco.

- **Proceso:** Operación o desarrollo natural, caracterizada por una serie de cambios graduales y tienden a un determinado resultado final que tenga cualquier operación que se vayan a controlar como son los procesos químicos, biológicos, económicos como se ilustra en la figura 2.2.

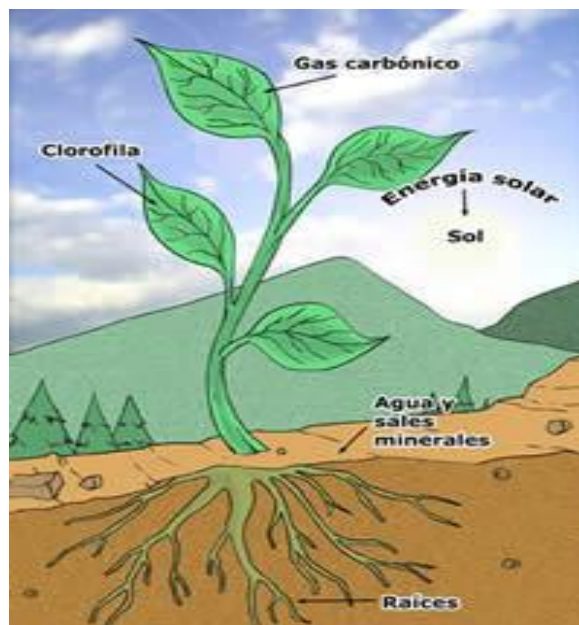


Figura 2.2 El proceso biológico de la fotosíntesis [3].

- **Variable de entrada:** La variable de entrada el parámetro fijado mediante medios eléctricos, electrónicos por software para que el sistema actué como se muestra en la figura 2.3.

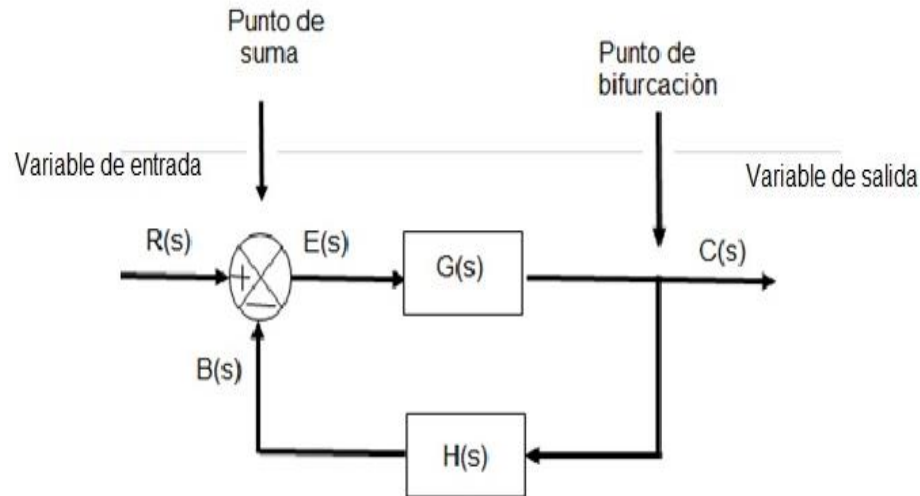


Figura 2.3 Intervención de una variable de entrada y salida [4].

- **Variable de salida:** Es el resultado $C(S)$, de la variable de entrada y la intervención del proceso aplicado como se muestra en la figura 2.3.
- **Planta:** Conjunto de piezas de una maquinaria que tienen por objetivo realizar cierta actividad en conjunto. En sistemas de control, por planta se entiende el sistema que se quiere controlar.
- **Control:** Acción o el efecto de poder decidir sobre el desarrollo de un proceso o sistema. También se puede entender como la forma de manipular ciertas variables para conseguir que ellas u otras variables actúen en la forma deseada, por ejemplo un sistema de llenado de líquido, como lo ilustra la figura 2.4.

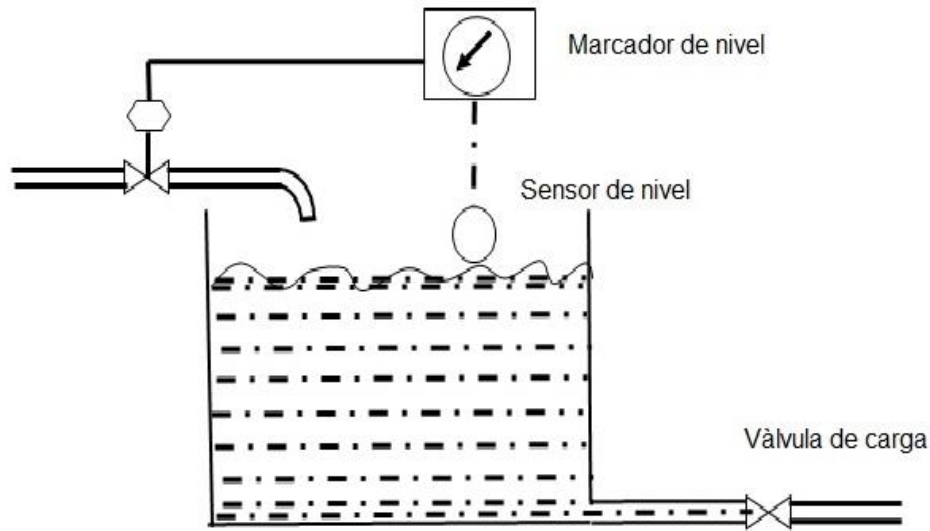


Figura 2.4 Sistema de control del nivel del líquido [5].

- **Sistemas de lazo abierto:** En estos sistemas la variable controlada no se retroalimenta, la conformidad entre el valor alcanzado por la variable controlada y su valor de referencia depende de la calibración, y consiste en establecer una relación entre la variable manipulada y la variable controlada como se muestra en la figura 2.5.



Figura 2.5 Diagrama de bloques de un Sistema de control abierto [6].

- **Sistemas de lazo cerrado:** Su función es identificar y corregir perturbaciones dentro del sistema y tiende a reducir la diferencia entre la señal de salida y la señal deseada, su función consiste en medir la variable controlada mediante los captadores o sensores, convirtiéndola en señal y retroalimentarla para compararla con una señal de entrada de error como se muestra en la figura 2.3.
- **Sistemas retroalimentados:** Es la operación que en presencia de perturbaciones, tiende a reducir la diferencia entre la salida de un.-

sistema y alguna entrada de referencia y lo continúa haciendo con base en esta referencia como se muestra en la figura 2.6.

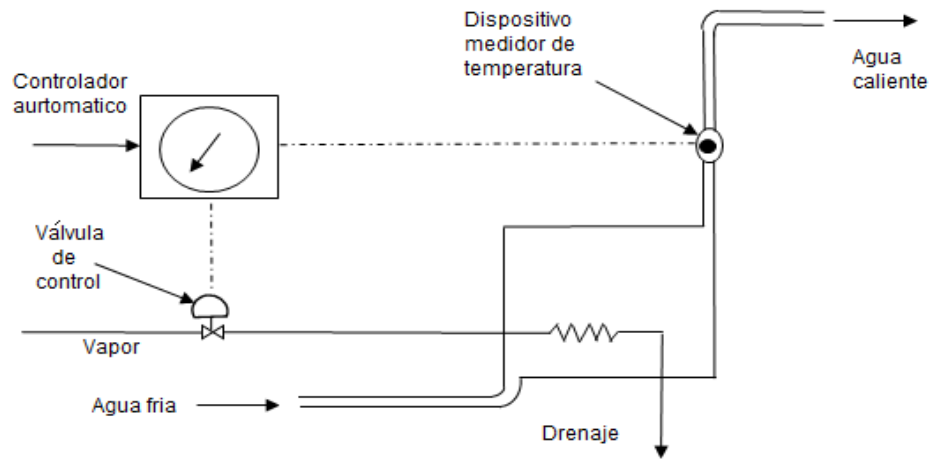


Figura 2.6 Control de retroalimentación automática de un sistema térmico [6].

- **Perturbaciones:** Es una señal que tiene a afectar negativamente al valor de salida de un sistema .si la perturbación se genera dentro del sistema se denomina interna, en tanto que la perturbación externa se produce fuera del sistema y es una entrada como se muestra en la figura 2.7.

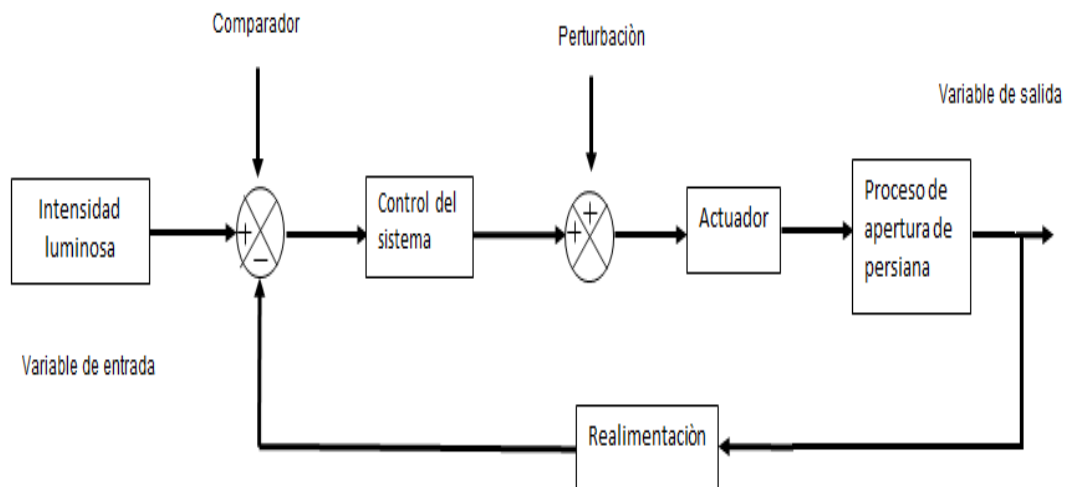


Figura 2.7 Intervención de una perturbación en el sistema propuesto.

2.2 OPTOELECTRÓNICA

La optoelectrónica es la rama de la ciencia que se ocupa de la conversión de la energía eléctrica en la radiación electromagnética. Los componentes optoelectrónicos se clasifican en transmisores ópticos, receptores ópticos y optoacopladores, tales como se muestran en la figura 2.8.

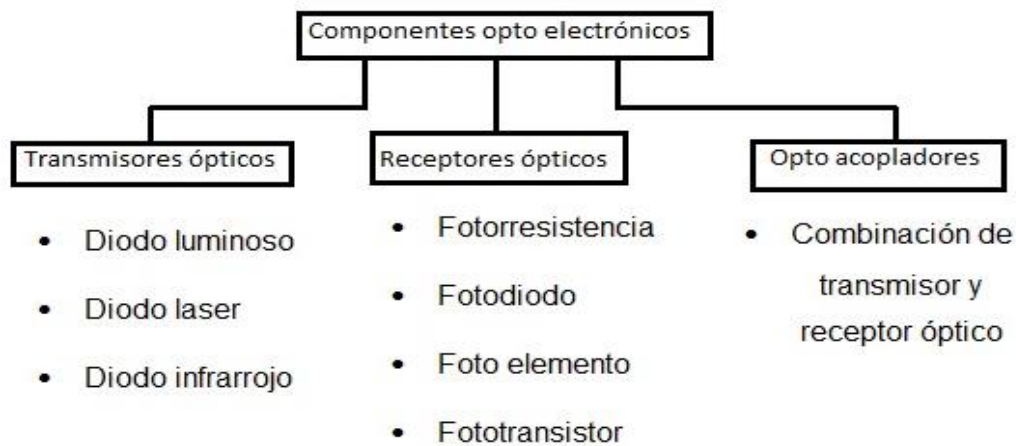


Figura 2.8 Clasificación de los componentes ópticos [7].

2.2.1 Fotorresistencia

Es un receptor optoelectrónico el cual varía su resistencia según la intensidad de iluminación para ellos metaliza el metal semiconductor como el sulfuro de cadmio (CdS), en forma de película delgada sobre un soporte.

La función de la fotorresistencia es aumentar la intensidad de iluminación, por lo que disminuye su resistencia de claridad $R_H < 1K\Omega$ y de resistencia de oscuridad $R_D \geq 1K\Omega$ [9].

2.3 CIRCUITOS MICRO PROGRAMABLES

El avance ante la gran aceptación de los micro controladores, la electrónica digital ha tenido un sin número de utilidades debido a que su principal ventaja es integrar circuitos de multitud en aplicaciones en un solo chip, una vez diseñado estos chips se fabrican de forma masiva a bajo precio, con la posibilidad de adaptarse a una

programación determinada por parte del usuario para montarse en una placa de circuito impreso con técnicas analógicas o digitales.

Un micro controlador es un dispositivo que sirve para automatización de uno o varios procesos, por ejemplo, el controlador que regula el funcionamiento de una alarma dispone de varios sensores que controlan diferentes puntos de intrusión, cuando se activan algunos de estos puntos el controlador genera las señales adecuadas para activar las alarmas y enviar un alerta al responsable de seguridad.

2.3.1 Estructura de un microprocesador

Un microprocesador es un circuito de alta escala de integración, su función es la de procesar información, ejecutar instrucciones almacenadas con números binarios organizados secuencialmente en la memoria principal, y algunas veces está constituido por otros elementos más simples como son: biestables, contadores, registros, descodificadores, comparadores, convertidores que se integran en un solo circuito integrado como se ilustra en la figura 2.9.

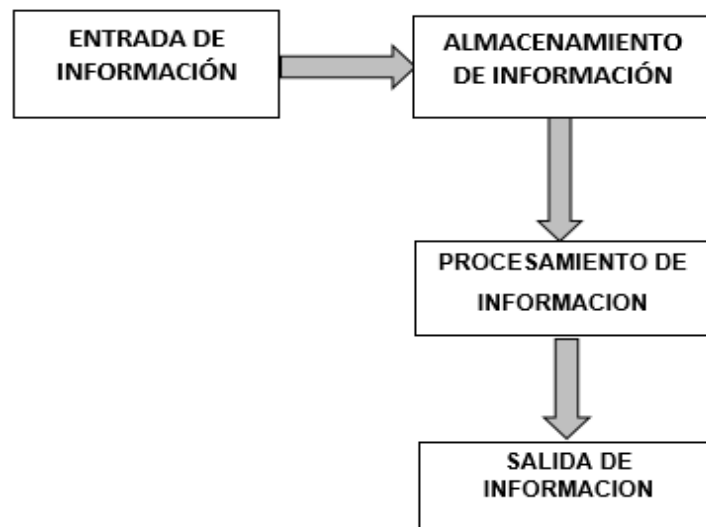


Figura 2.9 Funciones del micro procesador [8].

Los procedimientos que realiza un microprocesador se enlistan a continuación [4]:

- 1: Registro:** Memoriza la instrucción que se está ejecutando en cada momento a la espera de ser decodificada, preparada y al final ejecutada.
- 2: Decodificador:** Toma el código de operación de la introducción en curso del registro de instrucción, lo analiza y en función de este, envía las órdenes necesarias al resto de dispositivos para su ejecución a través del secuenciador.
- 3: Secuenciador:** Produce las órdenes que, sincronizadas por los impulsos de reloj del sistema, consiguen que se vayan ejecutando paso a paso la instrucción.

2.3.2 Microcontrolador

Es un dispositivo más económico que un procesador debido a que solo se compone de un chip que se integra al CPU, la memoria ROM, y la RAM, mediante un interfaz de entrada /salida, como un pequeño ordenador metido en un chip como se ilustra en la figura 2.10.

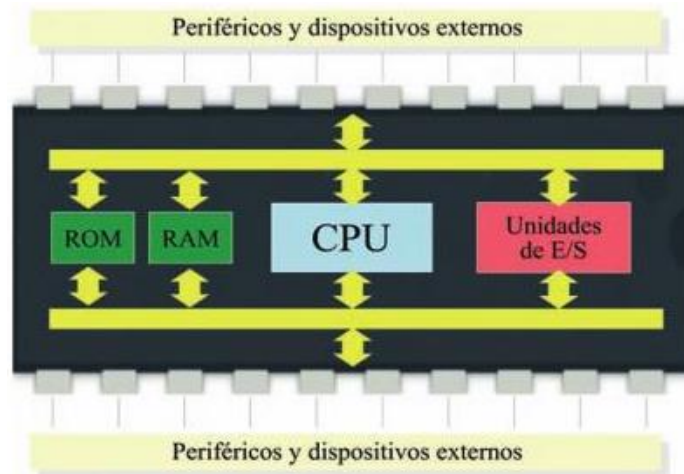


Figura 2.10 .Estructura básica de un microcontrolador [8].

A continuación se describen los componentes de un micro controlador

1. Procesador o CPU
2. Memoria RAM para almacenar datos.
3. Memoria para el programa tipo ROM, la mayoría disponen de una memoria EEPROM o más modernas de tipo flash (mucho más rápidas) de 16 a 1.024 bytes para almacenar datos y recuperarlos después de haber eliminado la alimentación.
4. Línea de E/S para comunicarse con los exteriores estos varían de 4 a 70 según el modelo y reciben corrientes de 20 a 25 mA.
5. Módulos para el control de periféricos: temporizadores, puertos serie, USB, conversores digitales analógico, comparadores, salidas PWM (modulación por ancho de pulso) para el control de motores de corriente continua.
6. Generador de impulsos de reloj que se sincronizan el funcionamiento de todo el sistema, las frecuencias máximas más comunes de funcionamiento, según el modelo, son 4 y 10 MHz, llegando algunos a los 48MHz.

Una de las características más importantes de los micros controladores es su flexibilidad, ya que un solo modelo puede ser utilizado para múltiples aplicaciones modificando solamente el programa de instrucciones.

Existen micro controladores de 16, 32, 6 y los de 8 bits son los más utilizados y los de 4 bits son todavía útiles en aplicaciones sencillas donde lo importante es el precio por ejemplo, para el control de un microondas puede que un micro controlador de 4 u 8 bits sea suficiente, mientras que para el control de frenos ABS de un automóvil sea necesario emplear uno de 16 bits.

Los micros controladores de 32 bits encuentran su sitio en procesamiento de imágenes, las comunicaciones, el control en los procesos industriales.

La tensión más común en los micros controladores es de 5V, y existen modelos que se pueden alimentar con tensiones de 2 a 6,5 voltios.

