



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO
DE HIDALGO**

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

CONTROL REMOTO DE VENTANAS AUTOMÁTICAS

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

P R E S E N T A
A L E J A N D R O J A R I L L O S I L V A

ASESORES DE TESIS

DR. LUIS ENRIQUE RAMOS VELASCO

ING. FRANCISCO MORALES JIMÉNEZ

PACHUCA DE SOTO, HIDALGO. ABRIL DE 2007

Agradecimientos

A mis padres, hermanos y familiares.

A mis asesores de tesis, Dr. Luis Enrique Ramos Velasco e Ing. Francisco Morales Jiménez.

A mis camaradas Jaqueline, Jorge, Guadalupe, Ale, Norma, Beto, Rene, José Manuel y a tí mi niña hermosa que sin duda has estado conmigo en las buenas y en las malas.

Agradecimientos

A

UAEH por los apoyos recibidos mediante los proyectos: *Programa Anual de Investigación 2006* con número PAI-31A y al *Laboratorio de Robots SubActuados (LAROSA)* PIFI 3.3 con número P/CA-11 2006-14-18.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Planteamiento del problema	5
1.2. Hipótesis	5
1.3. Objetivos de la tesis	6
1.4. Justificación	6
1.5. Aportaciones	7
1.6. Antecedentes	7
1.7. Organización del documento de tesis	8
2. Lo básico de automatización	11
2.1. Introducción	11
2.2. Sistemas de control y sus aplicaciones	16
2.3. Mecanismos empleados	18
2.4. Motores	25
2.4.1. Motores de CD	27
2.4.2. Motores a pasos	30
2.4.3. Servomotor	30
2.5. Sensores	31
2.6. Circuitos integrados digitales	33
2.6.1. Compuertas lógicas	35
2.7. Comentarios y referencias	37
3. Consideraciones en la automatización de ventanas	39
3.1. Introducción	39
3.2. Encontrando partes	40
3.3. Modulación	42
3.4. Comunicación digital	43
3.5. Comentarios y referencias	46
4. Instrumentación de ventanas	49
4.1. Introducción	49
4.2. Abrir una ventana automáticamente	52
4.3. Cálculos	61

4.4. Pruebas del transmisor y receptor	63
4.5. Comentarios y referencias	65
5. Etapa de potencia y control	67
5.1. Introducción	67
5.2. Controlador electrónico	68
5.3. Etapa de potencia	70
5.4. Comentarios y referencias	71
6. Prototipo	73
6.1. Introducción	73
6.2. Construcción de la ventana de aluminio	74
6.3. Elaboración del marco	74
6.4. Colocación de la ventana en el marco	75
6.5. Mantenimiento	76
6.6. Comentarios	77
7. Conclusiones y trabajos futuros	79
A. Tabla de acrónimos	81
Bibliografía	83

Índice de Tablas

2.1. Diferencias de trabajo entre tecnología TTL y CMOS.	36
4.1. Material requerido para las pruebas de transmisión y recepción.	64
5.1. Tabla de verdad de la compuerta AND.	69
5.2. Componentes requeridos para el diseño del puente <i>H</i>	71
5.3. Tabla de verdad del puente <i>H</i>	71

Índice de figuras

1.1.	Diagrama a bloques de un sistema domótico básico.	2
1.2.	Diagrama esquemático del proceso de automatización de la ventana. . .	9
2.1.	Algunos lazos abiertos de sistemas automatizados incorporan un temporizador.	12
2.2.	Un termostato es un ejemplo de un sistema automatizado en lazo cerrado.	13
2.3.	Elementos de un control remoto.	14
2.4.	Diferentes acercamientos a las aplicaciones de control remoto simple. .	15
2.5.	Elementos de una palanca simple.	20
2.6.	Palanca de segundo orden.	21
2.7.	Palanca de tercer orden.	22
2.8.	Una polea es otro simple mecanismo que es frecuentemente útil en aplicaciones de control.	23
2.9.	Las poleas multiples crean muchas ventajas en los mecanismos.	24
2.10.	Polea de gancho.	25
2.11.	Un polea y una banda son usadas para cambiar la velocidad del movimiento de rotación.	26
2.12.	Motor de CD.	28
2.13.	Motor a pasos.	30
2.14.	Un sensor magnético es muy útil en las aplicaciones de control.	31
2.15.	En la figura se muestra interruptor rápido que es utilizado para detectar movimientos relativamente pequeños.	32
2.16.	Los interruptores de mercurio son usualmente utilizados porque se puede sensar ángulo. Este es un interruptor rápido que es utilizado para detectar movimientos relativamente pequeños.	33
2.17.	Un simple divisor con una resistencia variable puede introducir un voltaje variable.	34
2.18.	Cadena de diodos para sensar la posición de movimientos mecánicos. .	35
3.1.	Representación de la modulación.	43
3.2.	Tipos de Modulación.	44
3.3.	Comunicación digital.	44
3.4.	Modulación ASK.	45

3.5. Señal moduladora en el dominio en tiempo y frecuencia.	46
4.1. Instalación típica usando los interruptores magnéticos rojos.	50
4.2. Sensor fin de carrera.	51
4.3. Optointerruptor ITR8102.	51
4.4. Motor reductor.	52
4.5. Parámetros reales de posición de poleas para la ventana comercial. . . .	53
4.6. Polea fija.	53
4.7. MOSFET canal n	55
4.8. Puente H	56
4.9. Representación a bloques de la transmisión X10.	59
4.10. Transmisor TWS.	60
4.11. Receptor RWS.	60
4.12. Transmisor.	61
4.13. Receptor.	62
4.14. Pruebas del receptor.	64
4.15. Receptor.	65
4.16. Transmisor.	65
5.1. Salida de la compuerta AND cuando una entrada está deshabilitada; en este caso el receptor.	69
5.2. Salida de la compuerta AND cuando una entrada está deshabilitada, en este caso el sensor.	70
5.3. Salida de la compuerta AND cuando las dos entradas están habilitadas.	70
5.4. Puente H . Primer ciclo de conmutación.	72
5.5. Puente H . Segundo ciclo de conmutación.	72
6.1. Dimensiones de la ventana de aluminio.	74
6.2. Elaboración del marco.	75
6.3. Hueco donde va la puerta.	75
6.4. Prototipo.	76
6.5. Circuitos que deben limpiarse.	77

Resumen

En este trabajo de tesis se presenta el diseño electrónico y mecánico para la automatización de una ventana comercial que se desplaza horizontalmente, donde la apertura y el cierre se hace a través de un control remoto, el cual a su vez hace uso de radio frecuencia, cuya señal transmitida esta modulada y codificada digitalmente, empleando para esto la norma X10 que rige los sistemas domóticos actuales. La distancia máxima alcanzada entre el transmisor y receptor es de 20 metros.

Para el completo entendimiento del desarrollo tecnológico se abordan los principios básicos de electrónica analógica, así como de algunos principios de palancas y poleas empleados para la instrumentación de la ventana. Presentadose los detalles de construcción de la ventana automática desde el diseño de circuitos hasta la elaboración del prototipo final, para esto se asume que se tiene una ventana comercial cuyas dimensiones son de 0.6 metros de ancho por 0.9 metros de largo, para después implementar todos los mecanismos tanto electrónicos como mecánicos.

Capítulo 1

Introducción

Domótica viene del latín *domus* que significa *casa*; que también está presente en la palabra *doméstico* y de un sufijo, *-tica*; que también está en telemática, ofimática, robótica, etc. En el origen remoto, la terminación *-tica* remite a automática, y hoy en general induce el significado de *gestión por medios informáticos*. En inglés se dice *domotics*.

El concepto *domótica* se refiere a la automatización y control (apagar-encender, abrir-cerrar y regular) de los sistemas domésticos como son: la iluminación, climatización, persianas y toldos, puertas y ventanas, cerraduras, riego, electrodomésticos, suministro de agua, suministro de gas, suministro de electricidad, etc.

Un sistema domótico básico consiste de cuatro elementos que interactúan entre sí, como se muestra en la Figura 1.1:

1. Elementos de una casa habitación: pueden ser puertas, ventanas, etc.
2. Control: es la central que gestiona el sistema. En éste reside toda la inteligencia del sistema y suele tener las interfaces de usuario necesarios para presentar la información requerida por el usuario (pantalla, teclado, monitor, etc.).
3. Actuador: es el dispositivo de salida capaz de recibir una orden del controlador y realizar una acción (encendido-apagado, subida-bajada de persiana, apertura-cierre de electroválvula, etc.).
4. Sensor: es el dispositivo que monitorea el entorno con objeto de generar un evento que será procesado por el controlador (sensores de temperatura, viento, humedad, humo, escape de agua o gas, etc.).

Desde el punto de vista de donde reside la inteligencia del sistema domótico, hay dos arquitecturas diferentes:

1. Arquitectura centralizada: un controlador centralizado recibe información de múltiples sensores y, una vez procesada, genera las órdenes oportunas para los actuadores.

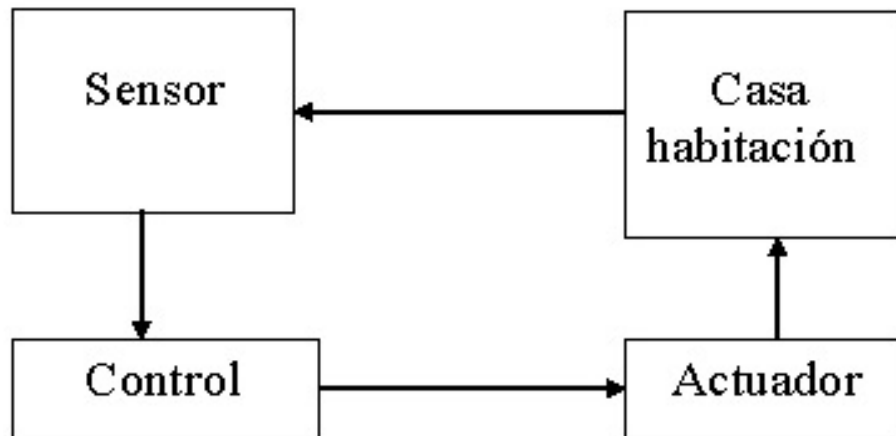


Figura 1.1: Diagrama a bloques de un sistema domótico básico.

2. Arquitectura distribuida: en este caso, no existe la figura del controlador centralizado, sino que toda la inteligencia del sistema está distribuida por todos los módulos sean sensores o actuadores. Suele ser típico de los sistemas de cableado en bus.

Hay que destacar que algunos sistemas usan un enfoque mixto, esto es, son sistemas con arquitectura descentralizada ya que disponen de varios pequeños dispositivos capaces de adquirir y procesar la información de múltiples sensores y transmitirlos al resto de dispositivos distribuidos por la vivienda. Hoy en día hay buenos sistemas centralizados y distribuidos, todos ellos con elevadas prestaciones. Ambas arquitecturas tienen sus ventajas y sus inconvenientes, lo cual a priori ayuda a decidir cual es la mejor solución para una vivienda.

A su vez existen dos tipos de sistemas centralizados que se basan en el tipo de conexión empleado:

1. Centrales cableadas: todos los sensores, actuadores, sirenas, etc, están unidos por medio de cables a la central, la cual es el controlador principal de todo el sistema. Esta tiene normalmente una batería de respaldo, para en caso de fallo del suministro eléctrico, poder alimentar a todos los sensores y actuadores y así seguir funcionando normalmente durante unas horas.
 2. Centrales inalámbricas: en este caso usan sensores inalámbricos alimentados por pilas o baterías y transmiten vía radio la información de los eventos a la central, la cual está alimentada por red eléctrica y tiene sus baterías de respaldo.
-

3. Centrales mixtas: combinan el cableado con el inalámbrico.

Los orígenes de la *domótica* en México deben buscarse a principios de 1990, cuando se empieza a hablar de este concepto, debido a las primeras iniciativas de promociones, la aparición de los primeros sistemas electrónicos para la vivienda. No puede omitirse la desafortunada introducción de esta disciplina en el sector de la construcción, lo que motivó una cierta confusión y temor hacia su introducción en promociones inmobiliarias. Esta transición poco afortunada fue consecuencia, en la mayoría de los casos, de la introducción en el mercado de sistemas domóticos que no cumplían con las expectativas o necesidades aparentes de los usuarios. Así mismo, esta primera etapa estaba caracterizada por:

1. Un gran desconocimiento de la *domótica* como disciplina, posibilidades y usos, así como por la presencia de un reducido número de entidades especializadas en este sector.
2. Una oferta reducida, en la que existían sistemas poco integrados, difíciles de instalar y de utilizar por parte del usuario final y con un coste excesivo.
3. En algunas ocasiones, los sistemas disponibles en el mercado se basaban en productos diseñados y fabricados para otros mercados por ejemplo europeos, con características muy concretas y distintas.
4. Ausencia de normativa que regulara la instalación de sistemas domóticos en viviendas.
5. La ausencia de formación para los instaladores eléctricos.
6. La desafortunada difusión realizada por los medios de comunicación, en especial la prensa escrita, al asociar esta disciplina con la ciencia ficción, alejándose de la finalidad y posibilidades de ésta.

Los estudios iniciales de mercadotecnia crearon nuevas expectativas muy importantes en el crecimiento del sector, y el potencial de la *domótica* en el ahorro energético, confiabilidad y seguridad. Sin embargo, este mercado aun no a vencido varias expectativas por diversos motivos, entre ellos la propia situación por la que pasó el sector de la construcción. A pesar de ello, esta disciplina ha seguido una evolución prácticamente constante, aunque lenta. Prueba de ello son, entre otros muchos, los siguientes aspectos:

1. Se han creado nuevas empresas que operan de forma exclusiva en el sector.
 2. El mercado se ha regulado de forma automática, desapareciendo aquellos productos que no cumplían con las expectativas y necesidades de los usuarios.
-

3. Los costos de algunos productos del mercado de nuevo diseño se han reducido con respecto a las primeras iniciativas. El desarrollo de este mercado y el conocimiento de las necesidades reales de los usuarios debe permitir el rediseño de productos, optimizando el costo.
4. Desde las primeras promociones inmobiliarias, que incluían un buen número de sistemas y aplicaciones con cierto grado de dificultad de uso, se han llevado a cabo nuevas promociones, en todo el territorio nacional, con mejores prestaciones y con menor dificultad de uso.
5. Creación de una asociación en domótica, se denominada CMDOM (Comité Mexicano para la Gestión Técnica de Viviendas y Edificios), destinada a impulsar el desarrollo de este mercado en México.
6. A lo largo de estos últimos años se han venido realizando numerosas conferencias y seminarios en distintos foros, ferias, certámenes, etc., destinados a difundir la domótica. han sido apareciendo, en la prensa generalista y especializada, diversos artículos que ya no utilizan el tono poco afortunado de las primeras reseñas, en las que se asociaba el concepto de *domótica* a imágenes futuristas de casas, fuera de los límites razonables actuales.

El grado de desarrollo actual de la *domótica* en nuestro país es considerable, sobre todo si se tiene en cuenta su reciente historia. Es posible destacar hoy la existencia de una veintena de sistemas domóticos y de un buen número de productos con prestaciones domóticas para el hogar que evidencian la evolución seguida por este mercado.

A pesar de que se trata de un número no muy elevado, se estima como muy significativo dada su novedad. La oferta actual se caracteriza por ser suficientemente atractiva y por adaptarse a cualquier tipología de vivienda, ya sea existente o de nueva construcción.

GNOME Bluetooth control remoto es un proyecto de software nunca antes realizado, es por esto que quizás su comprensión inicial sea un poco difícil de obtener. Es por esto que con el fin de ubicar al lector en el marco teórico del proyecto desarrollado, a continuación se presentan algunos escenarios típicos donde se puede apreciar el uso potencial de GNOME Bluetooth control remoto como tal:

1. Mientras se reproduce material multimedia en la computadora, como videos, música e imágenes y donde el usuario necesite tener un frecuente contacto retroalimentativo con la aplicación encargada de la reproducción, como avanzar en el tiempo del video en curso, aumentar el volumen de la canción, avanzar a la siguiente imagen.
 2. En una platica usando el software de presentaciones de diapositivas que acepta los eventos básicos por parte del relator como el iniciar la presentación; click del mouse o la tecla avanzar página para avanzar en las diapositivas; click derecho o
-

la tecla retroceder página para retroceder en las diapositivas ya vistas; terminar la presentación. Como se puede apreciar el usuario debe estar constantemente interactuando directamente con el *mouse* o con el teclado.

3. En cualquier situación genérica donde no se pueda tener un acceso físico total a los dispositivos de *mouse* y/o teclado.

Con la integración de GNOME Bluetooth control remoto a las situaciones cotidianas anteriormente mostradas, éstas no cambian su objetivo principal de ejecución de la aplicación, sino que cambia el método de realizarlas, así GNOME Bluetooth control remoto ofrece al usuario final la posibilidad de tener toda la funcionalidad de un dispositivo de *mouse* o teclado en la palma de su mano a través de un teléfono celular representado como un control remoto.

Esto ofrece claramente una disposición, físicamente hablando, libre de movimiento por parte del usuario final, mayor comodidad y elegancia.

Por otro lado no solo se presentan problemas de automatización en las industrias si no también en la vida cotidiana de todos nosotros principalmente en nuestros hogares, algunos de estos problemas pueden ser: la inseguridad, la incomodidad familiar. Desafortunadamente los circuitos de control que se han aplicado para dar solución a esto, presentan problemas de aplicación y mantenimiento principalmente y algunos son poco flexibles en el mercado nacional.

Dar seguridad y bienestar a una casa habitación siempre ha sido costoso, pero el ahorro de recursos a veces puede ser perjudicial ya que implica proporcionalmente a reducir la inseguridad del sistema, el reducir la complejidad sin reducir la seguridad siempre ha sido la meta buscada por los desarrolladores de circuitos y sistemas de seguridad, la cual han hecho ya sea buscando técnicas de optimización o bien creando circuitos especiales para tal fin.

Gracias al interés que se tiene actualmente en la *domótica*, este trabajo de tesis se centra en una etapa fundamental como lo es la automatización de una ventana. A continuación se plantea el problema a tratar.

1.1. Planteamiento del problema

Cómo hacer el control remoto y automatización de una ventana del tipo comercial de desplazamiento horizontal de tal manera que esté al alcance de los hogares.

1.2. Hipótesis

Es posible controlar los accesos de una casa habitación mediante un control remoto haciendo uso de tecnología de bajo costo.

1.3. Objetivos de la tesis

Generales

Diseñar, desarrollar e implementar un circuito electromecánico para el control y la automatización de una ventana comercial que se desplaza de manera horizontal.

Particulares

Los objetivos particulares son:

1. Instrumentar un mecanismo mecánicos y eléctrico a una ventana que se desplaza de forma horizontal.
2. Diseñar circuitos que sean confiables para la automatización de ventanas.
3. Desarrollar circuitos electromecánicos que cumplan con todas las normas que rigen a la *domótica*.
4. Implementar los circuitos desarrollados para la automatización de un prototipo de una ventana.

1.4. Justificación

En nuestra vida cotidiana se presentan muchos problemas sociales y económicos, sin embargo, uno de los problemas más importantes que presenta el ser humano es la incomodidad e inseguridad familiar que existe en nuestra sociedad, ya que cada día se hace más difícil vivir con tanta inseguridad que existe en nuestra sociedad, sin embargo, no sólo es considerado un problema sino también la incomodidad en el hogar, que de alguna manera se están empleando en la actualidad. Es un hecho que la calidad de vida actual es muy superior a la de un par de generaciones anteriores pero aún así se seguirá con muchos problemas, algunos de estos pueden ser: el control de temperatura en el hogar, la iluminación, el uso de alarmas, control total de fugas de gas y de agua, control total de ventanas. Cuántas veces en casa se complica de alguna manera tener que cerrar todas las ventanas de las habitaciones y de la casa en general y mas aún si estas se encuentran en un lugar muy incómodo para poder estar abriendo y cerrando cuando nosotros queramos o inclusive cuando la casa se queda deshabitada y se nos olvide cerrar alguna de las ventanas de la casa, esto provoca que la casa esté insegura provocando así que puedan entrar personas ajenas.

Los sistemas domóticos presentan diferentes ventajas las cuales se describen a continuación:

1. Protege el hogar y la familia: simula la presencia cuando no esta. Se encienden todas las luces con sólo un botón. También trabaja con los sistemas de alarma
-

mas extendidos. Controla y comprueba el estado de la casa a distancia, se abre y cierra una ventana.

2. Añade valor a la propiedad calidad de vida: se piensa en todas las operaciones rutinarias que se hacen todos los días. Se entra, enciende la luz de la entrada, luego la de la habitación, se apaga la de fuera, se enciende el baño, etc. ¿Se imagina que la televisión no tuviera control remoto?. ¿Recuerda cuando abría las puertas del coche con la llave?. ¿Y cuando se suben las ventanillas a mano?. Se gasta un montón de dinero en algo que solo se disfruta cuando se usa el coche. En cambio en el hogar se puede disfrutar de las mismas comodidades tanto uno como la familia durante todo el día. Al fin y al cabo uno no vive en el coche. (Aunque a veces se lo parezca).

Una casa con un sistema domótico se cotiza mas alto en el mercado inmobiliario. La casa es mas fácil de vender. Incorpora características únicas que no tiene la competencia. Es un valor añadido que le da mayor categoría.

3. Ahorro de energía: añadir inteligencia a la casa, además de ahorrar energía, la hace mas respetuosa con el medio ambiente. Todo el mundo tiene claro que los cristales dobles ahorran energía. Pues de igual forma, un sistema que supervisa y controla las luces y electrodomésticos apagándolos cuando no son necesarios también ahorra energía.

Una ventana automática es considerada una parte de un sistema domótico. La propuesta de esta tesis es aportar una solución en la automatización de ventanas.

1.5. Aportaciones

Las aportaciones que se dan en esta tesis son básicamente del tipo tecnológicas y son las siguientes:

1. Acoplamiento de un sistema mecánico de apertura para una ventana comercial.
2. Diseño de interfaz con estándares internacionales que rigen a la *domótica*.
3. Integración entre la etapa de potencia y el circuito receptor.

1.6. Antecedentes

Existen dos empresas CASADOM y DOMO en España que se dedican a realizar sistemas domóticos, estos sistemas controlan principalmente persianas, toldos, puertas y ventanas. La ventana que construyen estas empresas está controlada por la temperatura interior o la situación climatológica del exterior, esto permite que la ventana se cierre o

se abra cuando los sensores de temperatura así lo requieran, estos sistemas no manejan sensores que dependan de la posición de la ventana, a diferencia de la ventana que se presenta en esta tesis los sensores no dependen de la temperatura si no de la posición de la ventana para que puedan activarse [22].