Entre los modelos más populares se encuentran los siguientes:

- 8052(fabricado por Intel).es un micro controlador muy conocido debido a su factibilidad de programación y sus altas prestaciones y maneja datos de 8 bits, posee una memoria interna de hasta 2 Kbytes y una memoria de datos RAM de hasta 256Kbytes y posee 32 pies de entradas y salidas.
- 68HC11 (fabricado por Motorola y Toshiba) este puede manejar datos de 8 o 16 bits, posee una memoria de grama interna de 12Kbytes y una RAM de 512 Kbytes y dispone de 38 pines de entradas y salidas.
- *PIC16F84* (fabricado por Microchip); maneja datos de 8 bits, su memoria de programa interna es de tan solo 1 Kbyte y su memoria y su memoria RAM de datos de 68 Kbytes, disponiendo de 13 pines de entradas y salidas como se muestra en la figura 2.11.

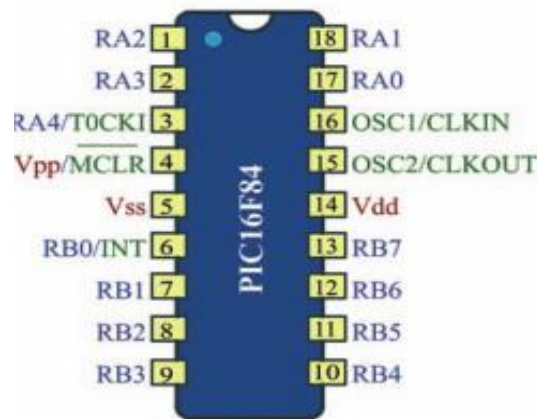


Figura 2.11 Terminales del micro controlador *PIC16F84* [8].

En la actualidad se han generado sistemas de control en la domótica, un caso esencial el control por medio de un PC para controlar una instalación típica de un espacio habitable o de trabajo.

Su funcionalidad y complejidad en las instalaciones incluye:

- Un procesador central, qué puede ir desde un micro controlador, y pasar por el PC.

- Una línea de bus intercambio de señales entre un procesador de señales entre un procesador y actuadores y sensores.
- Un sistema de adquisición de datos, como en las soluciones de tipo modular o de las tarjetas de adquisición de datos.
- Sensores de variables físicas como: iluminación exterior e interior en las diversas instancias, velocidad y dirección del viento, temperatura interior y exterior, de estado ventanas abiertas y cerradas.
- Actuadores de pulsos (tipo relé) y de tiempo continuo o proporcional de acuerdo al tipo de control que se ejerza.

El presente sistema ya existente es del tipo de tarjeta de adquisición de datos y con él se automatiza una instalación de iluminación y de climatización, su propósito es regular la temperatura del aire ambiente interior de una cámara (que emula el aire de un espacio habitable o de trabajo).al igual que el nivel de iluminancia interior llevando ambas variables a sus niveles de consigna ,los cuales se especifican en un programa encapsulado en un micro controlador .

El PC controla todo además la tarjeta de adquisición de datos va conectada directamente al PC, en este caso la tarjeta se conecta a un puerto paralelo del PC(o puerto de impresora) y se ha dominado módulo de adquisición de datos e interface el modulo tiene la función de recibir información de la condiciones físicas como se ilustra en la figura 2.12.

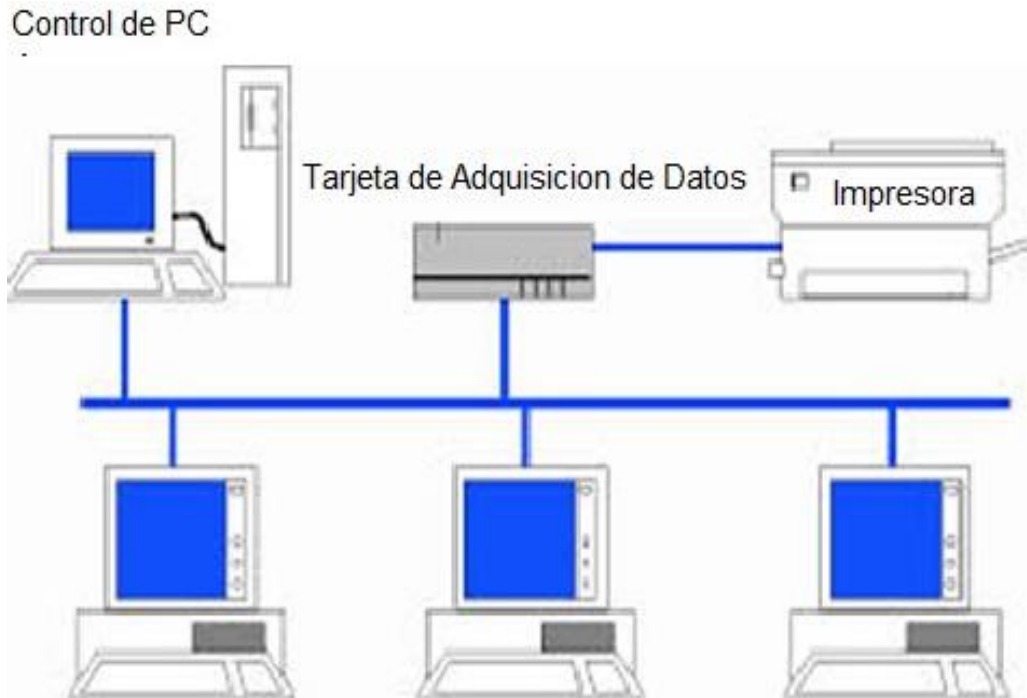


Figura 2.12 Aplicación con tarjeta de adquisición de datos [9].

Así mismo el software de control regula todo el funcionamiento y se ha programado en lenguaje C además se compone principalmente de dos funciones, cada una regulando una parte de la instalación una es para la regulación de iluminancia y la otra del nivel de la temperatura ambiente interior.

Este control, tanto para el sistema de iluminación como para el de climatización de la cámara, se lleva a cabo en una forma cíclica. Los procesos correspondientes de regulación, una vez se terminan vuelven iniciarse, formando ciclos, como se pueden muestra en la figura 2.13.

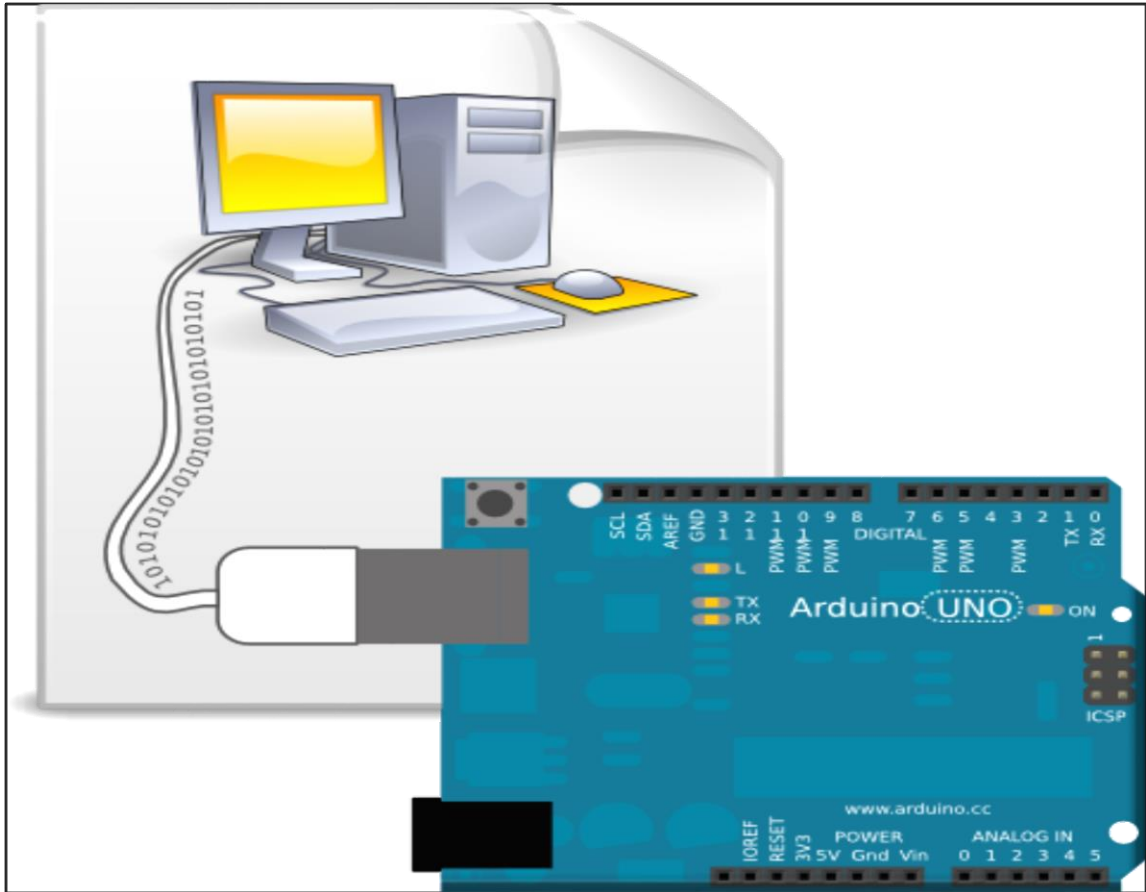


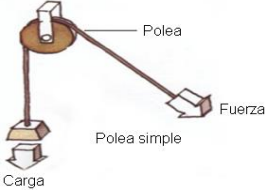

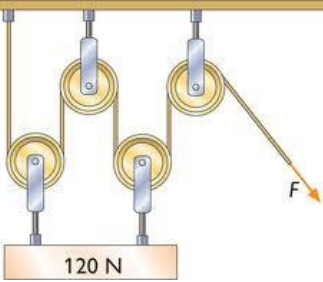
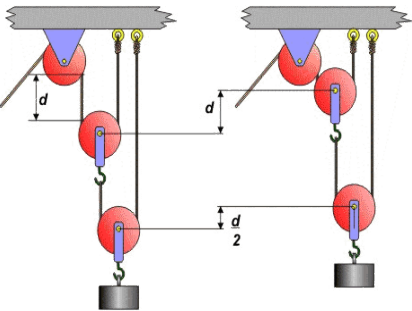
Figura 2.13 Submódulo de interface que recibe los códigos ADC0808 de información y los envía al PC [9].

2.4 MECANISMOS DE SISTEMAS DE POLEAS

Un sistema de poleas es un mecanismo que facilita el movimiento de un cuerpo que está en reposo al aplicarse una fuerza a través de una cuerda para mover un cuerpo aplicando un esfuerzo, en la tabla 2.1 se muestran la clasificación de las poleas.

Tabla 2.1.

Clasificación de poleas [10].

Tipo	Funcionalidad	Bosquejo físico
<p>Polea fija</p>	<p>Está sujeta o colgada de un punto fijo, la fuerza que se aplica en el extremo de la cuerda se transmite al otro estas poleas simples direccionan de la manera más cómoda posible el peso de la carga.</p>	
<p>Poleas móviles</p>	<p>Compuestas por una cuerda atada por un extremo a un punto fijo y en el otro se aplica una fuerza motriz, está la vez se puede unir seguida a la polea móvil una polea fija, para mayor comodidad de la aplicación de la fuerza.</p>	
<p>Poleas compuestas</p>	<p>Estas se utilizan con el propósito de alcanzar una amplia ventaja de carácter mecánico, levantando objetos de gran peso con un esfuerzo mínimo, para su ejecución se emplea poleas fijas y móviles con la primera se cambia de dirección de la fuerza a realizar.</p>	
<p>Polipastos</p>	<p>Es un sistema de poleas que permiten la elevación o movimiento de carga entrelazando un esfuerzo, cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo (F) y lo desplaza a una cierta distancia (r) se realiza un trabajo mecánico como: $L = Fr$.</p>	

Para el mecanismo propuesto en este trabajo se tiene contemplado utilizar un sistema de poleas el cual su elección se adecuara de acuerdo a los requerimientos de utilidad.

2.5 TIPOS DE RODAMIENTOS

El rodamiento es un elemento que consta de dos aros concéntricos con caminos de rodadura, regularmente esféricos, sobre los que se desplazan cuerpos rodantes, bolas o rodillos, con el fin de tener movimiento giratorio con respecto a un punto fijo, un rodamiento está compuesto por cuatro elementos básicos [11]:

- **Aro interior:** sirve como pista interna de rodadura y se mueve solidariamente con el eje.
- **Aro exterior:** sirve como pista externa de rodadura y su movimiento es solidario con el alojamiento exterior del rodamiento.
- **Elementos rodantes:** su función es transmitir las cargas desde el aro interior a la exterior y generalmente son bolas, rodillos cilíndricos, o rodillos cónicos.
- **Jaula:** su misión es asegurar la distribución de los elementos rodantes de forma uniforme en todo el perímetro y evitar que puedan concentrarse en un arco menor que la circunferencia, provocando los fallos del rodamiento, todas estas partes descritas se muestran en la siguiente figura 2.14.

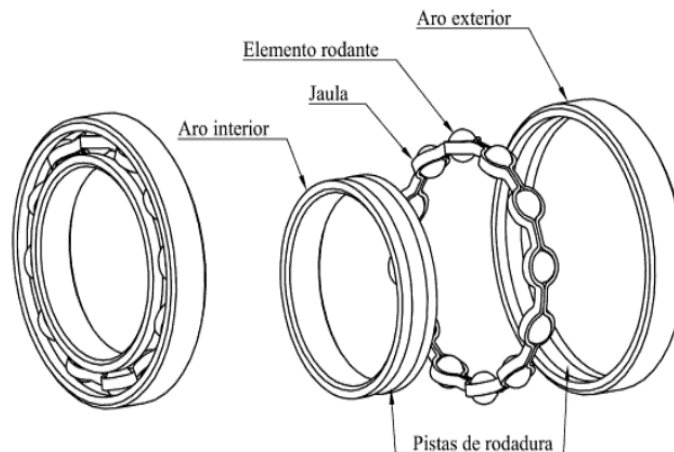


Figura.2.14 Elementos que conforman al rodamiento.

En la tabla 2.2 se muestran los tipos de rodamientos, estos pueden ser aplicados a diferentes situaciones dependiendo de la carga a mover.

Tabla 2.2

Clasificación de rodamientos [11].

Tipo	Funcionalidad	Bosquejo físico
Rodamientos radiales	Dentro de este grupo figuran todos los rodamientos que están diseñados principalmente para soportar cargas de tipo radial, así mismo en función del tipo rodante.	
Rodamientos radiales de bolas	Estas Pueden contar con una o varias hileras de bolas y dependiendo de la geometría de los diferentes elementos que componen el rodamiento, puede soportar cargas axiales hasta un nivel intermedio.	
Rodamientos radiales de rodillos	Estas contienen una o varias hileras de rodillos, debido a que la superficie de contacto entre los elementos es mayor, generalmente pueden soportar cargas radiales mayores que los rodamientos radiales, este tipo de rodamientos no están diseñados para soportar cargas axiales.	
Rodamientos radiales cónicos	Este tipo de rodamientos los elementos rodantes son rodillos cónicos y están dispuestos para soportar cargas axiales elevadas. Los de una hilera de rodillos están diseñados para ser colocados opuestos por parejas, pero también existen rodamientos cónicos de dos hileras que ejercen perfectamente su función individual.	
Rodamientos axiales o de empuje	Son rodamientos diseñados para colocar carga axial, aunque existen configuraciones en las que, además, pueden soportar cargas radiales,	

2.6 TIPOS DE PERSIANAS

Un sistema de persianas tiene como función filtrar los rayos del sol para mejorar la comodidad visual y modificar niveles de temperatura en habitaciones, existen diferentes tipos de persianas como se muestra en la tabla 2.3.

Tabla 2.3.

Clasificación de persianas comerciales [12].

Tipo	Funcionalidad	Bosquejo físico
<p>Persianas verticales</p>	<p>Este tipo de persianas las favoritas debido a su mecanismo, que permite controlar completamente el paso de luz. Pueden elaborarse de una gran cantidad de materiales, desde pvc hasta imitación de madera.</p>	
<p>Persianas horizontales</p>	<p>Conocidas como persianas venecianas, son prácticas y tienen una gran durabilidad. Cuentan con el mismo mecanismo que las persianas verticales y, por consiguiente, también son muy eficientes en el control del paso de luz, generalmente se utilizan en las oficinas y en estancias de grandes ventanales.</p>	
<p>Persianas enrollables</p>	<p>Se pueden colocar en lugares con arquitectura moderna y minimalista. Filtran los rayos UV y sus mecanismos son fáciles de utilizar; ayudando de esta forma que el sol afecte muebles y telas dentro del hogar.</p>	
<p>Persianas celulares</p>	<p>Estructura en forma de panal de abejas, son las indicadas si se quiere bloquear el sonido que provenga del exterior de una casa, pueden estar compuestas por uno o dos paneles, pueden ser abiertas hacia arriba o hacia abajo.</p>	
<p>Persianas Black-Out</p>	<p>Cuenta con el mismo sistema que las persianas enrollables y tiene un cierre total de manera que el paso de la luz al interior queda completamente impedido</p>	

Cabe decir que en esta sección se presentan un conjunto de elementos previamente identificados para el diseño e implementación de un sistema autónomo de iluminación, como lo son los rodamientos de bolas y persianas comerciales, estos se muestran a detalle a cabo en los siguientes capítulos.

2.7 REFERENCIAS

- [1] Senner Adolf. "Electrotecnia", Editorial reverté, sa.1994, Barcelona España.pp 349-350.
- [2] Richart c,Dorf "Sistema de control moderno" Pearson Education,2005.pp-39.
- [3] Oscar F. Aviles S., Jose Fernando Castro Domótica: control de instalaciones con pc Ciencia e Ingeniería Neogranadina, núm. 10, julio, 2001, Universidad Militar Nueva Granada Colombia, pp. 85-92
- [4] Ogata.Katsuhiko,"Ingeniería de Control Moderna "Ediciones del Castillo, S A. 1974, Madrid, España.pp.3-170.
- [5] David G.Alciatore,"Mechatronics and measurement systems",Mca Graw Hill, New York 2007.pp. 241-244.
- [6] Howard,Harrison "controles automáticos "Ediciones trillas 1969.pp.56.
- [7] Bastián Peter ,Echler Walter, Jaufman Norbert,"electrónica",Ediciones akal S.A, 2001,Madrid España.,pp180.183.
- [8] Enrique Ruiz-Velasco Sánchez "Educatrónica "Ediciones Díaz de Santos UNAM ,2007.pp89-191.
- [9] Alcalde San Miguel Pablo" Electrónica Aplicada", Ediciones Paraninfo, S.A, 2010, Madrid España, pp.390-400.
- [10] Oscar Felipe Arbeláez Pérez," Facultad de Ingeniería", Editorial universidad cooperativa de Colombia, Bogotá ,2006.pp 60-62.
- [11] Francisco Sánchez, Martin Antonio Pérez González," Mantenimiento Mecánico de Maquinas", publicaciones de la universitat Jaume ,2º edición 2007,pp,116-119.
- [12] A.Mivarete "Los nuevos materiales de la construcción", Editorial reverté, S, A, 2º edición 1995, barecelona.pp-200.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA DE APERTURA DE PERSIANAS.

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan los conceptos generales de la automática, posteriormente se describen los elementos indispensables que componen el sistema de monitoreo de luminosidad propuesto y finalmente se muestra la instalación y montaje del sistema propuesto que se lleva para la construcción del prototipo de la habitación junto con el sistema autónomo de persianas de esta manera será más fácil realizar pruebas sobre el sistema para ir dando ajustes necesarios para que se tenga un buen funcionamiento.

Así también se demostrara con ayuda de las fotorresistencias que es más ventajoso realizar la automatización de persianas, con estas podremos regular y calibrar la intensidad de luz que entra en la habitación, por lo cual en el prototipo propuesto utilizaremos unas de $10M\Omega$.

Hablado del sistema mecánico que conformaran las persianas tipo vertical, se utilizarán pequeñas poleas de plástico y rodamientos de tipo bolas, así como un servomotor a 5 volts este tiene la ventaja que solo gira a 180 grados, por lo que será más fácil manipular dichos grados de libertad a como se requiera el servo se moverá a dicha distancia graduada dependiendo de cuanta luz reciban las fotorresistencias, siendo así que se mueva el servo y nos este iluminado de luz solar en el interior de la habitación.

Conforme a los rodamientos que se utilizaran para mover el sistema automático de persianas se utilizaran rodamientos de bolas estos están anclados

a unas pequeñas poleas y estas a su vez a cada persiana para que tenga mejor movilidad y garantizar su giro.

Así mismo el tamaño de las persianas y de la habitación será a una escala determinada tomando en cuenta medidas estándares que comúnmente hay dicho sistema automática de la persiana se ensamblara en la parte de la ventana de la habitación de esta manera se comprobara que funciona haciendo pruebas.

En cuanto las fotorresistencias de $10M\Omega$ se calibraran para que estas estén censando al parejo la intensidad de luz y den paso al movimiento de persianas, así mismo el software de programación y la tarjeta ARDUINO nos será de ayuda en la programación del funcionamiento del servomotor.

3.2 IDENTIFICACIÓN Y PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE INTENSIDAD LUMINOSA.

Los parámetros primordialmente que intervienen en la iluminación y desarrollo de la propuesta dentro de la habitación se enlistan la tabla 3.1 [1,2].

Tabla 3.1.
Conceptos fundamentales de iluminación.

Concepto	Definición
Flujo luminoso	Es la medida de la potencia recibida o emitida por una fuente de luz está es capaz de afectar el sentido de la vista si se tiene contacto directamente
Intensidad luminosa	Esta es la cantidad de luz o de flujo luminoso que se está recibiendo dentro de un espacio cerrado o abierto.
Sensores de luminosidad	Se utilizan para recibir información en tiempo real sobre el nivel exterior, este tipo de sensores juegan un papel fundamental en el ahorro al adaptar la iluminación del sistema a la luz solar.

Descripción y funcionamiento de los sensores:

Los sensores de luminosidad miden la intensidad de la luz ambiental, cuando sobrepasan o descienden de un valor determinado se utilizan para diferentes funciones, como desconectar la iluminación cuando hay suficiente luz exterior y para conectarla en caso contrario, subir y bajar las persianas automáticamente.

Los sensores se instalan junto a las ventanas o al exterior de la casa habitación pero siempre de forma que puedan captar la luz solar [2,3].

3.3 MONTAJE E INSTALACION DEL CIRCUITO EN LA HABITACION.

El procedimiento a seguir se ilustra en el siguiente diagrama 3.1

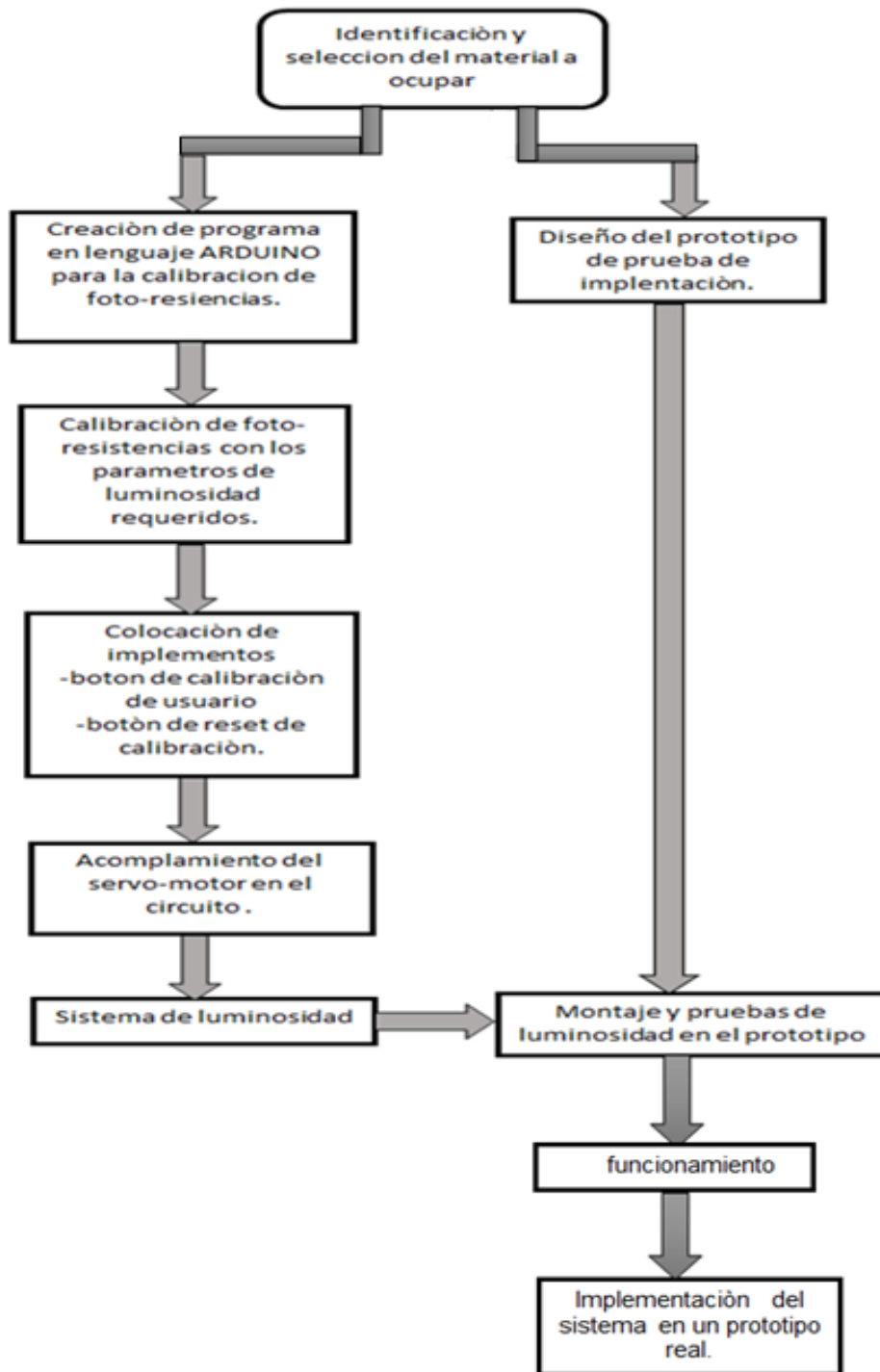


Figura 3.1 Diagrama del Procedimiento a seguir en el montaje e instalación del circuito.

3.3.1 Calibración de una foto resistencia

En esta parte se calibraran dos foto resistencias una de ellas se localizara al exterior y la otra al interior, para ambas realizo un programa en ARDUINO para censar un promedio de luz que hay fuera de la habitación, así mismo para la interior se tomó el promedio en lúmenes de luz máximo dentro de una habitación en diferentes ambientes estos promedios serán muy importantes en la programación.

En términos más simples dependiendo el promedio de luz que reciban las fotorresistencias tanto en el exterior como interior será la abertura de las persianas o sea el servomotor moverá el sistema de persianas a una cierta apertura para que se esté iluminado la habitación.

Así mismo se colocó un botón de usuario este será el control manual que tendremos para calibrar nuestro sistema de persianas, este al pulsarlo indicara que tanto de luz queremos y que apertura tendrán que tener las persianas de acuerdo a nuestros gustos, así mismo este nos servirá para que cierren por completo las persianas y prenda la luz interior.

Un segundo botón este será el control reset para resetear nuestra calibración si desea de nuevo volver a calibrar el sistema de persianas.

A continuación se ilustra en la figura 3.2, el acomodo del circuito en la tarjeta de programación ARDUINO para la calibración de la foto resistencias.

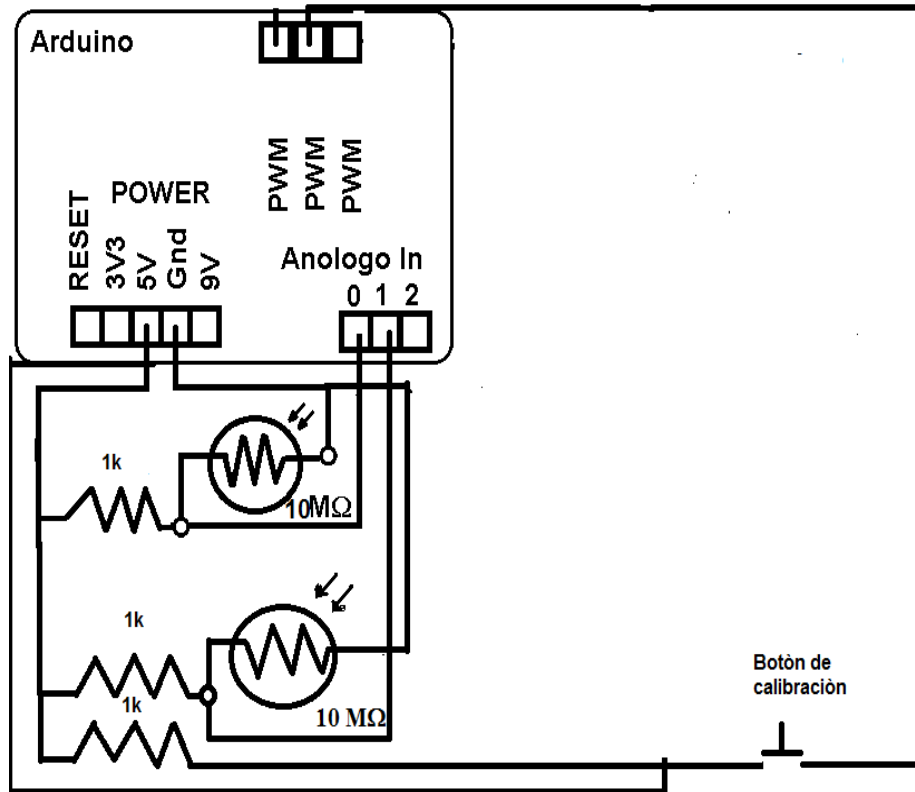


Figura 3.2 Circuito en tarjeta ARDUINO para la calibración de las fotorresistencias.

3.3.2 Control del servo-motor

El servomotor tiene la ventaja que solo tiene grado de libertad a 180° por lo que lo estaremos programando entre un rango de movilidad de 0 a 90° en este rango se denotara a que distancia o apertura se requiere abrir nuestras persianas, nuestro servo lo estaremos manipulando a un voltaje de $5V$, este la vez consta de tres cables uno de color rojo que va a $5V$ respectivamente, negro que lo enviaremos a GND de nuestra tarjeta ARDUINO y la señal que se denota con el color amarillo está la aclaremos a una de nuestras salidas PWM en este caso al pin 10, de esta manera quedara anclado el control de foto resistencias con el servomotor como se muestra en siguiente figura 3.3.

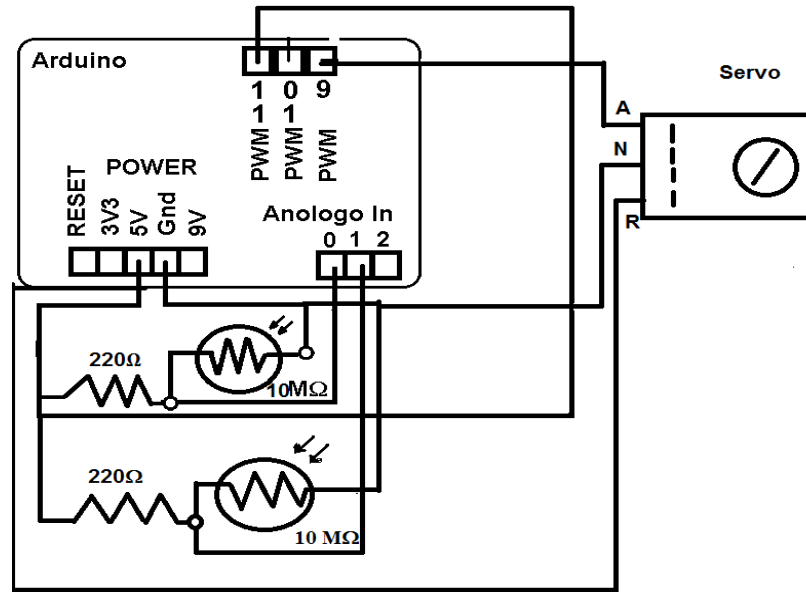











Figura 3.3 Circuito en tarjeta ARDUINO para el control del servo y foto resistencias.

3.3.3 Construcción del prototipo de la habitación

En este apartado se identificaron los elementos a utilizar para la creación del mecanismo de cierre y apertura de persianas los cuales se enlistan en la tabla 3.2.

Tabla 3.2.

Elementos para la creación del sistema de apertura y cierre de persianas.

Elementos	
Tarjeta arduino	
Fotorresistencias	
Protoboard	
Cables dupòn	
Mini poleas de plástico(bobinas)	
Resistencias de 10 kohms	
Botones punch botón	
Rodamientos (valeros)	
Servomotor	
Madera para construcción de prototipo	
Yeso para interiores de prototipo	
Pintura (tinner, brochas)	
Persianas	

En esta sección se determinaran medidas optimas a escala de una habitación con dimensiones que comúnmente hay, así mismo el material que se ocupó para su construcción es la madera, en la parte frontal se colocara la apertura de una ventana donde se ubicara el sistema autónomo de persianas como se muestra en la figura 3.4.



Figura 3.4 Prototipo de casa habitación.

En la parte interior de la habitación se aplicó yeso en forma de capa para obtener un acabado totalmente liso y reflejante en este caso el color blanco es el adecuado, lo cual nos permitirá obtener mayor luz dentro de la habitación como se muestra en la figura 3.5.



Figura 3.5 Interior de las casa habitación.

3.3.4 Instalación del circuito en la habitación

En esta parte se diseñó un circuito confiable compuesto por 2 resistencias de carbón de $1K\Omega$, y dos foto-resistencias de $10K\Omega$ estas conectadas a la tarjeta ARDUINO como se muestra en la figura 3.6

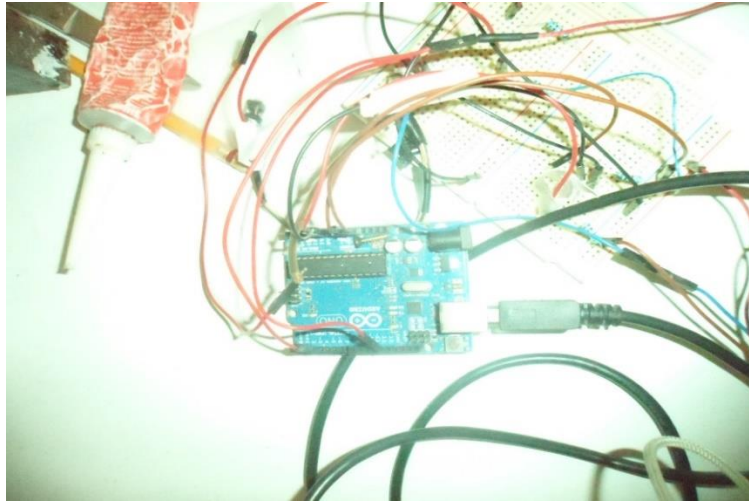


Figura 3.6 Arreglo físico de los componentes del circuito.

Para el montaje de la foto-resistencias y el servomotor, utilizaremos cableado de calidad para tener una mejor conexión, así mismo vez se concentraran sus principales conexiones en un micro controlador el cual tiene los comandos de programación grabados para que se controle el sistema de manera automática.

Con respecto al montaje el servo este será colocado en un extremo superior, de tal manera que gire y garantice el movimiento del sistema de persianas como se muestra en figura 3.7.

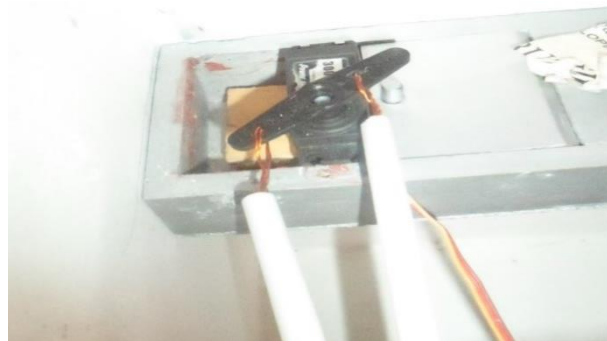


Figura 3.7 Ensamble del servo – motor.

Este circuito sistemáticamente se colocará en uno de los extremos de la casa habitación de manera que sea desmontable y de fácil acceso para mantenimientos como se muestra en la figura 3.8.