La empresa CASADOM la cual se encarga de automatizar edificios y casas, realiza la automatización de ventanas tanto para los edificios como para las casas utilizando motores de poca potencia y de pasos, esto presenta un pequeño problema donde la velocidad del cierre y apertura de la ventana es lenta y pueda tener consecuencias como que no cierre rápido y se meta el agua de la lluvia. En el caso de la ventana que se automatiza en ésta tesis el motor que se utiliza es del doble de potencia que los que utiliza CASADOM y es de corriente directa además de presentar dos velocidades diferentes dependiendo lo que requiera el usuario[23, 24, 26].

En las instituciones de educación CONALEP/CETIS 131 profesores y alumnos de la carrera de electrónica, realizaron una maqueta de una ventana y puerta automatizadas. En el caso de la ventana la controlan con un motor de CD de 4 volts que a su vez es controlado por medio de huella digital, sin embargo presenta problemas en el momento de querer abrirla pues la huella no siempre era reconocida, a comparación con la ventana automática que se presenta en ésta tesis es que es controlada por medio de un control de radiofrecuencia a una distancia de 20m[23, 25].

La empresa Canarias se encarga de adaptar diferentes sistemas domóticos a un tablero el cual es llamado Marco y pueden conectarse cientos de sistemas que el controla y lo puede hacer por medio de infrarrojo y por radiofrecuencia. Sin embargo el Marco es muy caro lo cual no sería factible para controlar un solo mecanismo en éste caso la ventana automática[28].

En la empresa Proymetal y BTicino Quintela de El saladar Alemania, automatiza ventanas portones y puertas utilizando un mecanismo de control simple, es decir; controlan a los mecanismos por medio de interruptores localizados a una cierta distancia, los interruptores pueden ser individuales o pueden ir a una central, donde son manipulados por el usuario. Este tipo de sistemas de control son fáciles de instalar a comparación con el control que se presenta en ésta tesis donde el mecanismo es controlado a través de un control remoto de radiofrecuencia[29, 30].

En la ciudad de México se encuentra una empresa llamada Studio electrónica que se encarga de distribuir componentes electrónicos, entre esos componentes se encuentran dispositivos para poder automatizar una ventana, sin embargo ésta empresa no se dedica a realizar sistemas domóticos terminados [27].

1.7. Organización del documento de tesis

En la Figura 1.2 se muestra el diagrama a bloques de las etapas desarrolladas para la automatización de la ventana. Donde cada una de ellas es descrita en el cuerpo de esta tesis de la siguiente manera:

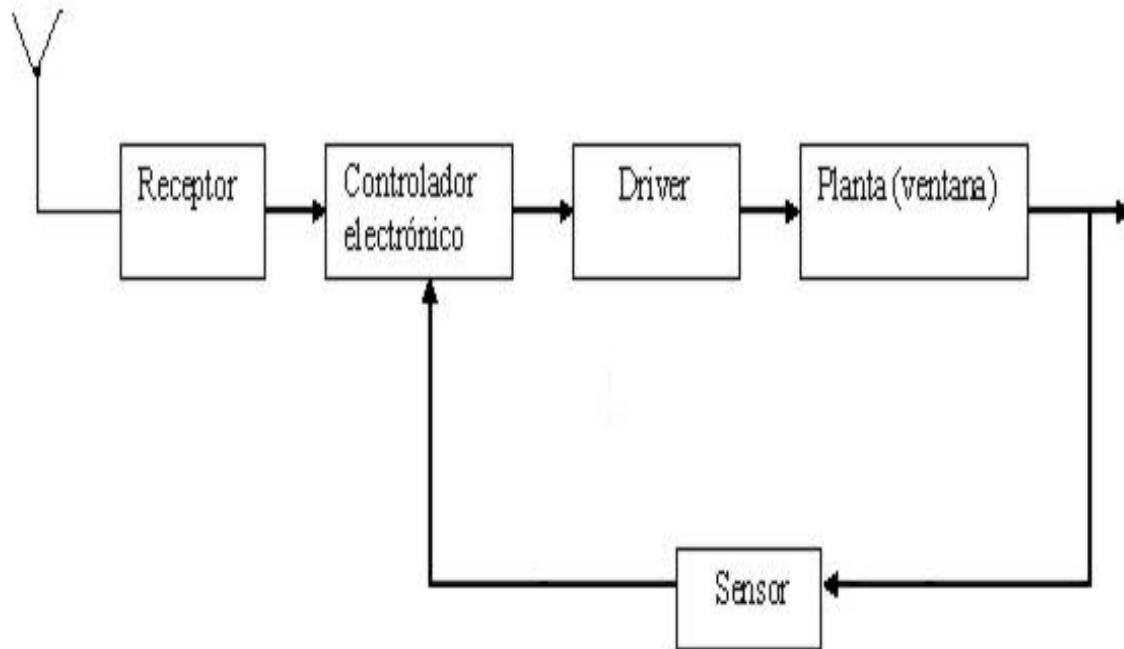


Figura 1.2: Diagrama esquemático del proceso de automatización de la ventana.

En el *Capítulo 2*, se exponen algunos de los principios básicos de control remoto y automatización, empezando por algunas definiciones hasta llegar a una explicación concreta de lo que es control remoto (**transmisor-receptor**).

El *Capítulo 3*, se dan algunas ideas de como conseguir o adquirir en el mercado los diferentes componentes que se van a utilizar para la implementación de los circuitos de control y automatización, así también se dan los principios básicos de circuitos plenamente resistivos, así como los tipos de modulación y conceptos de recepción y transmisión.

El *Capítulo 4*, se presenta la instrumentación de la ventana, se estudia cómo colocar **sensores** en ventanas para sensar su posición abierto-cerrado y por medio de un mecanismo poder manipular la posición de la ventana desde un control remoto, así como los cálculos para el diseño de la antena.

En el *Capítulo 5*, se da la etapa de potencia para mover el motor (**driver**), etapa de recepción y la etapa de **control**

En el *Capítulo 6*, se presenta el prototipo de la ventana automática describiendo

paso a paso la forma y la manera en que se desarrollo además se presenta un procedimiento para dar mantenimiento a todo el sistema electromecánico .

Finalmente en el *Capítulo 7*, se dan las conclusiones en base a resultados obtenidos.

Capítulo 2

Lo básico de automatización

El objetivo de este capítulo es presentar las ideas básicas tanto mecánicas como eléctricas en la automatización de ventanas.

La organización de este capítulo es la siguiente: en la Sección 2.1 se presenta una introducción al control remoto y automatización. En la Sección 2.2 se da una lista de posibles aplicaciones a desarrollar para la automatización de una casa, haciendo énfasis en la automatización de ventanas. En la Sección 2.3 se presenta una introducción a los mecanismos de control y además de las consideraciones que se tienen que tomar para poder realizar un mecanismo que cumpla con todos los requerimientos necesarios, desde los cálculos hasta el uso adecuado de palancas. En la Sección 2.4 se presenta una introducción a la implementación del correcto uso de motores y se dan algunas aplicaciones básicas, se analiza a grandes rasgos el funcionamiento interno de los motores hasta su funcionamiento general, también se presenta una introducción de motores a pasos, desde su uso práctico hasta una aplicación en particular. En la Sección 2.5 se presentan algunos de los sensores más prácticos y utilizados en los sistemas de control además de las diferentes aplicaciones que se pueden llevar a cabo. La Sección 2.6 se da una breve introducción de los circuitos integrados digitales haciendo énfasis en el uso de compuertas lógicas además de presentar las diferencias entre las tecnologías TTL y CMOS. Finalmente, en la Sección 2.7 se presentan algunos comentarios de éste capítulo además de dar algunas referencias.

2.1. Introducción

Lo primero que se necesita hacer es definir que significa control remoto y automatización. *Control remoto* se refiere a un sistema que permite una acción en un área para ser controlada de una locación separada, puede tener uno o más alambres interconectados. *Automatización* se refiere a un sistema que puede operar parcial o totalmente sin el control o la supervisión de un humano. En aplicaciones prácticas, la distinción entre estos dos conceptos es algo confusa. La meta de ambos es similar. La idea es reducir, el esfuerzo humano. El control remoto y la automatización ofrecen mejoras sobre el

control manual [6].

Automatización

La automatización elimina la necesidad de un operador humano. Muchos sistemas pueden ser establecidos para efectuar algunas o todas sus funciones automáticamente, sin la supervisión de un humano. Una lavadora se controla por si misma de un ciclo al siguiente esto es un ejemplo de sistema de automatización en lazo abierto.

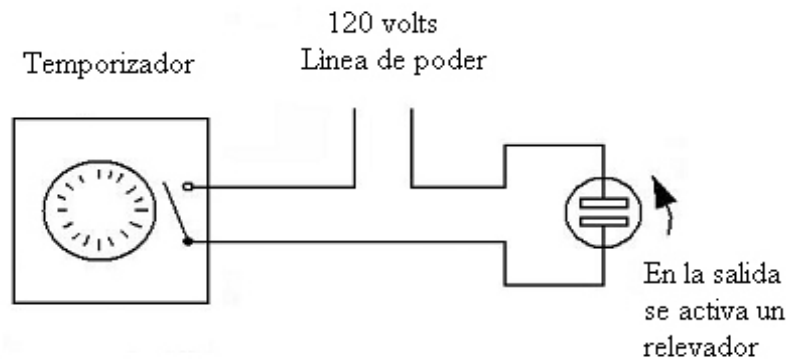


Figura 2.1: Algunos lazos abiertos de sistemas automatizados incorporan un temporizador.

Típicamente los sistemas de automatización deben emplear *presets*. En un sistema de lazo abierto, el controlador, no pone atención al estado del mecanismo de control, muchos sistemas de lazos abiertos incluyen un temporizador(reloj), como se muestra en la Figura 2.1. Un ejemplo típico son los semáforos, estará prendido o apagado al especificar el tiempo preestablecido en el temporizador, se nota que el temporizador puede no checar si la luz esta ya prendida o apagada. Este sólo enviará implícitamente una señal de control al tiempo preestablecido. Este tipo de sistema no puede reaccionar a cualquier falla en el sistema. En un sistema de lazo cerrado, la condición del mecanismo de control es monitoreado por un controlador. Un sistema típico de lazo cerrado es un termostato como se ilustra en la Figura 2.2. La temperatura de la sala es monitoreada continuamente con el termostato. Sí la temperatura baja o cae en un punto preestablecido el termostato dice a la caldera que es su turno, la caldera u horno genera calor dentro de la sala, cuando la temperatura detectada por el termostato rebasa el nivel, el termostato ordena a la caldera bajar de nivel. En otras palabras, la producción total es controlada por el mecanismo (calor de la caldera), es monitoreado por el controlador (termostato). La operación es cíclica por lo que es llamado sistema de lazo cerrado [6, 14].

La señal que retorna y recibe el monitor, es comparada con la señal que tiene el monitor actualmenmte, a la diferencia entre estas dos señales se le llama error de señal.

El sistema tratará de mantener el error de voltaje a un nivel específico para ser arreglado y automáticamente corregirá y desviará (error) de la norma, en la Figura 2.2 se muestra un sistema en lazo cerrado.

En algunas aplicaciones, un sistema de lazo abierto hará el trabajo bien. En otras aplicaciones, un sistema de lazo cerrado puede ser requerido. ¿Porqué no usar un sistema de lazo cerrado todo el tiempo?. Por una cosa, este sistema tiende a ser más complejo y caro que un sistema de lazo abierto. Si no se necesita monitorear el mecanismo a controlar, ¿Porqué molestarse?.

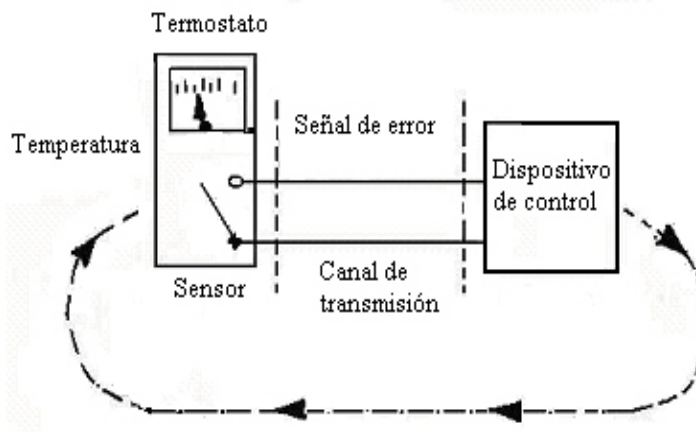


Figura 2.2: Un termostato es un ejemplo de un sistema automatizado en lazo cerrado.

El sistema de lazo cerrado debe ser diseñado cuidadosamente para prevenir inestabilidad u oscilación, como un ejemplo, al considerar un termostato en un cuarto muy largo. El termostato se localiza a una distancia del registro de la caldera, cuando la temperatura cae, el termostato ordena a la caldera que genere más calor, pero tomará un poco más de tiempo hacer que el calor se expanda por todo el cuarto. Después de cierto tiempo la temperatura cerca del termostato es suficiente para apagar el horno o la caldera, pero el área cerca del registro de la caldera será demasiado caliente. Igualmente cuando el horno o caldera baja su temperatura, la temperatura empieza a caer en el cuarto, tal vez un poco antes de que el termostato note el cambio y prenda el horno o caldera. El trabajo total del termostato es mantener una temperatura, pero la inestabilidad del sistema descrito aquí da como resultado un cuarto que es demasiado frío o demasiado caliente, nunca generando un término medio.

Control remoto simple

Virtualmente todos los controles remotos están hechos en tres secciones:

1. El control remoto local es un interruptor o interruptores. Éste está manualmente activado. La información del interruptor es transmitida a través de un medio para

controlar el aparato o mecanismo. Hay que darse cuenta que en algunos sistemas de control remoto, la señal que se transmite no necesariamente es por cables. La información del interruptor podría ser transmitida como rayos de luz, ondas de sonido u ondas de radio.

2. El mecanismo de control, por supuesto es cualquier driver como se observa en la Figura 2.3.
3. En la mayoría de los casos un indicador de algún tipo puede ser necesario. En la mayor parte de los controles remotos de aplicación el operador no es capaz de observar el mecanismo de control. Los indicadores son usados para decirle al operador la condición de la corriente en el mecanismo de control. Por ejemplo, un indicador (LED) sobre el panel de control podría iluminarse o encenderse para indicar que el mecanismo de control esta recibiendo energía como se observa en la Figura 2.3.

El sistema del control remoto va de lo simple a lo complejo. Una aplicación simple es tratada en tres maneras distintas. La luz puede ser encendida o apagada desde un control remoto local. La energía del cable se extiende simplemente, así que el interruptor puede ser localizado donde nosotros queramos. Esto es propiamente llamado interruptor remoto en vez de control remoto. La energía del mecanismo de control es llevado correctamente o directamente al punto de control. El interruptor puede ciertamente ser útil este es comúnmente usado en sistemas simples.

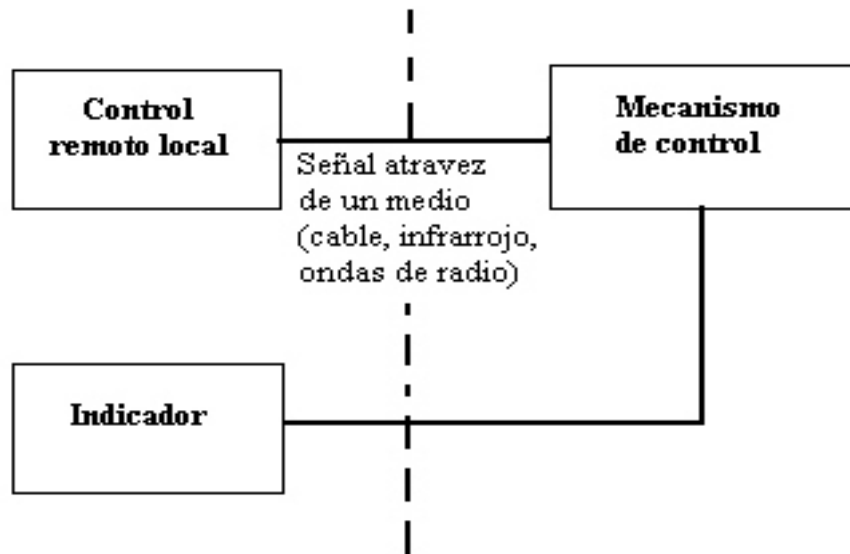


Figura 2.3: Elementos de un control remoto.

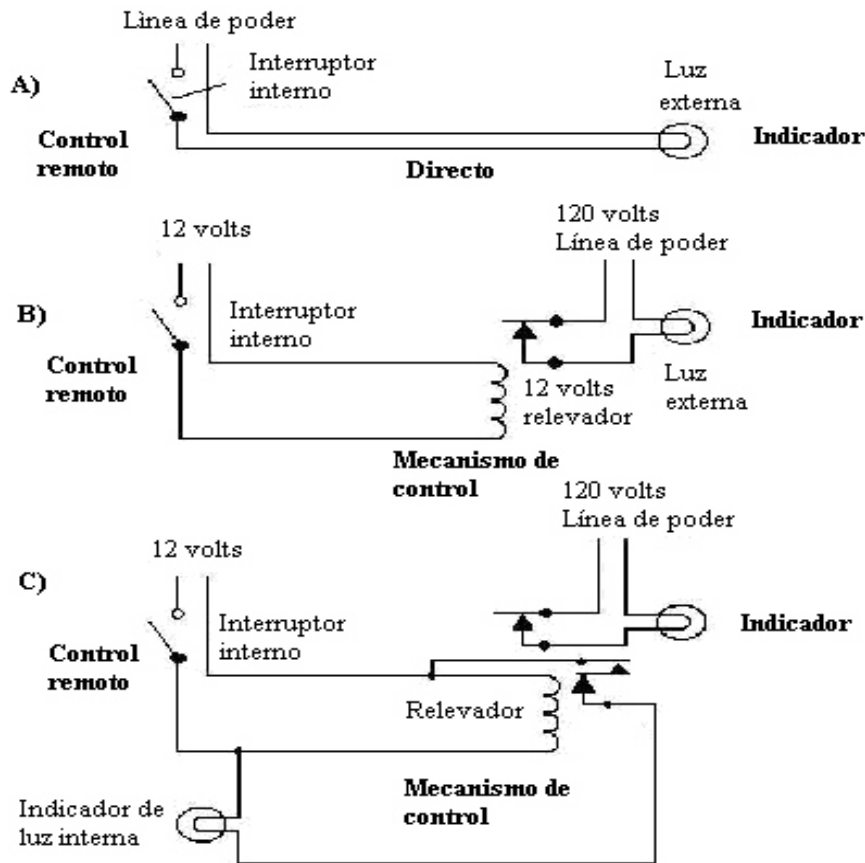


Figura 2.4: Diferentes acercamientos a las aplicaciones de control remoto simple.

Por ejemplo en la mayoría de los circuitos de las casas la luz exterior se controla por un interruptor desde adentro de la casa. Ésta es una forma del interruptor a control remoto. En muchas aplicaciones el interruptor a control remoto no es práctico o simplemente no se desea. Si la distancia del control iniciador al mecanismo de control es muy grande, el interruptor o control remoto podría ser estorboso. Los cables de alto voltaje necesitarían ser atados entre los dos mecanismos, porque el alto poder de la corriente fluyendo entre las líneas de señal siempre tienen el riesgo de producir un incendio o una descarga eléctrica [6].

Mientras el interruptor a control remoto esta perfectamente adaptado en algunas aplicaciones, en otras aplicaciones se podría preferir un control remoto directo, es decir sin relevador como se observa en la Figura 2.4 A). En un sistema de control remoto, el sistema de suministro completo no es llevado a través de líneas de señal. Únicamente una pequeña señal de voltaje es transmitida del control iniciador al mecanismo de control

por medio de un relevador como se muestra en la Figura 2.4 B).

La aproximación básica a un control remoto real es usado con un revelador. Un cable mucho mas ligero se necesitaría para la señal de transmisión. (El cable puede ser eliminado en conjunto en algunos sistemas). Agregar interruptores múltiples al control remoto es mucho mas fácil que con un sistema de interruptor a control.

En la Figura 2.4 C) se muestra un circuito mejorado, el cual incluye un relevador, por lo que ahora no se requiere transmitir una señal en forma continua, una pequeña pulsación es suficiente para para abrir o cerrar el revelador como se observa en la Figura 2.4 B). El revelador se ajusta por sí mismo dentro de un nuevo estado hasta recibir otra pulsación del control, esto reduce el poder del drenado y baja la línea de señal del requerimiento igual que el mejoramiento adicional.

En el circuito del inciso C agrega una luz indicadora al control remoto local. La luz interna se enciende cuando lo hace la luz externa, no es necesario mirar por la ventana o salir para ver si la luz esta encendida como se puede observar en la Figura 2.4 C).

2.2. Sistemas de control y sus aplicaciones

Casi cualquier cosa puede ser candidato para un control remoto o sistema de automatización. Considerando las necesidades específicas y el uso de la imaginación, se harán las adaptaciones necesarias para lograr los requerimientos de las aplicaciones específicas. La teoría de control moderno dice que se tiene que construir y describir el sistema de proyecto exactamente, sin embargo sí se usa la imaginación y algunos pensamientos lógicos, muchos de estos circuitos pueden ser usados en diferentes aplicaciones. Un simple ejemplo es, un circuito para controlar la luz de un foco podría también ser usado para controlar una lamina de calor, asumiendo que la capacidad en la corriente del circuito no debe excederse. Se debe ser capaz de usar las mismas técnicas, que se han usado para abrir una puerta automática o diseñar un brazo robótico.

Por supuesto que un mecanismo eléctricamente alimentado es obviamente una aplicación potencial del control. Algunos controladores típicos de electricidad a control remoto y automatizaron incluye ciertas aplicaciones como las siguientes:

1. Encendido y apagado de luz externas.
 2. Apagado y encendido de luces internas.
 3. Nivel de descarga.
 4. Ventiladores.
 5. Aire acondicionado.
 6. Calentadores y hornos (calderas).
 7. Encendido y apagado del estéreo y radio.
-

8. Volumen del estéreo y radio.
9. Encendido y apagado de la T.V.
10. Volumen de la T.V.
11. Selección de la estación de radio, estéreo y T.V.
12. Sistema de intercomunicación.
13. Alarmas contra incendios y ladrones.
14. Cafeteras eléctricas, hornos.
15. Calentadores de agua.