Figura 3.8 Interior de las casa habitación y montaje del circuito.

3.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE PERSIANAS.

La parte importante del control automático de persianas se encuentra ligado diagrama de bloques de esta manera se podrá visualizar mejor el control y los parámetros que intervienen a continuación en la siguiente figura 3.9 se presenta dicho diagrama de bloques [4,5].

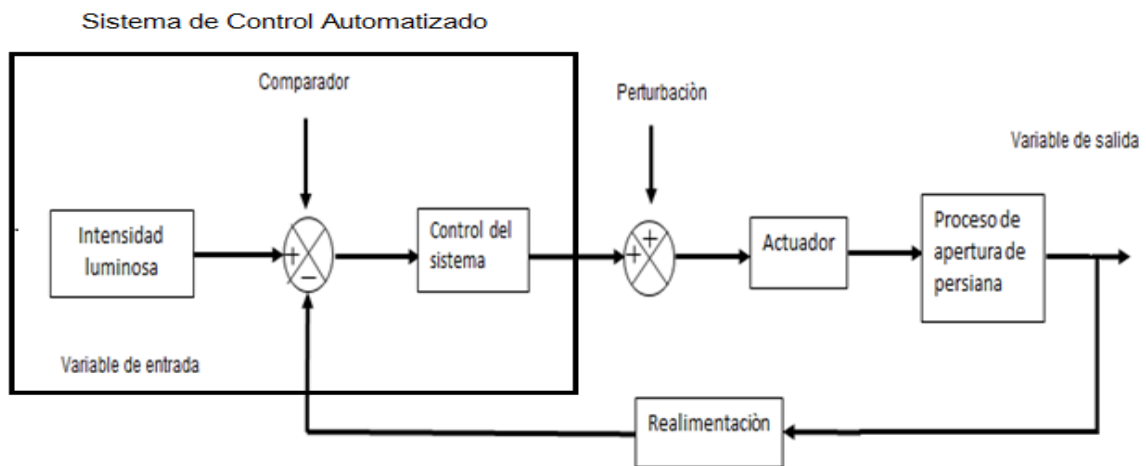


Figura 3.9 Diagrama de Bloques del Sistema Automatizado de Persianas.

3.5 REFERENCIAS

- [1] Ogata.Katsuhiko,"Ingeniería de Control Moderna "Ediciones del Castillo, S A. 1974, Madrid, España., pp 9-186.
- [2] Richard C, Dorf, Robert H. Bishop "Sistemas de control moderno" séptima edición, Ediciones Pearson educación .S.A, 2005, Madrid.
- [3] Alcalde San Miguel Pablo" Electrónica Aplicada", Ediciones Paraninfo, S.A, 2010, Madrid España. pp 396-404.
- [4] G. Higuera Andrés, "El control automático en la industria," Universidad de cástilla La Mancha,2006.pp.17 -22.
- [5] Miriam Zuk, Verónica Garibay, Rodolfo Iniestra, María Tania López, "Introducción a la evaluación de los impactos de las termoeléctricas de México", Instituto Nacional de Ecología, 2006.pp.13.

CAPÍTULO 4

IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS.

4.1 INTRODUCCIÓN

En este presente capítulo se presenta los resultados alcanzados durante la implementación de la propuesta, así mismo realizar trabajos de mejor continúa analizando que sería mejor de hacer, satisfaciendo las necesidades de nuestra sociedad y sin olvidar el cuidado del medio ambiente [1,2].

El medio ambiente y la generación de nuevas tecnologías que han hecho que el ser humano sea más sofisticado en las cosas que ha implementado y propuesto, un punto muy importante en este trabajo es el beneficio y el ahorro de energía al largo plazo que se tiene, el cual podría generar menores impactos en el bolsillo de la ser humano [3,4].

El control del sistema autónomo de persianas tema de este trabajo tuvo como resultado una aportación el cual generara a mediano plazo la sociedad pueda contar con un tipo de sistema de este tipo dentro de las, oficinas, hoteles y en los hogares.

Tras la relación de este proyecto fue posible realizar pruebas en diferentes ambientes lo cual fue posible determinar un porcentaje de lúmenes promedio que hay en una habitación.

Con estas pruebas se pudo dar el control automatizado de persianas llevando una lógica programable dentro de los rangos especificados y tener un funcionamiento adecuado de acuerdo al requerimiento del usuario.

4.2 DESCRIPCIÓN DEL MODELO

El modelo de la habitación fue hecho a escala con medidas estándares existentes, así mismo el sistema de persianas están hechas a base de plástico duro como las que comúnmente se utiliza, este sistema fue construido con la intención de ser ensamblado y tener fácil desmontaje en la parte de la ventana de la casa se muestra en la figura 4.1.

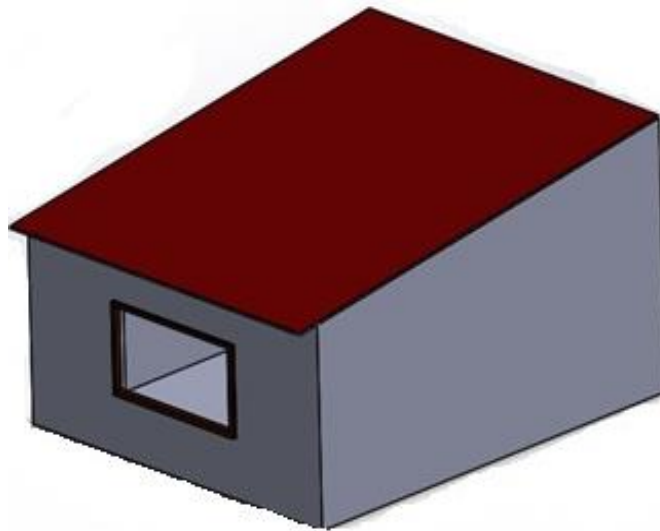


Figura 4.1 Diseño del Prototipo de la Casa Habitación.

4.2.1 Características del Prototipo

A continuación se enlistan las características del prototipo de la casa habitación:

- La habitación contempla una escala de 1:10 donde cada centímetro en el plano equivale 1 metro de la medida real como se muestra en la figura 4.1 y figura 4.2
- Está hecha a base de madera las paredes fueron hechas en forma de pendiente como una real.
- En sus paredes interiores se aplicó yeso en forma de capa para tener un acabado en forma lisa de color blanco, de esta manera contemplar una mejor visibilidad de la luz su interior. En su parte frontal se diseñó una ventana a una escala 1:10 ensamblando así mismo un

vidrio el cual formara ser parte de nuestra entrada de luz hacia el interior de la habitación.

- Para poder sostener el vidrio se colocó un marco alrededor, como en una habitación real.
- La casa habitación contempla un techo desmontable tipo tapa para facilitar el acceso y visualización en el interior.

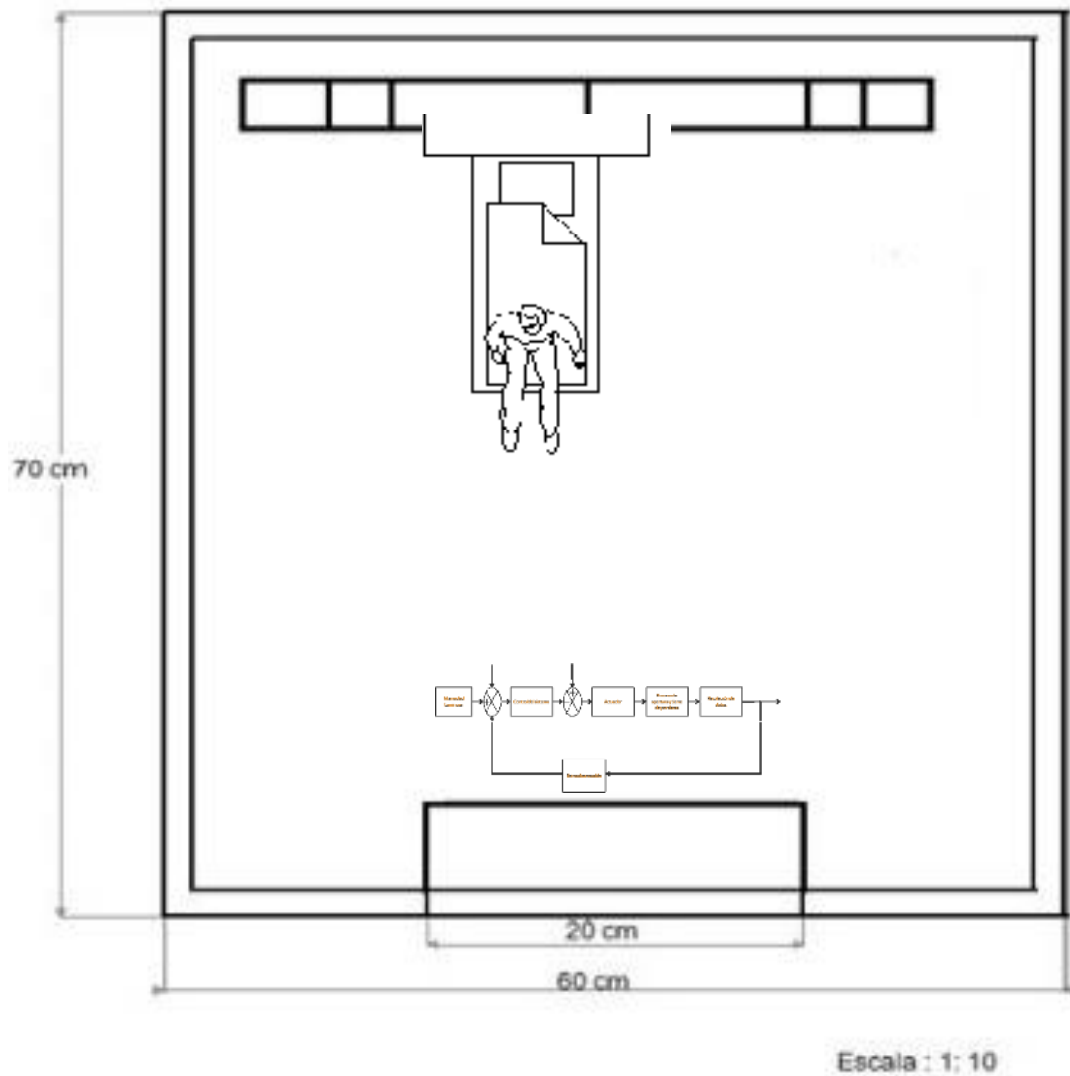


Figura 4.2 Plano de la distribución del sistema en la casa habitación.

4.2.2 Prototipo de Persianas Automatizado

El sistema de persianas tipo vertical están compuestas de varias poleas ensambladas a cada persiana de esta manera se asegura que las persianas giren así un mismo sentido, estas a su vez fueron entrelazadas una con otra para garantizar el movimiento como se muestra en la figura 4.3 del prototipo.

Al igual que la casa habitación este prototipo de persianas está a una escala estándar de las que comúnmente hay, así mismo el tamaño de este sistema fue diseñado con el fin de cumplir con la apertura y cierre de persianas y así generar luminosidad en el interior de la habitación.

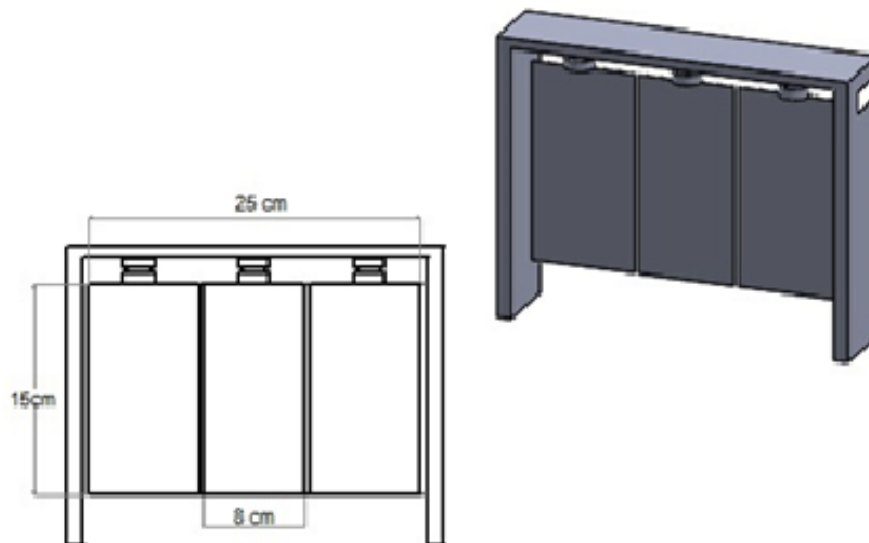


Figura 4.3 Prototipo de Persianas Automatizado con poleas.

Para poder tener mejor el movimiento total del sistema de control de persianas fue ensamblado un rodamiento en cada polea estos dos su-ensambles unidos a cada una de las persianas ya que fue lo más viable por lo que se podía tener un mejor movimiento como se muestra en la siguiente figura 4.4

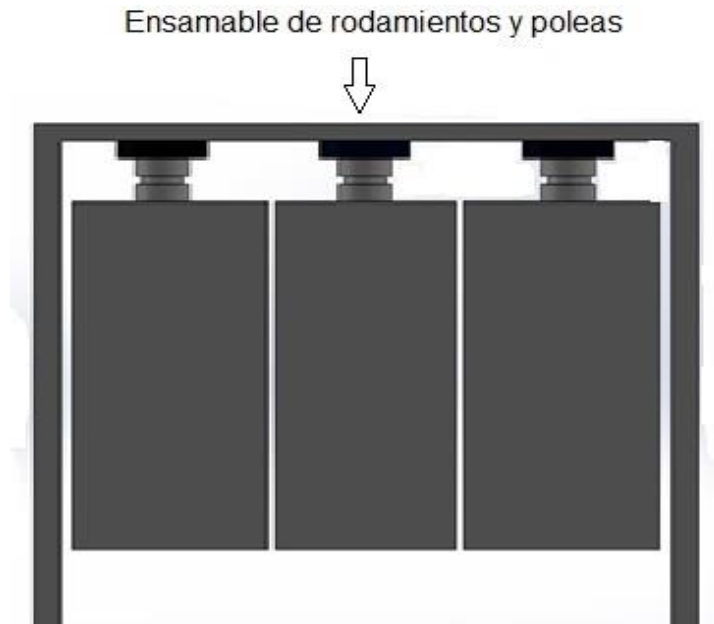


Figura.4.4 Prototipo del Sistema de persianas automatizado con rodamientos y poleas.

4.3 DESCRIPCIÓN DE PRUEBAS

Las pruebas que se realizaron fueron hechas en diferentes ambientes de luz, de esta manera se tuvo la posibilidad de generar datos en el puerto serial del software ARDUINO, en esta ventana se verificaron los datos del monitoreo que nos dan las fotos resistencias, estos datos generados se enlistan a continuación en las siguientes tablas y gráficas.

Se realizaron tres casos de prueba:

Caso 1: La prueba se realiza en el transcurso del día y por la mañana, cuando por lo regular el día empieza a clarecer y se mantiene constante por lo tanto no contamos con luz dentro de la habitación.

Caso 2: En el segundo caso las pruebas de mediciones de luz fueron hechas durante la noche y por lo tanto no había luz en el exterior e interior.

Caso 3: Para el este último caso se toman pruebas cuando la luminosidad en el exterior e interior es alta esto en un ambiente soleado.

4.3.1 Análisis de estudio para el caso 1

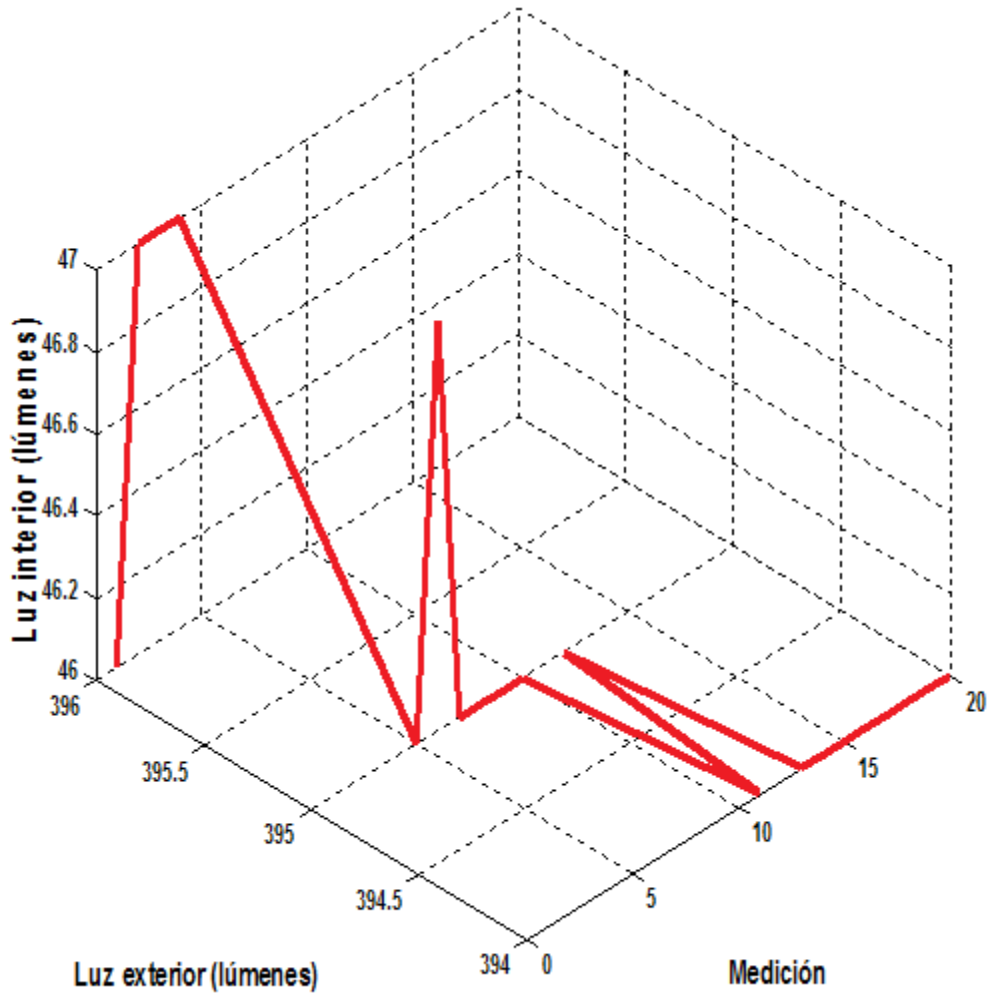
Los datos en listados en la tabla 4.1, se muestra el comportamiento de luz interior y exterior en la casa habitación, estos se obtuvieron cuando no hay luz dentro y cuando en su exterior si la hay los datos fueron realizados durante el amanecer, cabe decir que el número de medición nos indicaba la situación de luz en ese instante.