Por supuesto que esta lista podría continuar y continuar.

Las aplicaciones menos obvias incluyen la manipulación física de algunos objetos, tales como:

- Abrir y cerrar la puerta de la entrada de la casa.
- Abrir y cerrar ventanas.
- Abrir y cerrar puertas.
- Abrir y cerrar cortinas o persianas.
- Cerraduras.
- Bomba del pozo.

Para mejores resultados se debe diseñar un sistema de control maximizando su flexibilidad. Un buen diseño que permita agregar nuevas características indefinidamente. Se empieza con algo relativamente simple, primero controlar una o dos funciones específicas, después se puede agregar tantas funciones como se quiera y se pueda suministrar. Se empieza planeando un sistema demasiado complejo, es casi seguro que se tendrán problemas. Los gastos iniciales pueden ser muy altos el proyecto podría ser también algo intimidante en su totalidad y tal vez nunca se completará [6].

El sistema más complejo arrastrará también errores. Por otro lado si se empieza un trabajo simple, y trabaja sólo con una función a la vez, puede asegurar que se trabajará perfectamente antes de pasar a la siguiente función, lo importante o lo principal del control remoto o automatización es hacer las cosas más sencillas.

2.3. Mecanismos empleados

Los interruptores eléctricos y aún los cambios en los voltajes y resistencias son sin lugar a duda diferentes elementos de control. Algunas operaciones que son controladas por señales eléctricas son probablemente una buena elección para control remoto o automatización.

Pero otros mecanismos mecánicos pueden no ser eléctricamente controlados. Se desea abrir una puerta automática, la puerta no es controlada eléctricamente por si misma, algún tipo de electricidad o energía mecánica necesita ser transformada.

Algunos lectores de esta tesis probablemente se enfrentaran con grandes problemas al intercalar el mecanismo. El circuito o los componentes eléctricos generales no son tan complejos, pero las ideas mecánicas básicas en algunos sistemas de control pueden ser muy poco familiares para la mayoría. Por lo tanto en este capítulo se examinan los principios básicos de dinámica, motores y poleas.

El primer paso para diseñar un sistema mecánico de la misma manera que un circuito eléctrico, es definir el propósito.

- ¿Qué es exactamente lo que se quiere que haga el sistema?
- ¿Qué se quiere mover?
- ¿Qué tan pesado es?
- ¿Qué tan lejos se debe mover?
- ¿Qué tan rápido se debe mover?

Para resolver estas interrogantes se necesita usar algunas unidades estándar de medidas.

¿Qué es lo que se quiere mover?. Las medidas cuantitativas no son necesarias en esta pregunta, todo es puramente descriptivo. ¿Qué tan pesado es?. Se utiliza la libra (lb) como medida estándar, aunque los gramos (g) podrían ser utilizados también. ¿Qué tan lejos debe moverse?. Otra vez se tiene que elegir una medida estándar de distancia, el sistema métrico o el Sistema Inglés, se puede emplear los pies(ft) como nuestra medida estándar. ¿Qué tan rápido se debe mover?. La velocidad es distancia sobre tiempo, se puede definir la velocidad en términos de pies por segundo(ft/seg). ¿Cuánta potencia necesita para lograr el movimiento deseado?. Esta es probablemente la pregunta más significativa al momento de hacer un diseño.

Ejemplo 2.1. *Se necesita levantar un peso de 20 libras, forzosamente se debe aplicar una fuerza y hacerlo en dirección ascendente, se necesita saber qué tan lejos debe ser movido el peso, obviamente se necesitaría más energía para levantar 10 pies que para levantar el mismo peso pero en 5 pies.*

La velocidad es definida por la distancia entre el tiempo, de manera similar la energía mecánica o fuerza puede ser medida utilizando peso proporcional a la distancia, la fuerza es medida en pies-libras (ft-lb).

La fórmula es demasiado simple:

$$\text{Fuerza} = \text{peso} \times \text{distancia} \quad [\text{libras} \times \text{pies}]. \quad (2.1)$$

Para levantar nuestras 20 lb de peso y 10 ft se necesita multiplicar $20 \times 10 = 200$ pies-libras de energía. La potencia incluye velocidad y una fuerza, obviamente tomara más energía mover 20lb de peso en 10 ft en un segundo que en 90 segundos, quedando definido por:

$$\text{Potencia} = \frac{\text{fuerza}}{\text{tiempo}} \left[\frac{\text{pies} - \text{libras}}{\text{seg}} \right]. \quad (2.2)$$

Regresando al ejemplo de levantar 20 lb de peso en 5 seg. Ya se calculo que la fuerza es igual a 200 pies-libras así que:

$$\text{Potencia} = \frac{200}{5} = 40 \frac{\text{pies} - \text{libras}}{\text{seg}}. \quad (2.3)$$

Pies-libras por segundo son medidas de potencia claras y útiles. Sin embargo, existen otras medidas estándar. La energía eléctrica se mide en watts.

$$\begin{aligned} 1 \text{watts} &= 0.7376 \frac{\text{pies} - \text{libras}}{\text{seg}}. \\ 1 \frac{\text{pie} - \text{libra}}{\text{seg}} &= 1.356 \text{ watts}. \end{aligned}$$

Existe otra medida estándar de potencia, los caballos de fuerza (hp), comunmente utilizada para definir la potencia de los motores. La relación entre estas unidades son las siguientes:

$$\begin{aligned} 1 \text{watts} &= 0.00134 \text{ caballos de fuerza (hp)}. \\ 1 \text{hp} &= 746 \text{ watts}. \\ 1 \text{pie} &= \frac{\text{libra}}{\text{seg}} = 0.0018 \text{ hp}. \\ 1 \text{hp} &= 550 \frac{\text{pies} - \text{libras}}{\text{seg}}. \end{aligned}$$

El tipo de sistemas mecánicos cumplen las condiciones del ejemplo anterior en una máquina. En este contexto la palabra máquina tiene un significado despreciativo al que se ha usado aquí. Una máquina es un mecanismo que transforma la magnitud o dirección de una fuerza mecánica [6].

Trabajar con cualquier máquina es vital para recordarnos la ley de conservación de la energía. *La energía no se crea ni se destruye solo se transforma.*

La proporción de la fuerza extendida hacia la fuerza aplicada es llamada ventaja o beneficio mecánico. Este es un concepto importante, el cual es analizado más adelante.

Una de las máquinas más simples es la palanca. En la Figura 2.5 se muestran las tres partes básicas de una palanca.

- Brazo de poder (inicio) aquí es donde la energía es aplicada.
- Apoyo. Este es el soporte de la palanca.
- Brazo de peso. Aquí es donde se aplica la energía.

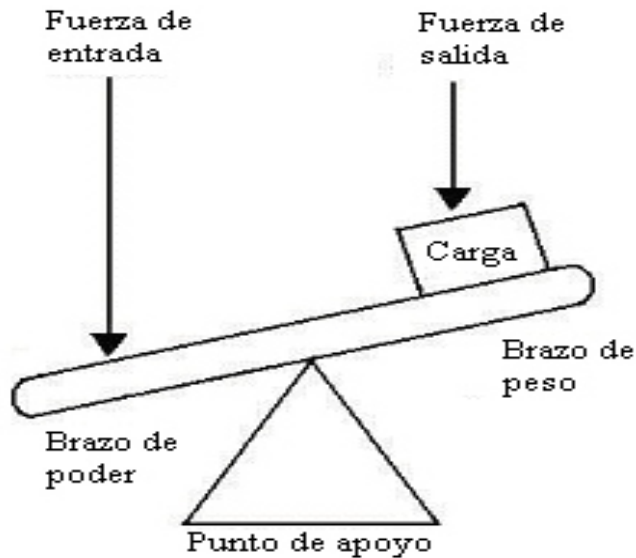


Figura 2.5: Elementos de una palanca simple.

Se puede dividir la palanca en dos secciones. La distancia del inicio al apoyo es el brazo de potencia o brazo de fuerza. La distancia del apoyo a la salida en el brazo de carga o el brazo del peso.

La longitud relativa al brazo de potencia y el brazo de carga determina la ventaja mecánica dada por:

$$\text{ventaja mecánica} = \frac{\text{longitud del brazo de potencia}}{\text{longitud del brazo de carga}} \quad (2.4)$$

Por ejemplo si el brazo de potencia es 4 veces más que la longitud del brazo de peso, entonces:

$$\text{ventaja mecánica} = \frac{4}{1} = 4 \quad (2.5)$$

La fuerza de salida será 4 veces mas, que la fuerza de salida normal, pero ¿Esta no es una alteración a la ley de conservación de la energía?. Pero hay un precio que debe ser pagado al incrementar la fuerza, la fuerza de salida debe ser movida 4 veces tan lejos como se quiera que se mueva la energía de salida. La energía proporcional de la fuerza y la distancia se puede ver que la potencia de salida es la misma de la entrada. (La fricción y otras perdidas son ignorados aquí para mayor simplicidad). Generalmente cuando se piensa en una palanca se cree que es una palanca de primer orden. Este es el tipo que se muestra en la Figura 2.5. El apoyo se encuentra entre la fuerza inicial y la de salida este tipo de palanca también representa o actúa en una dirección de transformación. La fuerza de salida se mueve en una dirección opuesta a la de entrada. Esta palanca es usada para aumentar la fuerza usada al mover el objeto en la fuerza de salida o cambiar la distancia de la fuerza de salida al mover los objetos. Otros tipos de palancas

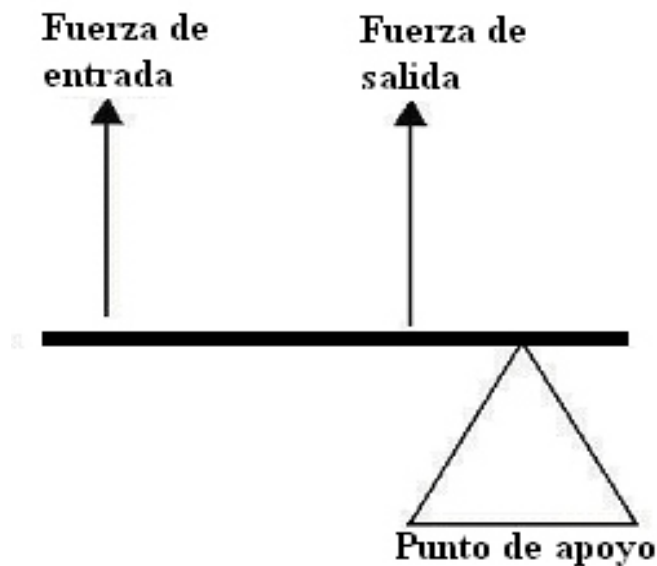


Figura 2.6: Palanca de segundo orden.

son también posibles gracias al reordenamiento en la posición de componentes. En una palanca de segundo orden la fuerza de salida se encuentra entre la fuerza de entrada y el apoyo como se muestra en la Figura 2.6. La fuerza de salida siempre es más grande que la fuerza de entrada en estos tipos de palancas. Por supuesto esto significa, que la fuerza inicial siempre debe mover mas distancia, que en la de salida. En una palanca de segundo orden, el movimiento de la fuerza inicial y la de salida siempre irán en la misma dirección [8].

Hay un tercer arreglo llamo palanca de tercer orden. En esta ocasión la fuerza inicial se encuentra entre la fuerza de salida y el apoyo como se puede observar en la Figura 2.7. Esto opera de manera opuesta a la palanca de segundo orden. La fuerza inicial siempre es más grande que la fuerza de salida, pero la fuerza de salida siempre

se mueve a mayor distancia que la de salida. Como en la palanca de segundo orden, la fuerza inicial y la de salida en la palanca de tercer orden siempre se mueve en la misma dirección. Tomando en cuenta que físicamente la palanca de segundo y tercer orden

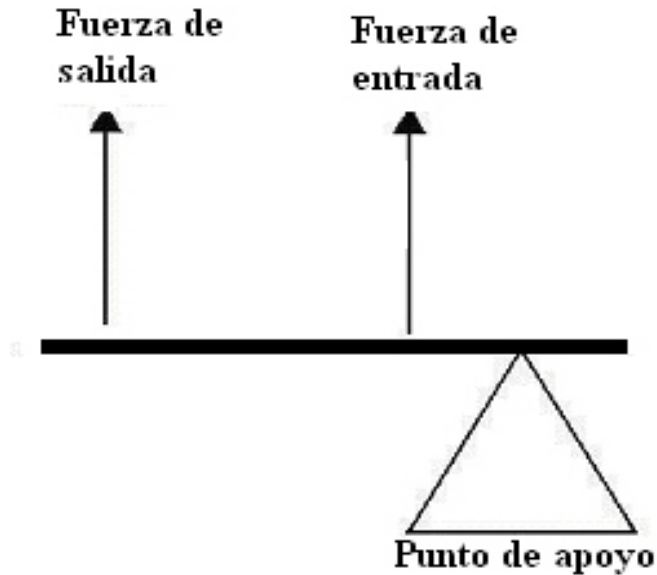


Figura 2.7: Palanca de tercer orden.

son iguales, la única diferencia es la posición de la fuerza inicial y la de salida. Otra máquina simple que frecuentemente es útil en las aplicaciones de control es la polea. Este sistema es utilizado para cambiar la dirección de la fuerza. Una fuerza pendiente o inclinada en uno de los extremos de la cuerda causa una fuerza ascendente al final del otro extremo como se muestra en la Figura 2.8.

Las poleas pueden ser usadas para aumentar una fuerza. Esto es nuevamente gracias a la ley de conservación de la energía [17]. En una polea el sistema de tensión o fuerza es el mismo en la cuerda completa. Las poleas múltiples pueden ser usadas para crear una ventaja mecánica como se muestra en la Figura 2.9. Ya que la tensión es la misma en todo el cordel, los 4 extremos de éste soportan el peso que será aproximadamente 4 veces la fuerza extendida sobre uno de los extremos (las pérdidas de fricción desgastarán algunas de las fuerzas iniciales, pero en la mayoría de los casos, estas pérdidas serán mínimas y pueden ser ignoradas)[2].

En un sistema mecánico práctico, ciertas pérdidas pueden ser consideradas. Dos de los factores más importantes son la fricción y la inercia. En un objeto o substancia un poco de la energía será consumida como calor en el punto de contacto. Esto se llama: fricción. Si se rueda un balón en una superficie lisa, eventualmente se detendrá aun si no es golpeado por algo, debido a la fricción[5].

La fricción existe en todos los sistemas mecánicos. Existen fricción aún en el aire a nuestro alrededor, esta es la principal razón de porque una flecha se puede incendiar en

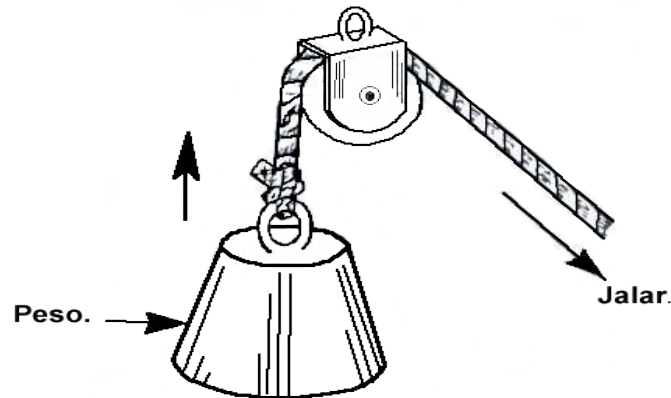


Figura 2.8: Una polea es otro simple mecanismo que es frecuentemente útil en aplicaciones de control.

un campo abierto mientras vuela gracias a la fricción debido a la fuerza de gravedad y cae al suelo.

En muchos sistemas de control la fricción no representa un problema significativo, en otros el sistema requerirá un aumento en el abastecimiento de poder para hacer que la energía se pierda. En algunos sistemas sin embargo, la fricción puede ser un factor muy significativo limitando el movimiento causando el desgaste primitivo de algunas partes o posiblemente se ocasionara un incendio. (Energía desgastada se convierte en calor debido a la fricción).

La inercia es una propiedad física que puede ser considerada como algo similar a la resistencia eléctrica. El sistema mecánico tiende a resistir los cambios en el movimiento. Un objeto tiende apoyarse o permanecer apoyado, y un objeto en movimiento tiende a resistir cualquier cambio en la velocidad o dirección (incluyendo el detenimiento) si un objeto esta en reposo, la fuerza requiere de iniciar el movimiento (ignorando la fricción) esto es:

Menores aceleraciones (velocidades) requieren menos fuerza. Esto permite usar un motor mas pequeño y otros componentes (menor gasto). Un sistema mas lento tendera a tener menos problemas de inclinamiento con menores crujidos o cordeles rotos, motores atascados u otros problemas. En la mayoría de las aplicaciones del control caseros, la alta velocidad al operarse no es una prioridad.

Clasificación de poleas de acuerdo a su estructura

Polea simple . Una polea simple es, básicamente, una polea que está unida a otro operador a través de su propio eje. Siempre va acompañada, al menos, de un soporte y un eje:

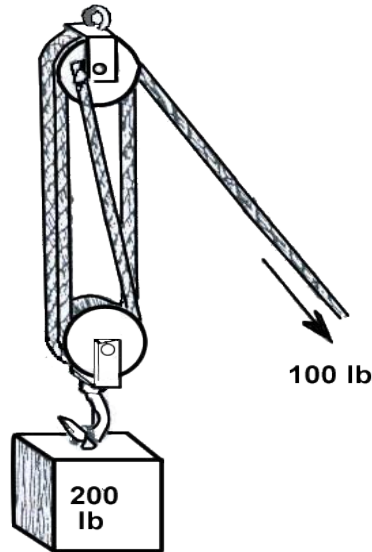


Figura 2.9: Las poleas múltiples crean muchas ventajas en los mecanismos.

- El soporte es el que detiene todo el conjunto y lo mantiene en una posición fija en el espacio. Forma parte del otro operador al que se quiere mantener unida la polea en el caso de la ventana automática es el aluminio.
- El eje cumple una doble función: eje de giro de la polea y sistema de fijación de la polea al soporte (suele ser un tirafondo, un tornillo o un remache) en la ventana es un tornillo.

Polea de gancho . Es una variación de la polea simple consistente en sustituir el soporte por una armadura a la que se le añade un gancho; el resto de los elementos básicos (eje, polea y demás accesorios) son similares a la anterior como se muestra en la Figura 2.10.

El gancho es un elemento que facilita la conexión de la *polea de gancho* con otros operadores mediante una unión rápida y segura. En algunos casos se sustituye el gancho por un tornillo o un tirafondo.

El aparejo de poleas (combinación de poleas de cable y cuerda) se emplea bajo la forma de polea fija, polea móvil o polipasto:

Polea fija . Se caracteriza porque su eje se mantiene en una posición fija en el espacio evitando su desplazamiento. Debido a que no tiene ganancia mecánica su única utilidad práctica se centra en:

- Reducir el rozamiento del cable en los cambios de dirección (aumentando así su vida útil y reduciendo las pérdidas de energía por rozamiento).

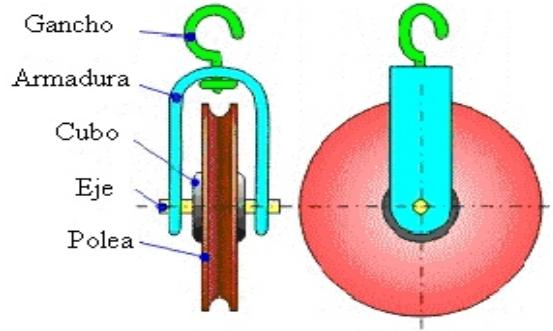


Figura 2.10: Polea de gancho.

- Cambiar la dirección de aplicación de una fuerza.

Polea móvil . Es aquella que va unida a la carga y se desplaza con ella.

Polipasto . Es una combinación de poleas fijas y móviles. Debido a que tiene ganancia mecánica su principal utilidad se centra en la elevación o movimiento de cargas. La podemos encontrar en grúas, ascensores, montacargas, tensores, etc.

2.4. Motores

La mayoría de la energía mecánica en los sistemas de control probablemente provienen de algún tipo de motor. Un motor, por supuesto, es también otro tipo de sistema que transforma la energía. Éste convierte la energía eléctrica (voltaje) en energía mecánica como movimiento rotatorio. Los motores siempre producen movimiento rotatorio (armaduras giratorias) y la velocidad rotatoria usualmente será tan alta como para controlar las aplicaciones prácticas. La velocidad en un sistema de control debe usualmente ser a su vez más lento para aumentar la seguridad y reducir la energía que requiere. En esta sección se explorará algunos significados de transformar la velocidad del movimiento rotatorio de un motor a energía mecánica útil. Un método simple pero útil de cambiar la velocidad del movimiento rotatorio del motor es usar una polea y una banda de transmisión arreglada como se muestra en la Figura 2.11. Hay que tomar en cuenta que las poleas tienen diferentes tamaños muy significativos. Los diámetros relativos indican su velocidad relativa de rotación. Por ejemplo, si la polea pequeña es atada al eje del motor, la polea más larga girará significativamente a un promedio mas bajo. Las proporciones exactas puede ser calculadas muy fácilmente. El ascenso total de la velocidad de reducción es inversamente proporcional a los diámetros de la polea esto es:

$$\frac{rpm_1}{rpm_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad (2.6)$$

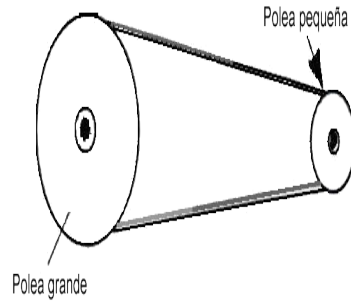


Figura 2.11: Un polea y una banda son usadas para cambiar la velocidad del movimiento de rotación.

donde:

$$\begin{aligned} rpm_1 &= \text{velocidad de la polea 1.} \\ rpm_2 &= \text{velocidad de la segunda polea.} \\ D_1 &= \text{diámetro de la polea 1.} \\ D_2 &= \text{diámetro de la polea 2.} \end{aligned}$$

A continuación se presenta un ejemplo donde se emplean las fórmulas anteriores.