Tabla 4.1

Datos sobre la medición de luz interior y exterior en el prototipo de estudio caso 1.

Medición	Luz interior (lúmenes)	Luz exterior (lúmenes)
1	46	396
2	47	396
3	47	396
4	47	396
5	46	395
6	47	395
7	46	395
8	46	395
9	46	395
10	46	395
11	46	394
12	46	395
13	46	394
14	46	394
15	46	394
16	46	394
17	46	394
18	46	394
19	46	394
20	46	394

De acuerdo a la tabla 4.1, se obtuvo la gráfica 4.1 en tercera dimensión, en esta se visualizan más a detalle los datos de luz interior y exterior en el prototipo de estudio, el comportamiento de la luz en ambos sitios en instantes variaba y se mantenía estable esto sin duda nos daba la pauta que el flujo de luminosidad era estable a través de que transcurría el tiempo lo cual se podía manipular mejor el control.



Grafica en 3D 4.1.Comportamiento de luz interior y exterior en el prototipo de estudio caso 1.

4.3.2 Análisis de estudio para el caso 2

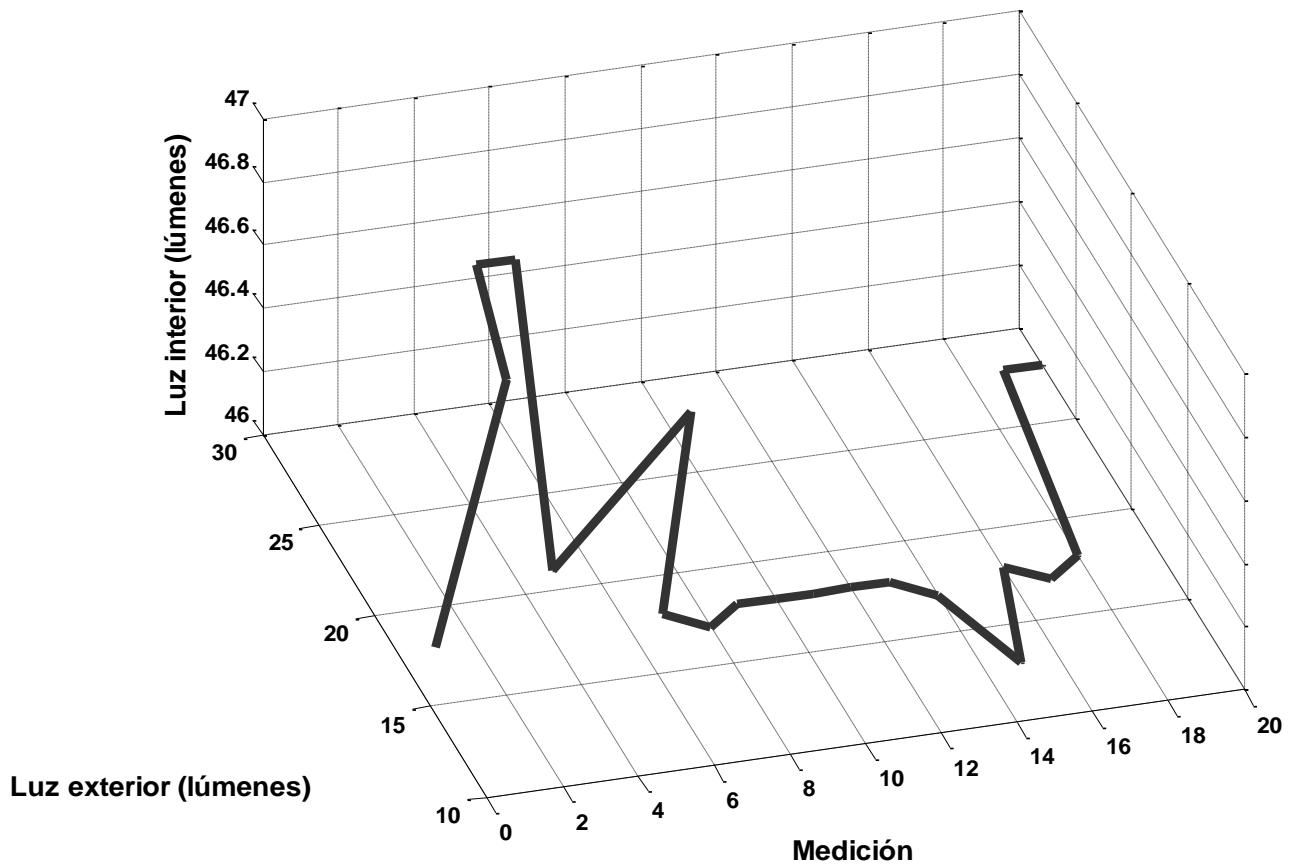
En la segunda tabla 4.2 se obtuvieron diferentes datos en este caso los datos fueron recopilados cuando en el interior y exterior no hay luz la prueba se realiza durante la noche por lo tanto se provoca que encienda un led en el interior como respuesta por la ausencia de luz de esta manera el contador nos iba indicando el número de dato correspondiente a cada lumen de ambos sitios a censar.

Tabla 4.2 Datos sobre la medición de luz interior y exterior en el prototipo de estudio caso 2

Medición	Luz interior (lúmenes)	Luz exterior (lúmenes)
1	44	18
2	44	15
3	44	21
4	45	21
5	44	12
6	44	18
7	44	17
8	44	18
9	44	18
10	44	18
11	44	18
12	44	18
13	45	17
14	45	13
15	43	18
16	40	17
17	44	28
18	44	17
19	44	28
20	43	28

A continuación en la gráfica en 3D 4.2 se plasman los datos obtenidos en tabla 1.5, el resultado de este comportamiento como podemos ver es constante ya que ahora no hay luz en el interior y exterior del prototipo de estudio.

De esta manera podríamos decir que en un determinado tiempo la luz es permanece constante ya que durante un plazo de tiempo varia y después permanece estable, de esta manera se podría decir que la luz se puede ser controlada para accesos de luz en el prototipo de la casa habitación.



Grafica en 3D 4.2. Comportamiento de luz interior y exterior en el prototipo de estudio caso 2.

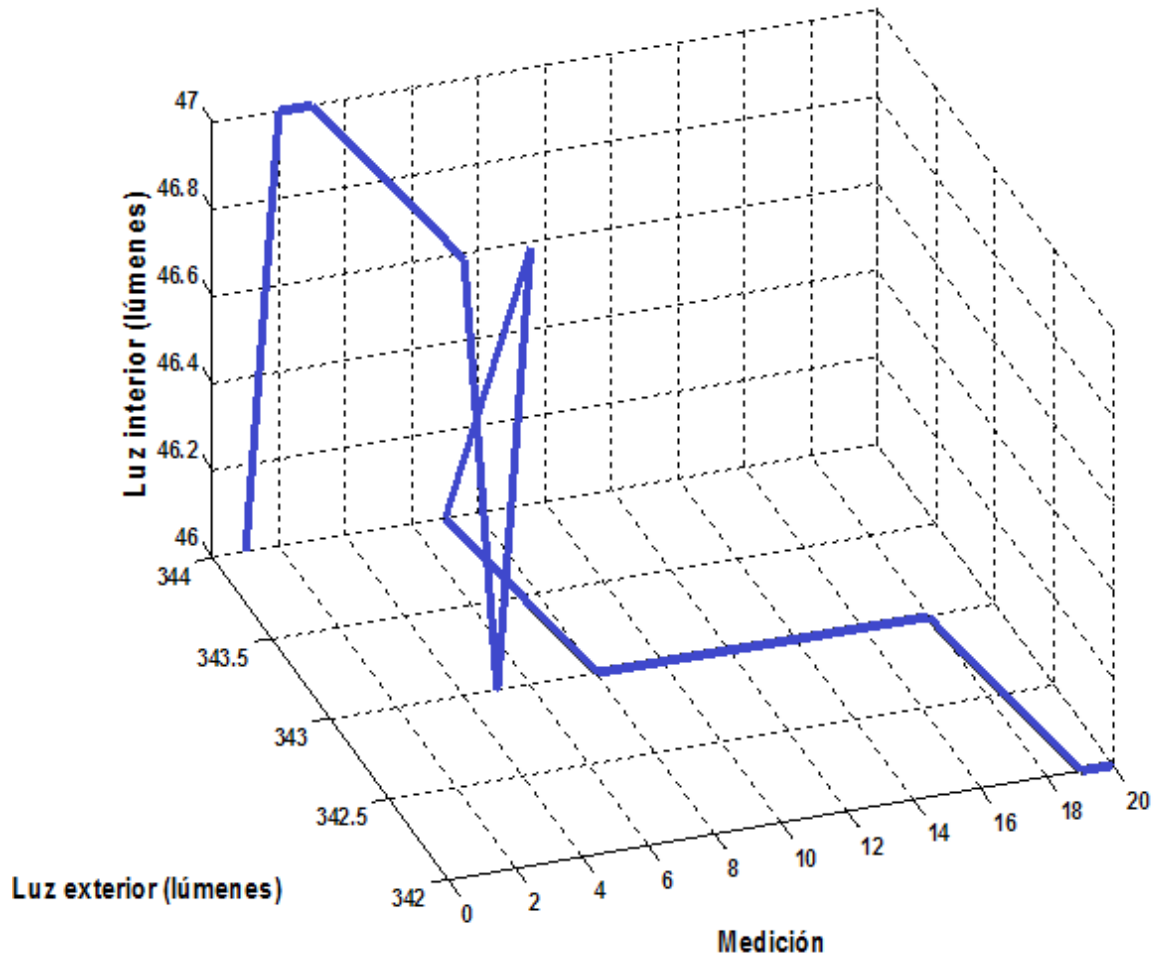
4.3.3 Análisis de estudio para el caso 3

A continuación en la tercera tabla 4.3 los datos recopilados fueron en un ambiente de mayor luminosidad, se realiza en un ambiente soleado, cabe decir que tras haber obtenido estos datos los lúmenes de luz son constantes.

Tabla 4.3 Datos sobre la medición de luz interior y exterior en el prototipo de estudio caso 3

Medición	Luz interior (lúmenes)	Luz exterior (lúmenes)
1	299	344
2	299	344
3	300	344
4	298	343
5	299	343
6	298	343
7	299	344
8	298	343
9	298	343
10	298	343
11	298	343
12	298	343
13	298	343
14	298	343
15	297	343
16	298	343
17	297	343
18	297	343
19	296	342
20	296	342

De igual manera para nuestra tercera grafica en 3D 4.3 realizada en matlab, se generaliza más a detalle el comportamiento de la luz cuando hay exceso de luz, puesto que nuestro muestreo fue más preciso ya que por lo regular el porcentaje de luz encontrado es el que comúnmente hay durante un día.

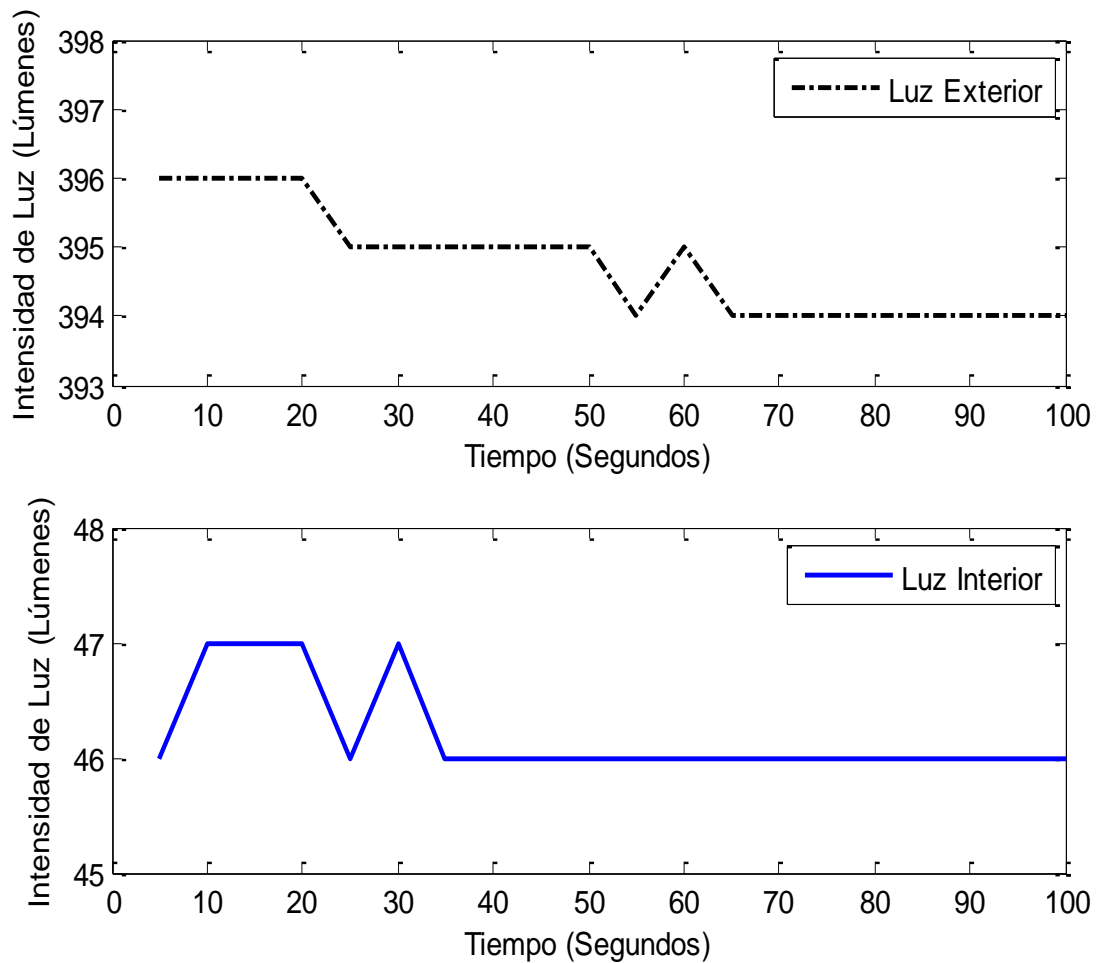


Grafica en 3D 4.3 Comportamiento de luz interior y exterior en el prototipo de estudio caso 3.

Tras haber obtenido datos en diferentes ambientes de luminosidad cabe decir que los resultados son los apropiados para el control de nuestro sistema autónomo de persianas, gracias a estos se puede notificar el cambio de luz durante el transcurso del día suele ser constante.

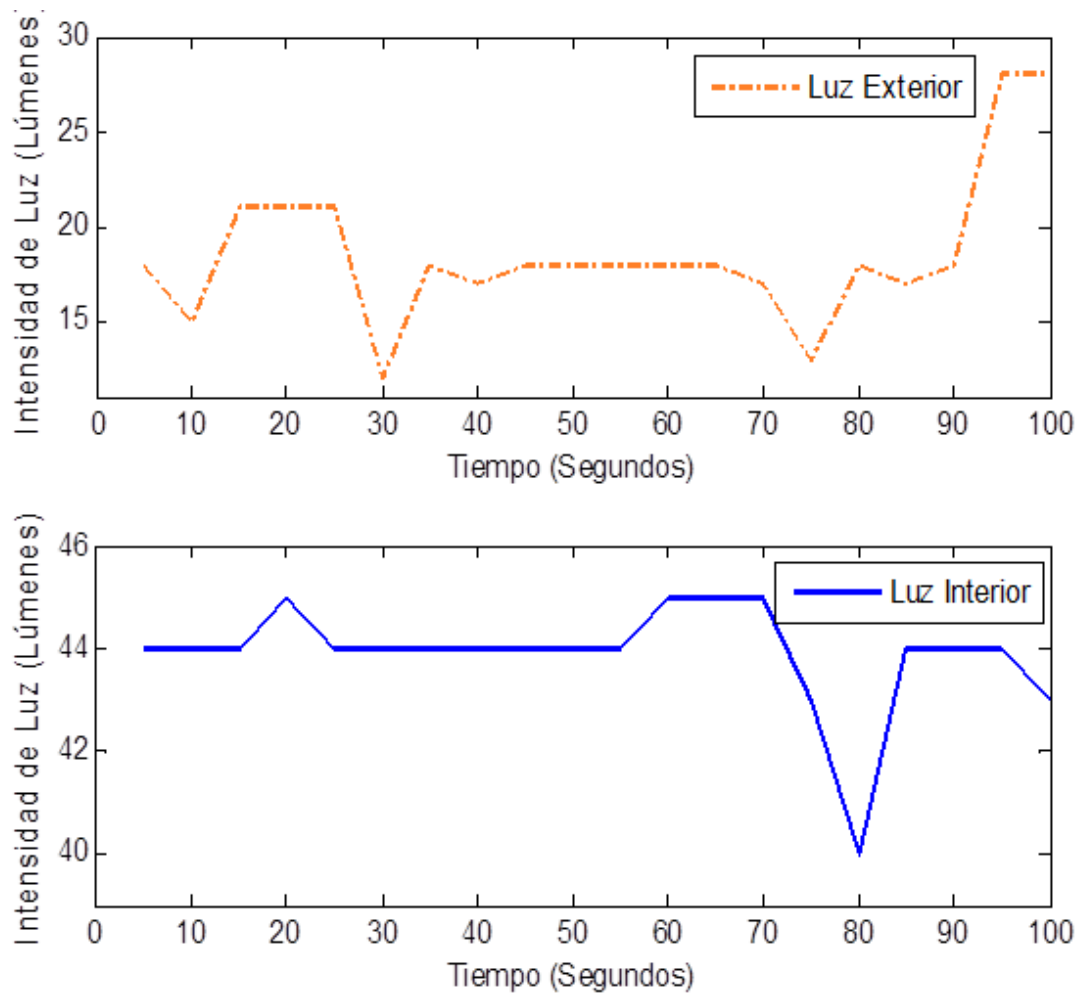
Posteriormente se analizan los tres casos anteriores ahora en graficas en 2D.