Ejemplo 2.2. Se supone que se tiene un motor con una velocidad rotatoria de 100 rpm y 1 in en el diámetro de la polea que se conecta al eje del motor. La otra polea tiene un diámetro de 4 in(pulgadas). Se conocen ya tres de los valores en la ecuación, solo se hará una simple operación algebraica para encontrar el cuarto:

$$\begin{aligned} \frac{100}{rpm_2} &= \frac{4}{1} \\ \frac{100}{rpm_2} &= 4 \\ 100 &= 4 rpm_2 \\ \frac{100}{4} &= D_2 \end{aligned}$$

La polea pequeña realizará 100 revoluciones completas en un minuto mientras que la polea más grande solo realizara 25. La polea más grande rotará una vez de cuatro en promedio que lo hará la polea pequeña. Para diseñar un sistema de control, usualmente se conoce la velocidad del motor y la velocidad deseada y se necesita encontrar el tamaño de la polea apropiada. Por ejemplo un motor tiene una velocidad de 500 rpm. Se necesita bajar a 100 rpm. El primer paso es seleccionar arbitrariamente el tamaño de la polea 1. Se usará 1 otra vez sólo porque éste es el valor conveniente, resultado:

$$\begin{aligned} \frac{500}{100} &= \frac{D_2}{1} \\ \frac{500}{100} &= D_2 \\ 5 &= D_2 \end{aligned}$$

La segunda polea deberá tener un diámetro igual a 5 in (pulgadas) si se requiere aumentar el movimiento rotatorio la polea 1 (atada al eje del motor) tendrá un diámetro más grande que la polea 2. Las dos poleas deben ser cuidadosamente alineadas a la banda de subida de un lado de la polea y quitarla o sacarla prematuramente.

Las poleas y las bandas son buenos métodos de transformar la energía mecánica de una parte del sistema a otro. La banda es lo suficientemente flexible para absorber el movimiento de la fuerza aplicada al motor. Otra ventaja es que si algo entorpece el sistema, la banda probablemente se romperá o se deslizará. Esto no podría sonar como una ventaja pero es más simple reemplazar una banda que un motor quemado. Las bandas y las poleas son muy buenas si se necesita energía mecánica en forma rotatoria (movimiento en círculo) pero en muchas aplicaciones prácticas (no en su mayoría), se necesita movimiento lineal (línea-recta) en vez de un movimiento rotatorio. Afortunadamente es posible convertir movimiento rotatorio a movimiento lineal (y viceversa, si se desea) aunque frecuentemente requiere de algo más de ingenio.

2.4.1. Motores de CD

Un motor se relaciona relativamente como inductor básico y transformador. Ésto se utiliza para convertir la energía eléctrica en energía mecánica. Esto significa que una señal eléctrica a través de un motor puede causar algún movimiento físico. Un motor es una aplicación práctica de un campo electromagnético alrededor de cualquier bobina cuando pasa la corriente a través de ésta.

Hay diferentes tipos de motores, algunos son extremadamente pequeños, mientras otros son relativamente grandes. Los motores pequeños pueden mover solamente pesos muy pequeños, mientras que los motores grandes pueden mover toneladas. Algunos motores son diseñados para funcionar sobre un voltaje DC y otros un voltaje AC como fuente de poder. Sin considerar todas estas diferencias todos los motores son básicamente iguales, al menos, en sus principios fundamentales de operación.

Los motores de corriente directa son insuperables para aplicaciones en las que debe ajustarse la velocidad, así como para aplicaciones en las que requiere un par grande. En la actualidad se utilizan millones de motores de CD, cuya potencia es de una fracción de caballo en la industria del transporte como: automóviles, trenes y aviones, donde impulsan ventiladores, de diferentes tipos para aparatos de a/c, calentadores y descongeladores: también mueven los limpiadores de parabrisas y acción de levantamiento de

asiento y ventanas. Son muy útiles para arrancar motores de gasolina y diesel en autos, camiones, autobuses tractores y lanchas.

El motor de CD tiene un estator y un rotor llamado armadura como se muestra en la Figura 2.12 . El estator contiene uno no más devanados por cada polo, los cuales están diseñados para llevar intensidades de corriente directas que establecen un campo magnético. La armadura, y su devanado están ubicados en la trayectoria de este

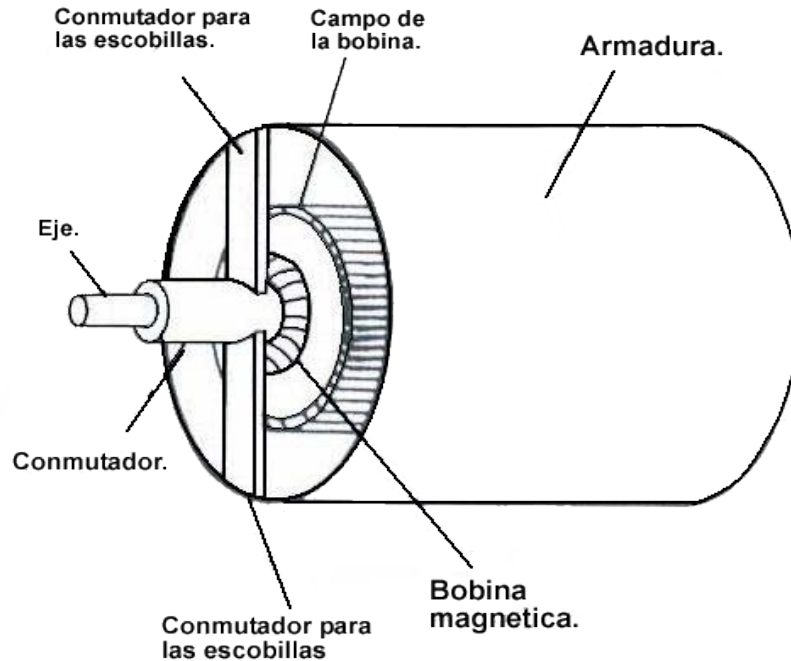


Figura 2.12: Motor de CD.

campo magnético y cuando el devanado lleva intensidades de corriente, se desarrolla un par-motor que hace girar el motor. Hay un conmutador conectado al devanado de la armadura, si no se utilizara un conmutador, el motor solo podría dar una fracción de vuelta y luego se detendría.

Para que un motor de CD pueda funcionar, es necesario que pase una intensidad de corriente por el devanado de armadura. El estator debe de producir un campo m (flujo) magnético con un devanado de derivación o serie (o bien, una combinación de ambos).

El par que se produce en un motor de CD es directamente proporcional a la intensidad de corriente de la armadura y al campo del estator. Por otro lado, la velocidad de motor la determinara principalmente la tensión de la armadura y el campo del estator. La velocidad del motor también aumenta cuando se reduce el campo del estator. En realidad, la velocidad puede aumentar en forma peligrosa cuando, por accidente,

se anula el campo del estator. Los motores de CD pueden explotar cuando trabajan a velocidades muy altas.

Clasificación de motores de CD

Los motores de CD se pueden clasificar de la siguiente manera según su funcionamiento:

Motor en serie un motor en serie es un tipo de motor eléctrico de corriente continua en el cual el devanado de campo (campo magnético principal) se conecta en serie con la armadura. Este devanado está hecho con un alambre grueso porque tiene que soportar la corriente total de la armadura.

Debido a esto se produce un flujo magnético proporcional a la corriente de armadura (carga del motor). Cuando el motor tiene mucha carga, el campo de serie produce un campo magnético mucho mayor, lo cual permite un esfuerzo de torsión mucho mayor. Sin embargo, la velocidad de giro varía dependiendo del tipo de carga que se tenga (sin carga o con carga completa). Estos motores desarrollan un par de arranque muy elevado y pueden acelerar cargas pesadas rápidamente.

Motor compound un motor compound (o motor de excitación compuesta) es un motor de corriente continua cuya excitación es originada por dos bobinados inductores independientes; uno dispuesto en serie con el bobinado inducido y otro conectado en derivación con el circuito formado por los bobinados inducidos, inductor serie e inductor auxiliar.

Los motores compuestos tienen un campo serie sobre el tope del bobinado del campo shunt. Este campo serie, el cual consiste de pocas vueltas de un alambre grueso, es conectado en serie con la armadura y lleva la corriente de armadura.

Motor shunt el motor shunt o motor de excitación paralelo es un motor de corriente continua cuyo bobinado inductor principal está conectado en derivación con el circuito formado por los bobinados inducido e inductor auxiliar.

Motor sin escobillas un motor eléctrico sin escobillas es un motor eléctrico que no emplea escobillas para realizar el cambio de polaridad en el rotor.

Los motores eléctricos solían tener un colector de delgas o un par de anillos rozantes. Estos sistemas, que producen rozamiento, disminuyen el rendimiento, desprenden calor y ruido, requieren mucho mantenimiento y pueden producir partículas de carbón que manchan el motor de un polvo que, además, puede ser conductor.

2.4.2. Motores a pasos

Un tipo especial de motor que es particularmente de interés en el campo del control remoto y automatización es el motor a pasos. Este tipo de motor consta de dos o más bobinas de posición y un pivote magnético permanente como se muestra en la Figura 2.13.

Los motores paso a paso son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos.

La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique. Este paso puede variar desde 90 grados hasta pequeños movimientos de tan solo 1.8 grados, es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso (90 grados) y 200 grados para el segundo caso (1.8 grados), para completar un giro completo de 360 grados. Estos motores poseen la habilidad de poder quedar

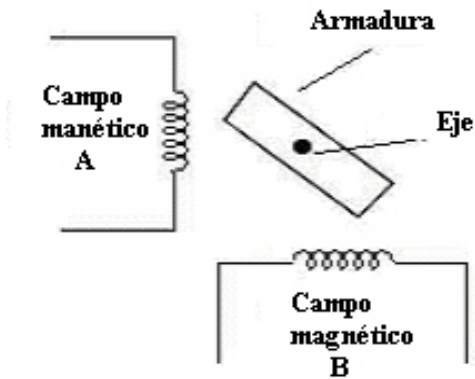


Figura 2.13: Motor a pasos.

enclavados en una posición o bien totalmente libres como se ilustra en la Figura 2.13. Si una o más de sus bobinas está energizada, el motor estará enclavado en la posición correspondiente y por el contrario quedará completamente libre si no circula corriente por ninguna de sus bobinas.

2.4.3. Servomotor

Un servo, o servomotor, es un dispositivo electromecánico utilizado principalmente en robótica y en modelismo (aeromodelismo, automodelismo...etc) Tiene la capacidad de lograr y mantener una posición, que se le indica por medio de una señal de control.

Posee únicamente tres líneas de entrada que son: tierra, vcc, y control. La línea de tierra, está conectada al negativo de la batería; la de vcc, al positivo; y la línea de control espera recibir un pulso positivo cada 20 milisegundos. Dependiendo de la duración de dicho pulso, que puede variar desde 1ms hasta 1.75ms en la mayoría de los dispositivos,

se determina la posición que el motor debe alcanzar y mantener. A diferencia de los motores paso a paso, los servos no consumen electricidad si se encuentran en la posición deseada, a menos que exista una fuerza externa que trate de cambiarla.

2.5. Sensores

La mayoría de los sistemas prácticos caseros requieren de algún tipo de sensor mecánico para monitorear el mecanismo de control. Existen innumerables tipos de sensores, alguna condición de una variable física puede ser eléctricamente sensada, un ejemplo de un sensor utilizado en los sistemas de control es un sensor magnético como el que se muestra en la Figura 2.14. Por supuesto que las señales eléctricas pueden ser sensadas directamente. En muchas aplicaciones de control, sólo se necesitará determinar sí el abastecimiento de voltaje alcanza la corriente del mecanismo de control. Obviamente esto puede ser sensado con un circuito simple que se apague (encienda) cuando el voltaje este presente. Por ejemplo, un relevador, puede ser usado como un simple sensor de voltaje.