Caso1: Ahora tenemos una gráfica en 2D donde se analiza el comportamiento de luz exterior e interior estas medidas en (lúmenes) en base al tiempo en segundos como se muestra en la gráfica 4.4.



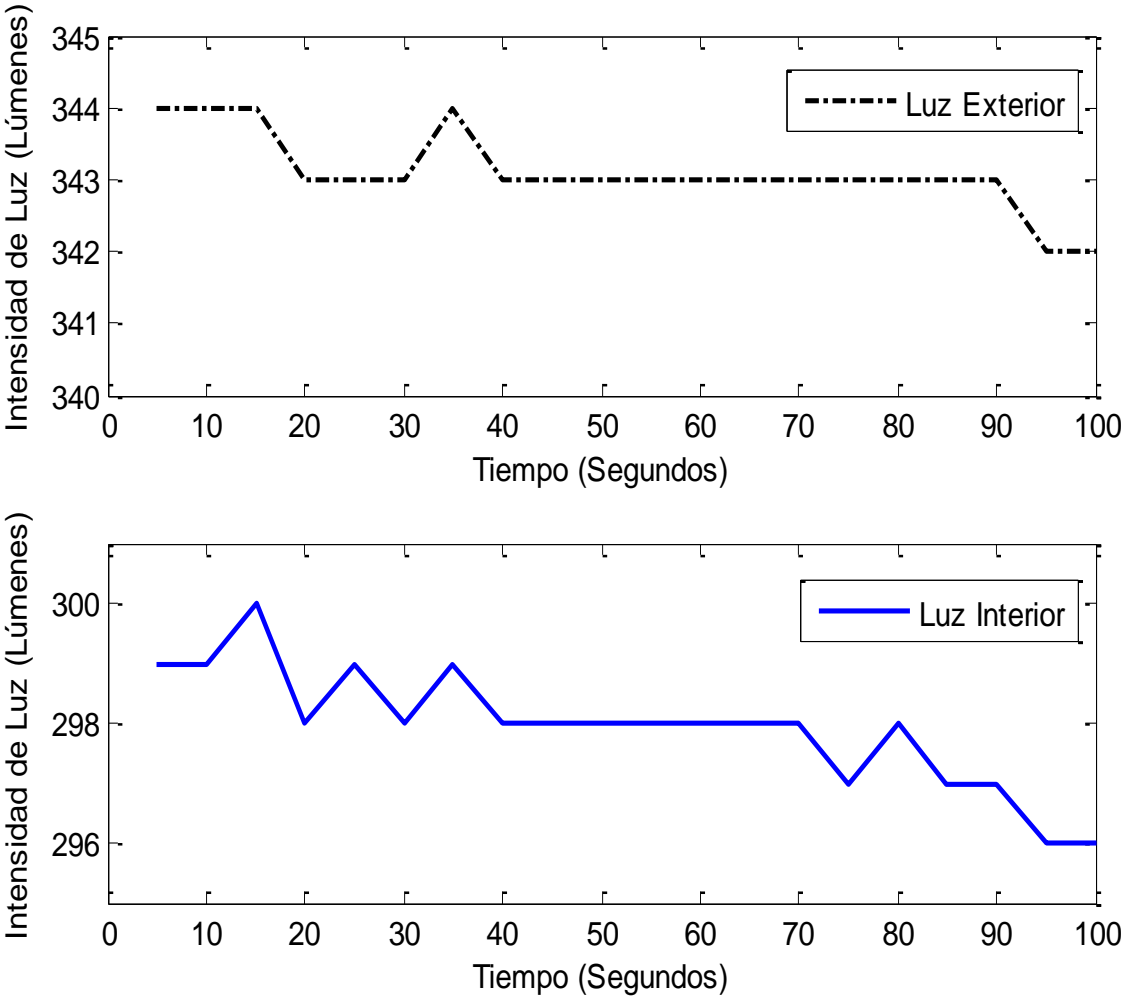
Gráfica en 2D 4.4 Comportamiento de luz exterior e interior medido en segundos caso1.

Caso 2: En el caso dos se muestra un comportamiento diferente ya que estos datos fueron recopilados en un ambiente cuando no hay luz en ambos lugares tanto en el exterior como en el interior estos resultados se graficaron en base al tiempo en segundos como se muestra en la gráfica 4.5.



Gráfica en 2D 4.5 Comportamiento de luz exterior e interior medido en segundos caso2.

Caso 3: A diferencia del caso 1 y 2, para obtener esta gráfica y las anteriores los datos fueron recopilados en un ambiente cuando hay un excedente luz adentro y afuera de la habitación estos datos se muestran en la gráfica 4.6 se nota que la luz en el exterior en un determinado tiempo es estable mientras que en el espacio cerrado dentro de nuestra habitación comienza se estable esto dependiendo del tiempo en que este en función el sistema automatizado.



Gráfica en 2D 4.6 Comportamiento de luz exterior e interior medido en segundos caso 3.

4.4 REFERENCIAS

- [1] C. Lammbert, 1999, "Instalaciones eléctricas en la vivienda" ,Alfaomega grupo editor, S.A de C.V,. ISBN 84-267-0023-3. Pag. 73-76.
- [2] G. E. Harper, 2002 ,“El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión” Editorial Limusa S.A. de C.V. ISBN 968-18-6050-0 Pag. 107-129.
- [3].Wolfgang kastner, Georg neugschwandtner,Stefan Soucek, and h. Michael Newman,june 2005” Communication Systems for Building Automation and Control” ,vol. 93, no. 6, pp. 1178
- [4]. Víctor Manuel Estrada Gardea, Arturo Gallegos Reyes, abril, 2001” Sistema de Seguridad Domótico para uso Doméstico y/o Industrial Conciencia Tecnológica”, núm. 16,Instituto Tecnológico de Aguascalientes México. pp.33-39.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES PARA TRABAJOS FUTUROS.

5.1 INTRODUCCION

En este presente capítulo se mostraran las conclusiones y recomendaciones que se llegaron a lo largo de la elaboración de este proyecto, lo anterior será con el fin de que se le pueda dar continuidad al proyecto y hacerlo más sofisticado y que sea el principio de uno nuevo o la continuidad del mismo.

5.2 CONCLUSIONES

Tras los objetivos propuestos en esta tesis era crear un diseño e implementar un sistema de control de luminosidad usando medidores de lúmenes (foto resistencias), así mismo conocer y estudiar el comportamiento de la luz, verificando esto era posible controlar la luz en un espacio cerrado, fue viable crear un prototipo real y mecánico para comprobar el funcionamiento del sistema como se muestra en las (pág. 52, figura 3.8 y pág. 55, figura 4.1).

Con la construcción del prototipo real se logró simular el control de luminosidad usando persianas tipo reales, así mismo para obtener el control se utilizó la tarjeta de programación ARDUINO (figura 3.3 pág. 48) esta era factible ya que gracias a su lenguaje (c++), puertos de entrada y salida analógicas se pueden generar los ajustes necesarios y cambios en su lenguaje de programación en el momento del control.

El tiempo que transcurre durante el día juega un papel muy importante ya que dependiendo de la luz que hay en diferentes ambientes y la luminosidad dentro de la casa habitación se podía genera el control automático en pocas palabras si no

había luz dentro de la habitación el control empezaba la función del sistema teniéndose una apertura en las persianas, a su vez se le adaptaron dos botones donde el primero es el control manual de luz que regula el usuario de acuerdo a su necesidad y el segundo resetea el sistema y lo retroalimenta para que vuelva a funcionar desde un principio y al pulsarlo por segunda vez simulábamos que hay luz dentro de la habitación por medio de un led y lo retroalimenta para que vuelva a funcionar desde un principio .

Se considera que el control automatizado de persianas es un control sofisticado gracias a esta propuesta podemos mejorar el confort la sociedad en el aspecto de luminosidad y reducir el consumo de energía eléctrica y lo que se paga por ella.

5.3 RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.

Dentro de un proyecto, siempre se desea que haya una mejora del mismo, por lo que se recomienda a futuros estudiantes que tengan interés en el proyecto, puede mejorarse el control haciendo completamente corredizo el sistema de persianas que estas se abran con ayuda de un motor eléctrico para una sola.

Otra recomendación es adaptar el sistema propuesto en un prototipo de tamaño real, para ver su funcionamiento, así mismo garantizar que el sistema tenga la finalidad del confort, ahorro y mayor seguridad, garantizando su plena funcionalidad y que sea el óptimo para el usuario.

Así mismo usar medidores de lúmenes, servomotores de la mejor calidad posible y de bajo costo primordialmente para que en un futuro las personas opten por usar este sistema de control de luminosidad para adaptarlo a cualquier espacio cerrado en el que se encuentre.

Utilizar un micro controlador para guardar el lenguaje de programación y no seguir utilizando la tarjeta ARDUINO.

ANEXOS.

ANEXO 1: PROGRAMAS EN SOFTWARE ARDUINO UTILIZADOS PARA EL CONTROL DEL SISTEMA.



```
servo
#include <Servo.h> //Incluye la Libreria Servo dentro de Arduino
Servo servo_uno; //Nombra un servo dentro de la libreria Servo.h

void setup() {servo_uno.attach(9); } //asigna el servo en puerta 9

void loop() {
  servo_uno.write(0); //coloca el servo en 0 grados
  delay(1000);
  servo_uno.write(30); // coloca el servo en 90 grados
  delay(1000);
  servo_uno.write(60); // coloca el servo en 180 grados
  delay(1000);
  servo_uno.write(90); // coloca el servo en 90 grados
  delay(1000);
  servo_uno.write(120); // coloca el servo en 90 grados
  delay(1000);

  servo_uno.write(150); // coloca el servo en 90 grados
  delay(1000);

  servo_uno.write(180); // coloca el servo en 90 grados
  delay(1000);
  servo_uno.write(150); // coloca el servo en 90 grados
  delay(1000);
  servo_uno.write(120); // coloca el servo en 90 grados
  delay(1000);
  servo_uno.write(90); // coloca el servo en 90 grados
  delay(1000);
}
```



prgrama_principal_final_okkkkkkkkkkkkkkkkkkk

```
#include<Servo.h>

Servo servo_uno;

int foto_int=0;
int foto_ext=1;
int boton1=2;
int v_cal=50;
int cont=0;
int boton2=4;
int relayPin=12;          //Pin 12con control PWM

void setup(){servo_uno.attach(3);   Serial.begin(9600);   pinMode(relayPin,OUTPUT); }

void loop(){

    int v_int = analogRead(foto_int); v_int=1023-v_int;   Serial.print("luz_int ");   Serial.println(v_int);
    int v_ext = analogRead(foto_ext); v_ext=1023-v_ext;   Serial.print("luz_ext ");   Serial.println(v_ext);
    Serial.print("contador ");   Serial.println(cont);
    Serial.print("v_cal ");   Serial.println(v_cal);

    Serial.println("_____");
```



```

if (digitalRead(boton1)==HIGH) {v_cal = analogRead(foto_int); v_cal=1023-v_cal; Serial.print("luz_cal_Usu "); Serial.println(v_cal); }

if (digitalRead(boton2)==HIGH) {v_cal = 50; Serial.print("luz_cal_Est "); Serial.println(v_cal); }

//if (digitalRead(boton)==LOW) {v_cal = 28; Serial.print("luz_cal_Est "); Serial.println(v_cal); }

if (v_cal < v_int) {cont=cont-1; }; if (cont==11) {cont=10; };

if (v_cal > v_int) {cont=cont+1; }; if (cont==1) {cont=0; };

servo_uno.write(cont*12);

digitalWrite(relayPin,LOW);

};

if (v_ext < v_cal) {servo_uno.write(0); digitalWrite(relayPin,HIGH);}

delay(3000);

```



Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda



prgrama_concurso

```
#include<Servo.h>

Servo servo_uno;

int foto_int=0;
int foto_ext=1;
int boton1=2;
int v_cal=20;
int cont=1;
int boton2=4;
int relayPin=12;          //Pin 12con control PWM

void setup(){servo_uno.attach(3);   Serial.begin(9600);   pinMode(relayPin,OUTPUT); }

void loop(){
  int v_int = analogRead(foto_int); v_int=1023-v_int;   Serial.print("luz_int ");   Serial.println(v_int);
  int v_ext = analogRead(foto_ext); v_ext=1023-v_ext;   Serial.print("luz_ext ");   Serial.println(v_ext);
  Serial.print("contador ");   Serial.println(cont);
  Serial.print("v_cal ");   Serial.println(v_cal);
  Serial.println("_____");

  if (v_ext > v_cal)   {

  if (v_ext> 0 ) {cont=12; };
  if (v_ext> 70 ) {cont=12; };
  if (v_ext> 140) {cont=11; };
  if (v_ext> 210) {cont=10; };

  if (v_ext> 70 ) {cont=12; };
  if (v_ext> 140) {cont=11; };
  if (v_ext> 210) {cont=10; };
  if (v_ext> 280) {cont=9; };
  if (v_ext> 350) {cont=8; };
  if (v_ext> 420) {cont=7; };
  if (v_ext> 490) {cont=4; };
  if (v_ext> 560) {cont=3; };
  if (v_ext> 630) {cont=2; };
  if (v_ext> 700) {cont=1; };

  servo_uno.write(cont*12+5);

  digitalWrite(relayPin,LOW);

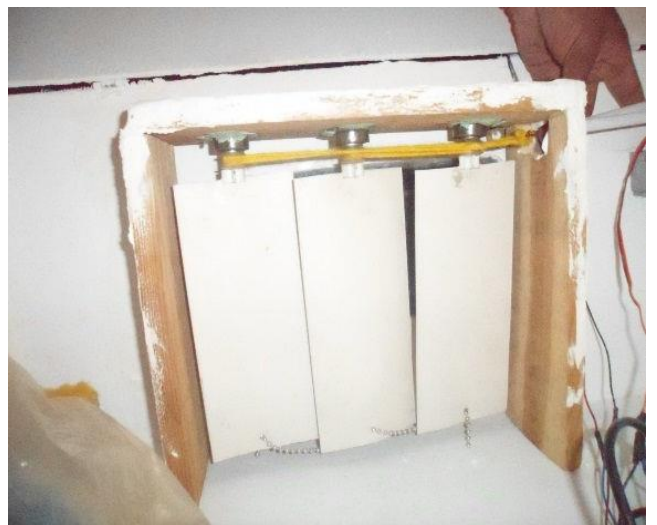
};

  if (v_ext < v_cal)   {servo_uno.write(1); digitalWrite(relayPin,HIGH);}

  if (digitalRead(boton2)==HIGH) { v_cal=2000; servo_uno.write(1); digitalWrite(relayPin,HIGH);   }
  //
  if (digitalRead(boton1)==HIGH) { v_cal=50;   }

  delay(2000);
}
```


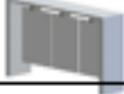
ANEXO 2: FOTOGRAFÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO REAL.





ANEXO 3:

En la siguiente tabla, se detallan los materiales a utilizar, así como los costos de cada uno de estos para un prototipo a escala.

Número	Cantidad	Concepto	Costo Unitario	Total
1	1	Tarjeta arduino 	\$500	\$ 500
2	2	Fotorresistencias	\$15	\$ 30
3	1	Protoboard	\$100	\$ 100
4	40	Cables dupòn	\$300	\$ 300
5	4	Mini poleas de plástico(bobinas)	\$100	\$ 100
6	4	Resistencias de 10 kohms 	\$10	\$ 40
7	2	Botones punch botón	\$15	\$ 30
8	4	Rodamientos (valeros)	\$35	\$ 140
9	1	Servomotor 	\$300	\$ 300
10	2	Madera para construcción de prototipo	\$150	\$ 300
11	1	Yeso para interiores de prototipo	\$150	\$ 150
12	1	Herramientas de sujeción (clavos, pijas, bisagras)	\$100	\$ 100
13	1	Pintura (tinner, brochas)	\$200	\$ 200
14	4	Persianas 	\$150	\$150
			Total	\$ 2,440

ANEXO 4: CÓDIGOS EN MATLAB UTILIZADOS PARA GRAFICAR.

CODIGOO 1 grafica en 3D 1

```
cont=[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20];
luz_inter=[46,47,47,47,46,47,46,46,46,46,46,46,46,46,46,46,46,46,46,46];
luz_ext=[396,396,396,396,395,395,395,395,395,395,394,395,394,394,394,394,394,394,394,394];

base=[cont.' luz_inte.' luz_ext.'];

% plot3(cont,luz_ext,luz_inter,':>');

plot3(cont,luz_ext,luz_inter,'r-','Color',[0.2 0.2
0.2],'LineWidth',4,...
      'MarkerEdgeColor','k',...
      'MarkerFaceColor','k',...
      'MarkerSize',5)

hold on
set(gcf,'Color',[1,1,1])
%.....
set(gca,'FontName','Arial','FontWeight','bold')
% set(legend(' ',3),'FontWeight','bold','fontSize',12)
% legend('boxoff',4)
% set(gca,'FontName','Times New Roman','FontWeight','bold')
set(xlabel('Medición'),'fontSize',12,'FontWeight','bold')
set(ylabel('Luz exterior
(lúmenes)'), 'fontSize',12,'FontWeight','bold')
set(zlabel('Luz interior
(lúmenes)'), 'fontSize',12,'FontWeight','bold')
grid on
```

CODIGOO 2 grafica en 3D 2

```
cont=[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20];
luz_inte=[44,44,44,45,44,44,44,44,44,44,44,44,45,45,45,43,40,44,44,44,4
3];
luz_ext=[18,15,21,21,21,12,18,17,18,18,18,18,18,17,13,18,17,18,28,28
];

base=[cont.' luz_inte.' luz_ext.'];

% plot3(cont,luz_ext,luz_inter,':>');

plot3(cont,luz_ext,luz_inter,'r-','Color',[0.2 0.2
0.2],'LineWidth',4,...
      'MarkerEdgeColor','k',...
      'MarkerFaceColor','k',...
      'MarkerSize',5)

hold on
set(gcf,'Color',[1,1,1])
%.....
set(gca,'FontName','Arial','FontWeight','bold')
% set(legend(' ',3),'FontWeight','bold','fontsize',12)
% legend('boxoff',4)
% set(gca,'FontName','Times New Roman','FontWeight','bold')
set(xlabel('Medición'),'fontsize',12,'FontWeight','bold')
set(ylabel('Luz exterior
(lúmenes)'), 'fontsize',12,'FontWeight','bold')
set(zlabel('Luz interior
(lúmenes)'), 'fontsize',12,'FontWeight','bold')
grid on
```

CODIGOO 3 grafica en 3D 3

```
cont=[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20];
luz_inte=[299,299,300,298,299,298,299,298,298,298,298,298,298,298,29
7,298,297,297,296,296];
luz_ext=[344,344,344,343,343,343,344,343,343,343,343,343,343,343,343
,343,343,343,342,342];

base=[cont.' luz_inte.' luz_ext.'];

% plot3(cont,luz_ext,luz_inter,':>');

plot3(cont,luz_ext,luz_inter,'r-','Color',[0.2 0.2
0.2],'LineWidth',4,...
      'MarkerEdgeColor','k',...
      'MarkerFaceColor','k',...
      'MarkerSize',5)

hold on
set(gcf,'Color',[1,1,1])
%.....
set(gca,'FontName','Arial','FontWeight','bold')
% set(legend('',3),'FontWeight','bold','fontsize',12)
% legend('boxoff',4)
% set(gca,'FontName','Times New Roman','FontWeight','bold')
set(xlabel('Medición'),'fontsize',12,'FontWeight','bold')
set(ylabel('Luz exterior
(lúmenes)'),'fontsize',12,'FontWeight','bold')
set(zlabel('Luz interior
(lúmenes)'),'fontsize',12,'FontWeight','bold')
grid on
```


ANEXO 5: PROTOCOLO DE INVESTIGACION PARA CONCURSO DE FERIA MEXICANA DE CIENCIAS E INGENIERIAS 2014 (COMECYT).



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

UNIDAD ACADÉMICA PROFESIONAL TIANGUISTENCO



FERIA MEXICANA DE CIENCIAS E INGENIERÍAS 2014

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN
MEDIANTE SENSORES FOTORECEPTORES PARA SU USO EN LA
DOMOTICA**

Área de conocimiento: Ingeniería Eléctrica y Mecánica.

Nombre del estudiante: Miguel Ángel Hernández Epigmenio.

Nombre y firma del asesor: Dra. Irma Martínez Carrillo.

Asesor externo: Dr. Carlos Juárez Toledo

Abril 2014.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	3
2. ANTECEDENTES.....	4
3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA O PREGUNTA A RESPONDER.....	5
4. JUSTIFICACIÓN.....	6
5. OBJETIVOS.....	7
6. HIPÓTESIS O META DE INGENIERÍA	7
7. MARCO TEÓRICO	8
8. PROCEDIMIENTOS.....	9
9. RESULTADOS PARCIALES	11
10. CONCLUSIONES PARCIALES.....	16
11. CRONOGRAMA.....	17
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

I. RESUMEN

Actualmente un tema de interés es la búsqueda de alternativas para aprovechar al máximo las energías naturales particularmente la energía solar. Es por ello que en este trabajo se propone un sistema de control de iluminación mediante sensores foto receptores.

El uso principal se basó en la domótica aunque por la facilidad de su implementación el prototipo puede ser adaptado a cualquier espacio cerrado, ya que por sus características físicas y de funcionalidad proporciona un sistema sencillo de control de apertura o cierre de persianas automatizadas que permitirá mantener iluminado un espacio cerrado.

El proyecto se centra en la aplicación de métodos y técnicas de análisis de la teoría de sistemas dinámicos y control moderno para sistemas eléctricos y mecánicos retroalimentados, como principal característica regular una señal de salida de iluminación requerida con respecto a una señal de iluminación registrada. Bajo estos principios y técnicas, se propone implementar el sistema de control en un prototipo con características similares a una casa habitación de tal forma que permitirá registrar y documentar datos históricos para conocer sobre la viabilidad de este proyecto.

La finalidad es entonces la de disminuir el máximo posible el consumo de energía eléctrica comercial.

II. ANTECEDENTES

Ante el crecimiento de la población mundial las prácticas de consumo han evolucionado constantemente lo que ha provocado un cambio radical en la forma de manufacturar y transformar el producto mediante algún tipo de energía principalmente eléctrica, lo que ha contribuido a ser una problemática social de índole mundial, ya que su generación requiere de grandes insumos de combustibles fósiles que se encuentran de forma natural en zonas geográficas específicas y que su tendencia es a escasear [1].

En los últimos años muchos países han creado diversas innovaciones para el ahorro de energía debido a la necesidad de reducir costos en beneficio a la economía y al medio ambiente [2-5]. Entre los más exitosos son:

1. Colocación de cortinas o persianas que bloquean el paso de la iluminación exterior

2. Apagadores y controladores de intensidad de luz que reducen la energía eléctrica que se utiliza. Hoy en día la automatización ha venido acompañada con la seguridad de la usuario en sus bienes y los de familia, propiciando que se desarrollen técnicas sofisticadas de automatización y protección para su uso en la domótica que usualmente utilizan señales o enlaces inalámbricos entre procesadores, actuadores y sensores ya que su sencillez y sofisticación para su uso ha expedido a que sean más usuales para la gestión de iluminación y de otros servicios lo que permite que los procesos se realicen en una forma más rápido y eficiente [6-8]. El control e instalación de iluminación en una habitación se compone básicamente de un lámpara de iluminancia variable y un persiana accionada por un motor a pasos y de sensores de iluminancia (uno para iluminancia exterior y uno para interior), basados en celdas foto reductivas, lográndose la regulación de la iluminación interior con aportes de luz exterior que pueden entrar por las persianas, y de la luz variable de la lámpara [9,13].

III. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA O PREGUNTA A RESPONDER

La importancia del cuidado del medio ambiente para contribuir a prevenir el calentamiento global es un tema de interés y ocupación global de todos los individuos por tal motivo el gobierno federal y la Secretaria de energía (SENER) publicaron la iniciativa para el desarrollo de las energías renovables en México en noviembre de 2012, en donde da a conocer que el 80% de la demanda de energía mundial se abastece con combustibles fósiles, no siendo de diferente forma para México ya que de igual forma genera un porcentaje mayor del (80%) de energía proviene de energía fósil [1].

El principal motivo del uso de la energía fósil es debido a que este tipo de energía se suministra de forma relativamente fácil pero es la principal contaminante del ambiente, es por ello que para satisfacer los requerimientos que la sociedad actual demanda, es necesario fomentar una cultura de cuidado y uso adecuado de energía eléctrica [6], [9] .

En este proyecto se propone la implementación de un sistema de persianas retroalimentadas que regulen la iluminación de un espacio cerrado de forma automática, regulando la intensidad de luz hasta el punto que la luz exterior no sea suficiente para iluminar adecuadamente un área y como última opción se permite el encendido automático de luminarias.

Pregunta a responder

¿Es posible realizar un control automático, autónomo y retroalimentado que regule la intensidad de luz exterior por medio de la apertura y cierre de persianas?

IV. JUSTIFICACIÓN

La principal justificación es que un sistema como el que propone podría ayudar a disminuir la electricidad que se usa para la iluminación dentro de los espacios cerrados logrando con ello:

1. Un ahorro significativo de energía eléctrica
2. Disminución de gases contaminantes que se producen por la generación de electricidad
3. Confort en la iluminación de espacios cerrados

Como caso muestra tomamos la habitación de un hotel debido a que la energía eléctrica que se consume en estos lugares es muy alta que es una práctica de los huéspedes el desperdicio de luz en los cuartos, un proyecto como el que se presenta podría ahorrar grandes cantidades de energía en los hoteles y presentando a la vez un confort extra para el huésped.

Cuantas veces, cuando nos hospedamos en un hotel es de mucha incomodidad estar abriendo y cerrando manualmente las persianas de las ventanas, en ese tiempo que tardamos en estar abriendo y cerrando podríamos emplearlo en otra cosa, es de mucha confiabilidad usar nuestra energía solar para favorecer nuestra necesidades .

Con la programación y automatización de las persianas la sociedad tendrá todavía más confort dentro de su lugar de hospedaje ya que estas se abrirán y se cerrarán de manera automática con ayuda de la luz solar.

V. OBJETIVOS

El objetivo fundamental de este trabajo es el desarrollo de una técnica de control de luminosidad en una habitación con características conocidas, mediante la teoría de control moderno y sistemas autónomos comerciales.

Otros objetivos específicos que se persiguen son:

- Estudiar y conocer la propagación de la luz dentro de una habitación con características específicas.
- Diseñar un mecanismo mecánico y eléctrico para persianas que se desplaza de forma horizontal.
- Implementar el sistema propuesto para la automatización de un prototipo real.

VI. HIPÓTESIS O META DE INGENIERÍA

Una hipótesis para este trabajo es la posibilidad de controlar accesos de luz solar en una casa habitación por medio de un sistema de tecnología automatizado de bajo costo como lo son el servo motores y la foto-receptores como se muestra en la figura 1.

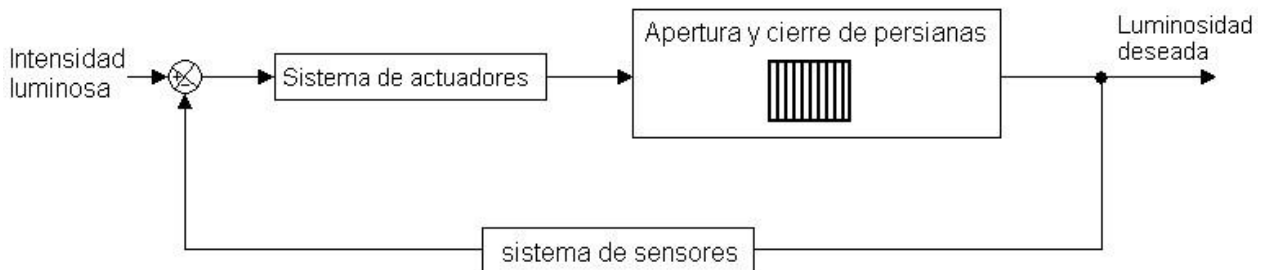


Figura 1 Sistema autónomo de apertura y cierre de persianas.

La idea general consta en controlar el acceso de la luz solar por medio de foto-receptores estos estarán censando la luz dentro de una habitación así mismo con la automatización de la apertura de las persianas será utilizando posibles utilizar un servomotor.

Por medio de ARDUINO una tarjeta dinámica de fácil programación basada en el micro controlador ATM que tiene la capacidad de tener varias entradas y salidas para realizar el control de apertura y cierre de persianas.

VII. MARCO TEÓRICO

El desarrollo de este proyecto se basa en la aplicación de diversos conceptos de la teoría de dinámica de sistemas y control moderno. A continuación se describen brevemente, los conceptos utilizados [5], [4].

Señal de entrada: Es el valor de ajuste o valor guía, entrega al sistema de control el valor deseado de la variable regulada.

Controlador automático: Dispositivo cuya función es comparar el valor real de la salida de la planta con la entrada de referencia, determina el error y produce una señal de atenuación que reduce la desviación de error o la disminuye a cero [7].

Amplificador: Dispositivo que amplifica la amplitud o intensidad de una señal de entrada de referencia.

Actuador: Es un dispositivo capaz de transformar la energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de una acción para originar un efecto sobre el proceso.

Sensor: Elemento de medición de error en el entorno.

Señal de salida: Señal regulada o valor real, indica el valor actual que tiene la señal que se está controlando.

La figura 2, muestra el procedimiento a seguir en el desarrollo del proyecto.

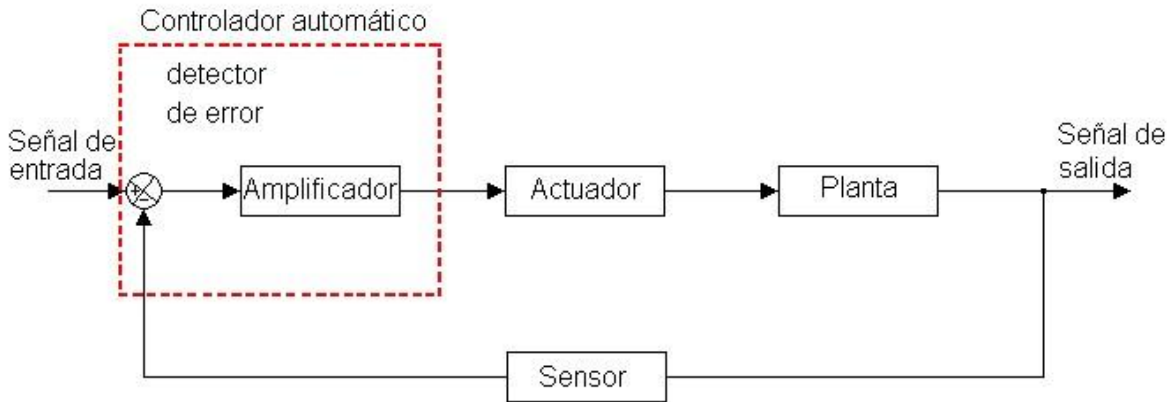


Figura 2. Componentes básicos de un sistema de control [4].

VIII. PROCEDIMIENTOS

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto propuesto se llevara a cabo mediante el siguiente procedimiento:

- 1. Documentación bibliográfica:** Para conocer la existencia de métodos y técnicas similares a la propuesta.
- 2. Selección de material:** Clasificación de dispositivos de control, eléctricos y mecánicos con características específicas para crear el sistema control de iluminación
- 3. Diseño de control autónomo:** Para crea una interfaz con una tarjeta (arduino) comercial.
- 4. Calibración de parámetros de luminosidad:** Para regular los dispositivos de luminosidad dentro de una habitación con características específicas y delimitar de manera óptima un espacio adecuado para su implementación.
- 5. Experimentación y resultados:** Puesta en marcha del sistema de iluminación propuesto en un prototipo de vivienda convencional para conocer datos históricos registrados en un periodo de tiempo y conocer su funcionalidad.
- 6. Conclusiones:** Finalmente, la obtención de conclusiones basadas en el análisis de la experimentación y resultados aplicados al desarrollo del sistema de control de

iluminación para conocer su funcionalidad y dar pauta e invitar a seguir innovando y creando nuevas ideas que sirvan a futuro y beneficien a nuestra sociedad.

El procedimiento llevado a cabo, se muestra en la figura 3.

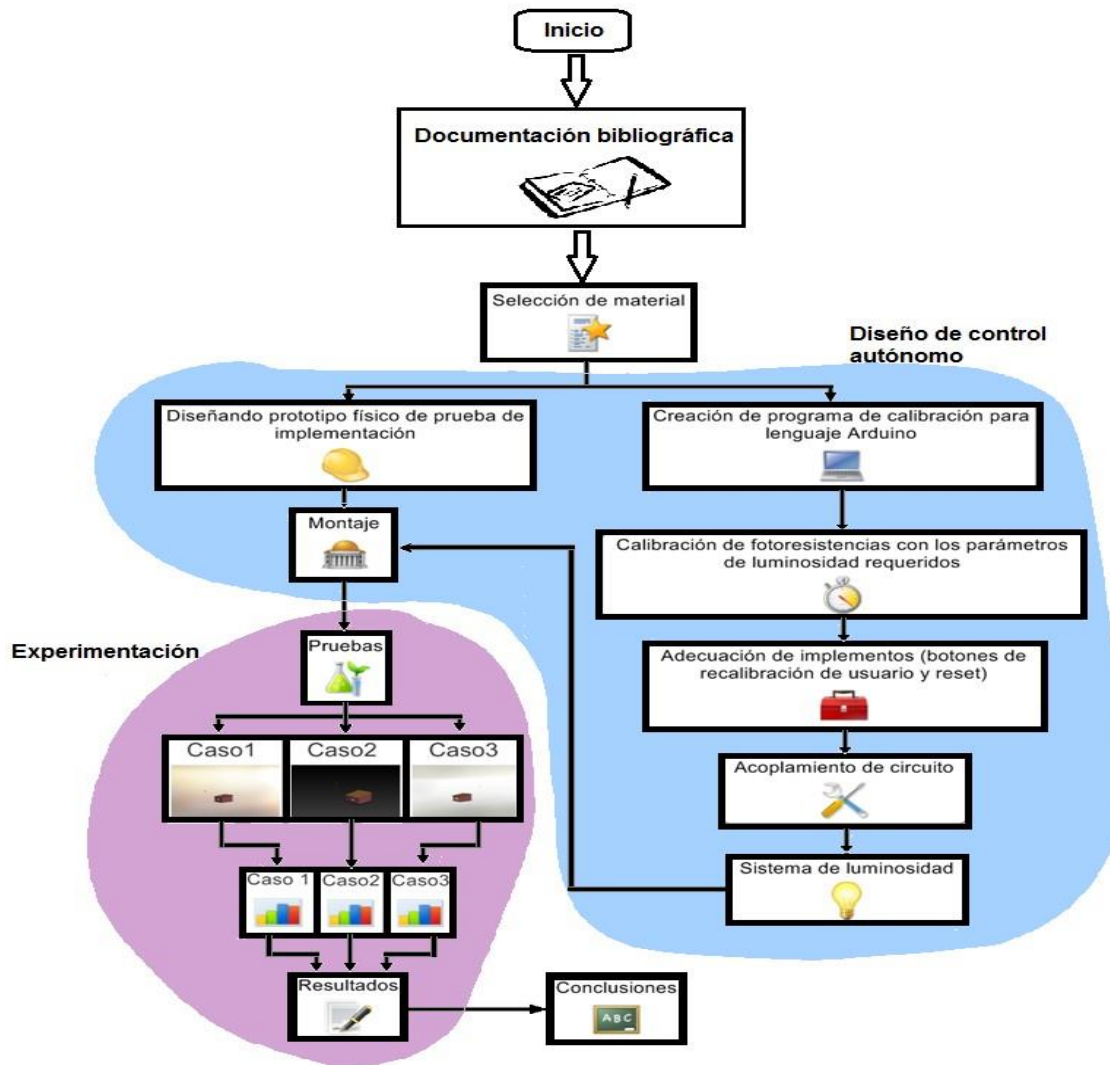


Figura 3. Diagrama de procedimiento del desarrollo del sistema de iluminación para prototipo casa habitación

IX. RESULTADOS Y CONCLUSIONES PARCIALES.

Las pruebas que se realizaron y los resultados obtenidos primordialmente, fueron hechos con diferentes ambientes de iluminación, para la obtención de los datos captados por las fotorresistencias fue necesario realizar una interfaz con una tarjeta comercial (arduino) y lenguaje de programación mediante el puerto serial de una computadora, como se ilustra en la figura 4.

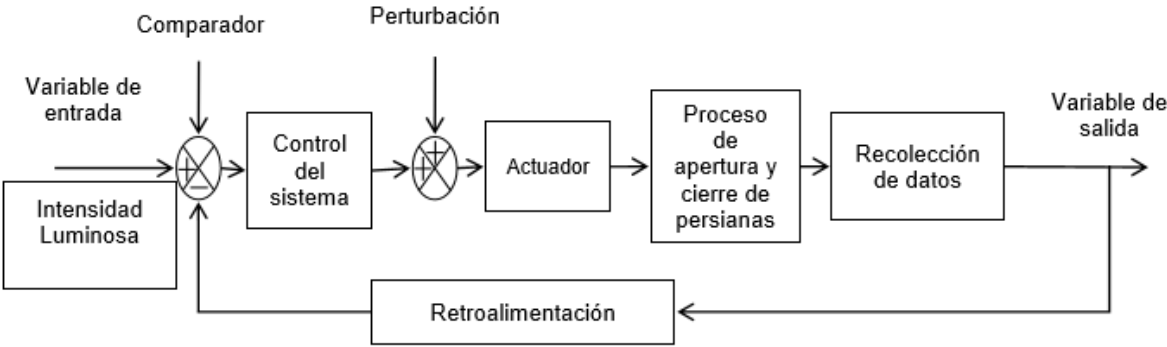


Figura 4. Diagrama de bloques del sistema de control de iluminación propuesto.

Para verificar la funcionalidad de sistema de control de iluminación propuesto, se consideraron tres casos, los cuales a continuación se describen:

Caso1: Los datos recopilados para este caso, fueron realizados al amanecer cuando el sol inicia a enviar los primeros rayos de intensidad luminosa, como se muestra en la figura 5.

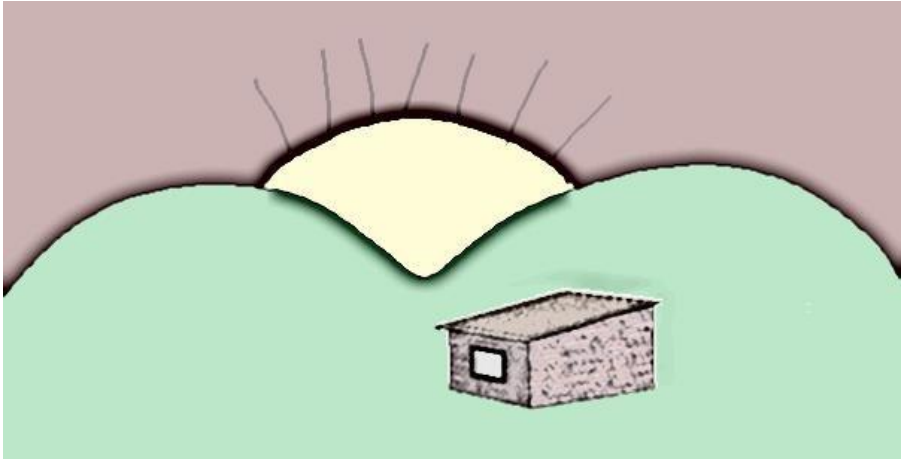


Figura 5. Modelo correspondiente a la prueba uno.

Caso 2: Los datos recopilados para el segundo caso están basados donde no hay luz exterior ni luz interior, la prueba se realiza durante la noche por lo tanto se provoca que encienda un led en el interior como respuesta por la ausencia de luz, la simulación correspondiente se muestra en la figura 6.

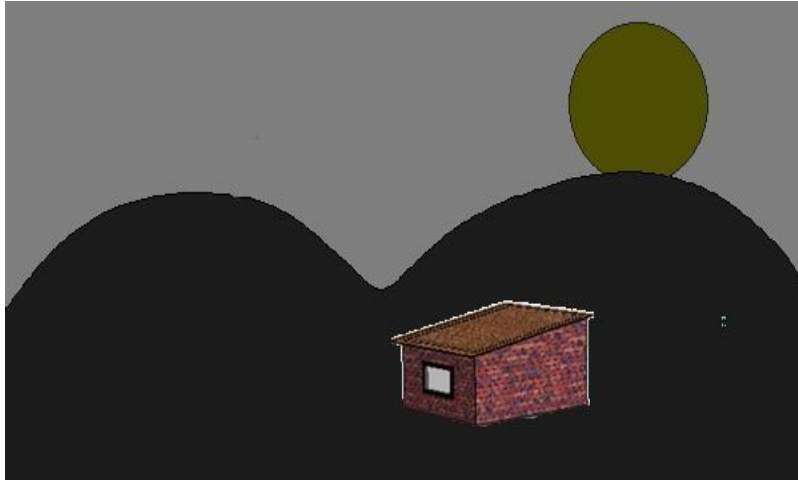


Figura 6. Modelo correspondiente a la prueba dos.

Caso 3: Los datos recopilados para el tercer caso están basados cuando existe luz exterior y luz interior, la prueba se realiza en un ambiente soleado, lo que concierne a un día con mucho sol, la simulación correspondiente se muestra en la figura 7.

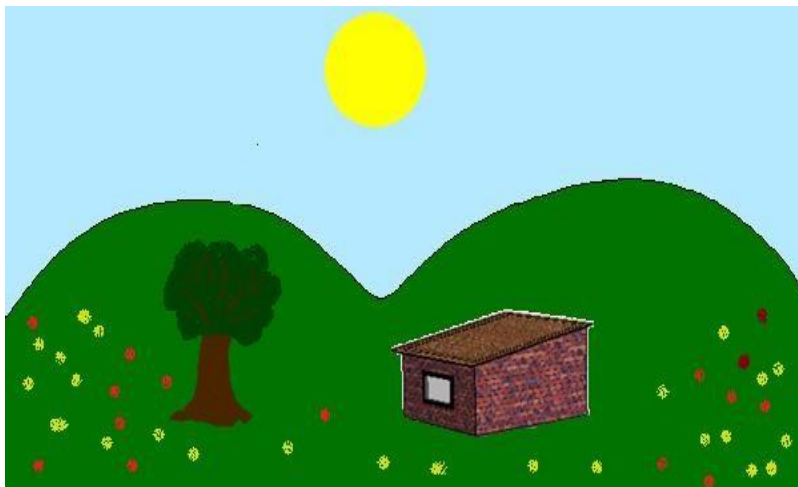


Figura 7 Modelo correspondiente a la prueba tres.

Los datos presentados en la tabla 1, muestran el comportamiento dentro de la casa habitación del prototipo de todas las pruebas, siendo los resultados obtenidos los siguientes:

Tabla 1

Datos sobre la medición de luz interior y exterior en el prototipo de los diferentes casos.

Medición	Caso 1		Caso 2		Caso 3	
	Luz interior (lúmenes)	Luz exterior (lúmenes)	Luz interior (lúmenes)	Luz exterior (lúmenes)	Luz interior (lúmenes)	Luz exterior (lúmenes)
1	46	396	44	18	299	344
2	47	396	44	15	299	344
3	47	396	44	21	300	344
4	47	396	45	21	298	343
5	46	395	44	12	299	343
6	47	395	44	18	298	343
7	46	395	44	17	299	344
8	46	395	44	18	298	343
9	46	395	44	18	298	343
10	46	395	44	18	298	343
11	46	394	44	18	298	343
12	46	395	44	18	298	343
13	46	394	45	17	298	343
14	46	394	45	13	298	343
15	46	394	43	18	297	343
16	46	394	40	17	298	343
17	46	394	44	28	297	343
18	46	394	44	17	297	343
19	46	394	44	28	296	342
20	46	394	43	28	296	342

De acuerdo a la tabla 1, los resultados fueron procesados en lenguaje Matlab para obtenerse las gráficas 1, 2 y 3 que se muestran a continuación, en dichas gráficas se visualiza más a detalle el comportamiento de los datos de luz interior y exterior del prototipo de estudio.

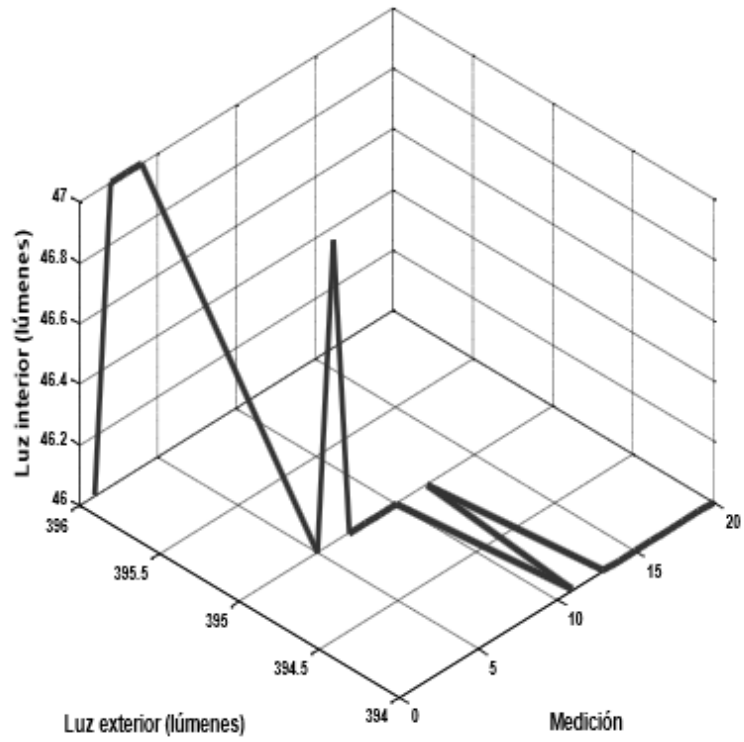


Figura 8. Comportamiento de luz interior y exterior caso 1.

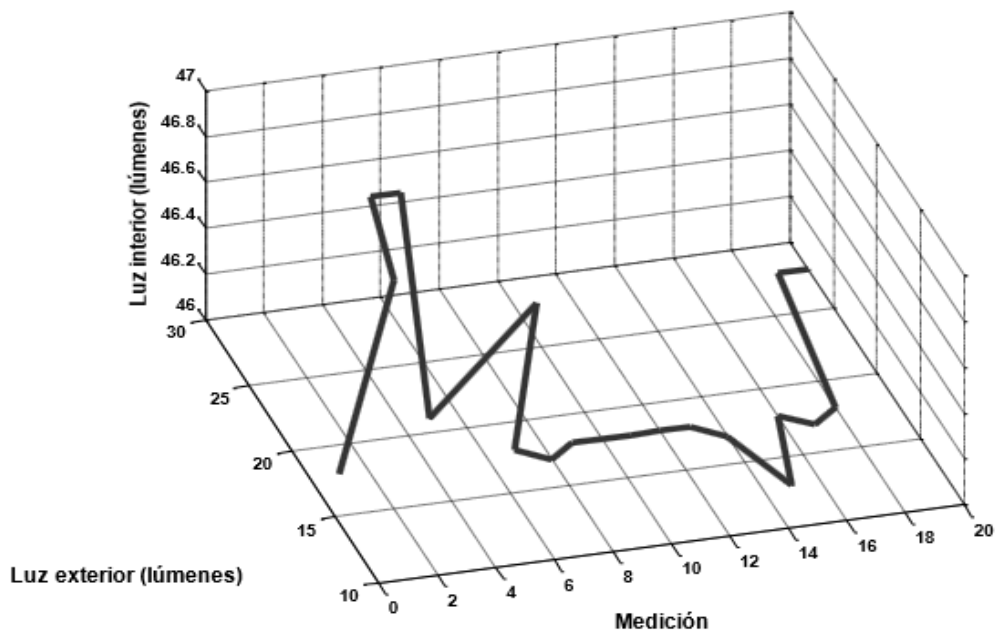


Figura 9. Comportamiento de luz interior y exterior caso 2.

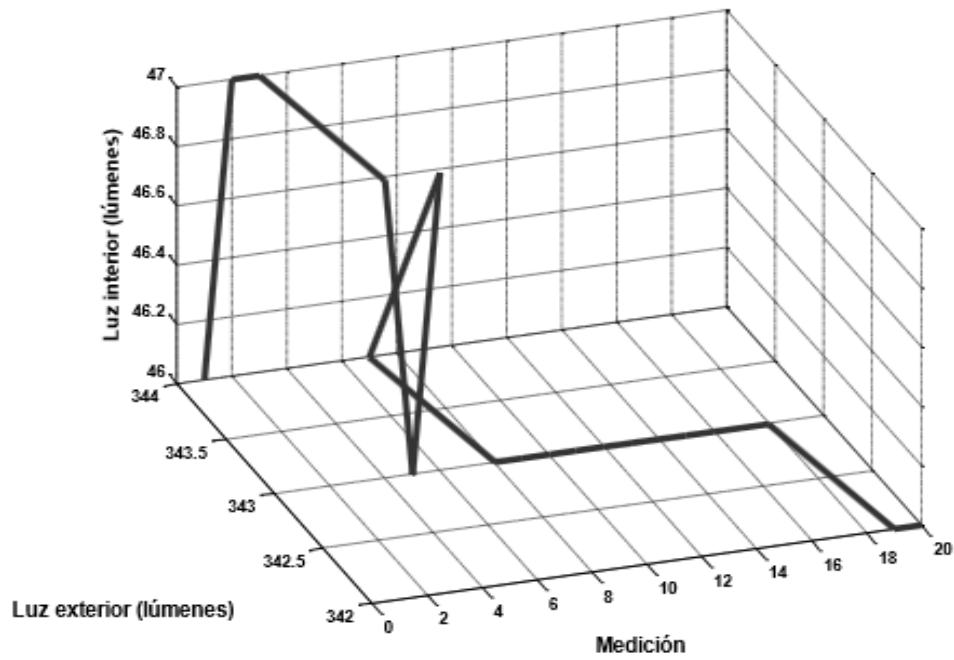


Figura 10. Comportamiento de luz interior y exterior caso 3.

Tras haber obtenido datos en diferentes ambientes de luminosidad cabe mencionar que los resultados son los apropiados para el control de nuestro sistema autónomo de persianas, gracias a estos se puede percibir el cambio de luz durante el transcurso del día.

X. CONCLUSIONES PARCIALES

Como se puede observar el comportamiento de la luz interior en las gráficas de las tres pruebas realizadas, no sufre de gran variación por lo que se podría concluir que en el interior de la habitación se maneja en promedio el mismo flujo de lúmenes, a pesar de que en la prueba dos hay una disminución de luz en el interior y en el exterior lo que simula la habitación en un horario nocturno, la reacción en el interior se ve reflejada al prender un foco, este fenómeno no interfiere mucho en el flujo de lúmenes ya que el LED que es accionado por la falta de luz produce una mínima variación del flujo interior de lúmenes.

De esta manera podríamos decir que en un determinado tiempo la luz permanece constante durante un plazo de tiempo, en los lapsos donde varea y regresa a un estado de estabilidad se podría determinar el control de luz dentro del prototipo de la casa habitación dependiendo de cada usuario.

XI.CRONOGRAMA

A continuación se detallan el proceso de desarrollo de la investigación escritura y titulación proponiendo un periodo de 10 meses.

Actividades	enero	Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre						
	Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Obtención de información bibliográfica																																								
Selección de los parámetros de luminosidad dentro de una habitación.																																								
Diseño de un control autónomo (programación en tarjeta arduino) para la luminosidad en la habitación.																																								
Experimentación																																								
Obtención y validación de datos y resultados																																								
Escritura del proyecto																																								

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Gobierno Federal, SENER, Iniciativa para el desarrollo de Las energías renovables en México, 2012.
- [2]. Pacheco N.J., Juarez C and Martinez I, “Análisis Dinámico de la Estabilidad Usando Interpolación de Alto Orden”, para Ingeniería Investigación y Tecnología de la UNAM, Volumen 13, Octubre 2012, paginas 451-460, ISSN 1405-7743.
- [3]. J. García, C. Juárez, I. Martínez, C.Castillo,” Energy Loss Analysis of the Inter-Area Mode Using TV-OMIB Equivalent”, en el IV CIBELEC 2010 y las V JIELECTRIC 2010 Merida,Venezuela, ISBN: 978-980-7185-1.
- [4]. A. Campuzano, C. Juarez and I. Martinez, “Grinding Machine Control Using Motion of Trajectory Analysis of Algebraic Differentiation”, 2013 International Conference on Mechatronics, Electronics and Automotive Engineering, Noviembre 2013, Cuernavaca, Morelos, México, ISBN:978-1-4799-2252-9.
- [5]. C. J. Toledo, I. Martínez e I. H. Casco, “Agrupamiento de Partículas Usando Caracterización de la Trayectoria”, Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2014. Multidisciplinario, abril 2014, en Guanajuato, México, ISBN 978-607-95635.
- [6]. J. A. Sánchez, “Instrumentación y control básico de procesos”, Ediciones Díaz de Santos, 2013, ISBN 8499695051.
- [7].J. L. V. Labarta, “Automatismos Industriales”, Editorial Donostiarra Sa, 2012, ISBN 8470634690.
- [8]. G. Higuera Andres, 2006 “El control automático en la industrial,” Universidad de castilla, Editorial La Mancha,.pp.17 -22
- [9]. Miriam Zuk, Verónica Garibay, Rodolfo Iniestra, Maria Tania López, 2006 “Introducción a la evaluación de los impactos de las termoeléctricas de México”, Instituto Nacional de Ecología, .pp.13
- [10]. Oscar F. Aviles S., Jose Fernando Castro Domótica: 2001 “Control de instalaciones con pc Ciencia e Ingeniería Neogranadina”, núm. 10, Universidad Militar Nueva Granada Colombia pp. 85-92.
- [11]. J.C. Calloni, 2011, “Curso básico de domótica”. Editorial Alsina Buenos Aires. ISBN 978-950553-217-9. Pag. 42.
- [12] C. Lammbert, 1999, “Instalaciones eléctricas en la vivienda” ,Alfaomega grupo editor, S.A de C.V., ISBN 84-267-0023-3. Pag. 73-76.
- [13] G. E. Harper, 2002 ,“El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión” Editorial Limusa S.A. de C.V. ISBN 968-18-6050-0 Pag. 107-129.

El Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología

Hace constar que el proyecto:

Diseño de un sistema de control de iluminación mediante sensores fotoreceptores para su uso en la domotica

Con número de folio 1655-2014, ha sido dictaminado como Aprobado en la primera fase de la Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías 2014 Estado de México