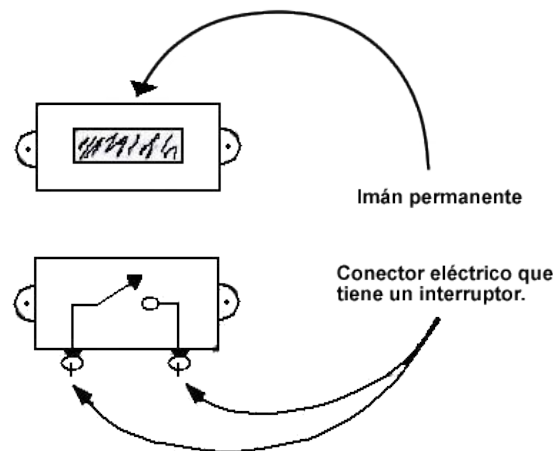


Figura 2.14: Un sensor magnético es muy útil en las aplicaciones de control.

Muchos sistemas de control envuelven mecanismos de algún tipo. Esto significa que la posición de la física a menudo necesita ser sensada. Generalmente la aproximación más fácil es usar un interruptor mecánico especial. Existen diferentes tipos de interruptores adecuados para el sensado de posición.

Un interruptor de carga magnética puede ser usado para indicar la proximidad. Generalmente se utilizan en los sistemas de alarma contra ladrones para indicar si una puerta o ventana esta abierta o cerrada. Este tipo de interruptor se ilustra en la Figura 2.15. Se divide en dos partes, una parte contiene un magneto permanente. Esta sección es aplicada en el objeto movible (como una puerta). La otra parte contiene un

interruptor de caña que responde al campo magnético. Esta sección es aplicada para un objeto fijo (como una puerta inicial), los cables conectan del interruptor al circuito. Cuando el magneto tiene cerca la proximidad del interruptor cierra sus contactos, (los abre dependiendo del diseño en específico).

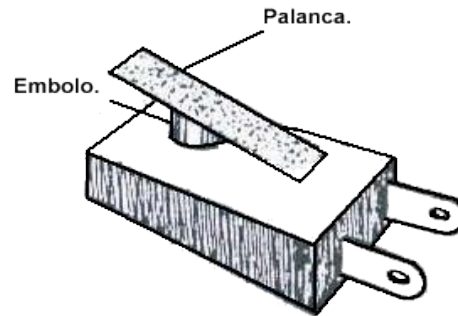


Figura 2.15: En la figura se muestra interruptor rápido que es utilizado para detectar movimientos relativamente pequeños.

Otro interruptor que es muy útil es la aplicación sensorial mecánica es el interruptor de acción rápida como el de la Figura 2.15. Un nivel pequeño sobre el objeto para ser sensada. Cuando el objeto se mueve, se mueve el nivel activando el interruptor. Este tipo de interruptor es diseñado únicamente cuando se necesita que actúe una fuerza muy pequeña.

Otro interruptor manual para la aplicación mecánica es el interruptor de mercurio, este se básicamente un tubo de cristal con dos electrodos internos que no se tocan unos con otros.

El tubo contiene un pequeño globo de mercurio. Si el interruptor es posicionado de manera que el mercurio rueda hacia abajo ambos electrodos harán contacto (el interruptor se cierra) como se muestra en la Figura 2.16. A veces el interruptor se abre. Este tipo de interruptor es útil para la sensorización angular de posición y a menudo se llama interruptor inclinado.

Los interruptores son grandes para apagar-encender o si-no, usar los sensores. En algunos otros controles de aplicación, se necesitan continuos monitoreos de las posiciones mecánicas. Interruptores múltiples pueden ser usados pero no son una solución elegante y a menudo resultan caros por complejos. Algunas veces se puede usar el movimiento mecánico que el monitor regrese a su eje de potencia métrica. Esto resulta en una variable de resistencia que corresponde a una posición mecánica como se muestra en la Figura 2.17. Un simple voltaje dividido convierte al circuito a la variable de resistencia dentro de la variable de voltaje. Otro mecanismo de posición mecánica continua. El voltaje cae por un diodo polarizado directamente que es más o menos constante. (Alrededor de 0.7V por un diodo de silicio). Una cadena de diodos pueden ser usados como precisión del voltaje dividido. La cadena esta hecha de dos partes. La primera es

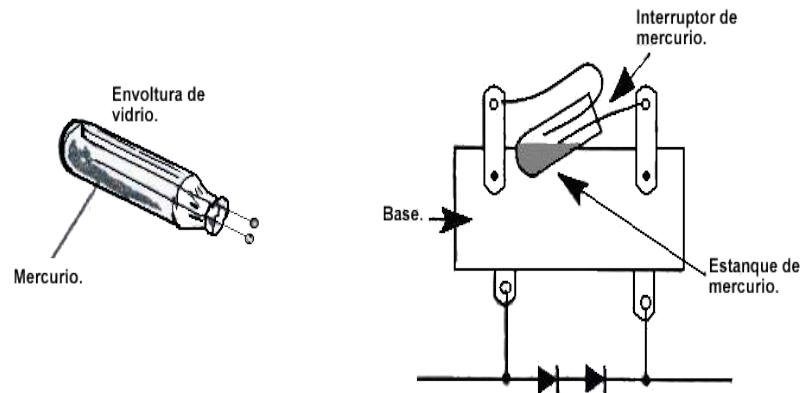


Figura 2.16: Los interruptores de mercurio son usualmente utilizados porque se puede sentir ángulo. Este es un interruptor rápido que es utilizado para detectar movimientos relativamente pequeños.

una cadena aislante que se extiende por el objeto que será monitoreado (tal vez una puerta abierta y cerrada). Al final de la puerta aislante una longitud de cables conductores aislantes que terminan en un paso. Los alambres pasan a través de una serie de aros unidos entre los diodos como se puede apreciar en la Figura 2.18.

Como el objeto se mueve el peso caerá y se levantará de un extremo, el cable se conecta con todos los diodos. Cuando el objeto comienza a moverse fuera de este extremo, el cordel cae hacia los anillos. Como el objeto se mueve más allá de la posición del extremo original, los diodos son más y más removidos dando como resultado un voltaje más largo. Muchos otros tipos de sensores están disponibles para varios propósitos en especial. La luz puede ser medida en fotoresistores, fototransistores o fotoceldas. El sonido puede ser detectado con un micrófono y un simple circuito, (interruptor operado a través de la voz).

Un termistor es un componente que varía su resistencia en respuesta de la temperatura ambiente. Diversos sensores de gas han sido puestos al mercado para servir como *nariz eléctrica*.

2.6. Circuitos integrados digitales

En la actualidad los circuitos integrados son la base fundamental del desarrollo de la electrónica, debido a la tendencia a facilitar y economizar las tareas del hombre. Por esto es fundamental el manejo del concepto de circuito integrado, no sólo por aquellos que están en contacto habitual con éste, sino también por las personas en general, debido a que este concepto debe de quedar inmerso dentro de los conocimientos mínimos de

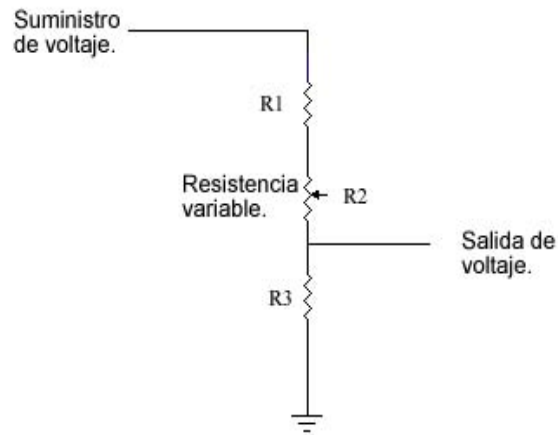


Figura 2.17: Un simple divisor con una resistencia variable puede introducir un voltaje variable.

una persona. Un circuito integrado es una pieza o cápsula que generalmente es de silicio o de algún otro material semiconductor, que utilizando las propiedades de los semiconductores, es capaz de hacer las funciones realizadas por la unión en un circuito, de varios elementos electrónicos, como: resistencias, condensadores, transistores, etc [19].

Clasificación de los circuitos integrados

Existen dos clasificaciones fundamentales de circuitos integrados(CI): los análogos y los digitales; los de operación fija y los programables; en este caso nos encargaremos de los circuitos integrados digitales de operación fija. Estos circuitos integrados funcionan con base en la lógica digital o álgebra de Boole, donde cada operación de ésta lógica es representada en electrónica digital por una compuerta.

La complejidad de un CI puede medirse por el número de puertas lógicas que contiene. Los métodos de actuales de fabricación permiten construir CI's cuya complejidad está en el rango de una a 10⁵ o más puertas por pastilla.

Según esto los CI's se clasifican en los siguientes niveles o escalas de integración:

1. SSI (pequeña escala): menor de 10 compuertas.
2. MSI (media escala): entre 10 y 100 compuertas.
3. LSI (alta escala): entre 100 y 10.000 compuertas.
4. VLSI (muy alta escala): a partir de 10.000 compuertas.

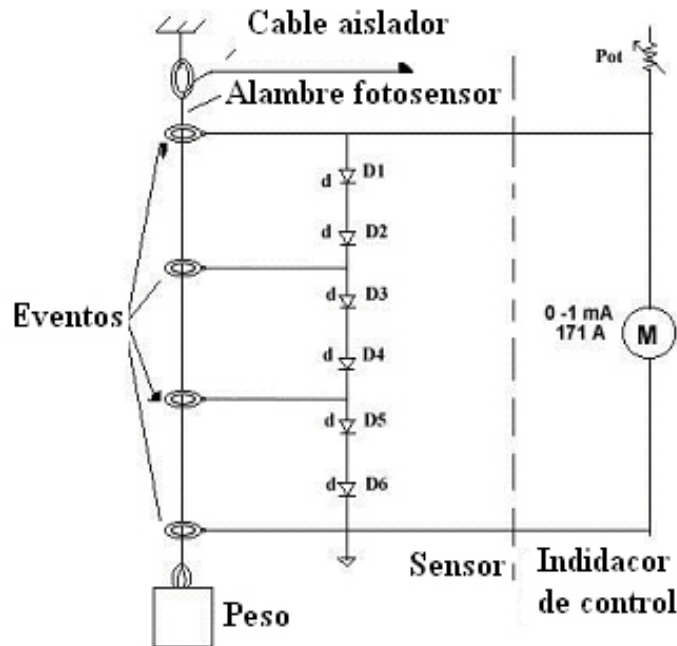


Figura 2.18: Cadena de diodos para sensar la posición de movimientos mecánicos.

Familias lógicas

Los circuitos digitales emplean componentes encapsulados, los cuales pueden albergar puertas lógicas o circuitos lógicos más complejos.

Estos componentes están estandarizados, para que haya una compatibilidad entre fabricantes, de forma que las características más importantes sean comunes. De forma general los componentes lógicos se engloban dentro de una de las dos familias siguientes:

1. TTL: diseñada para una alta velocidad.
2. CMOS: diseñada para un bajo consumo.
3. La familia lógica ECL se encuentra entre la TTL y la CMOS. Esta familia nació como un intento de conseguir la rapidez de TTL y el bajo consumo de CMOS, pero en raras ocasiones se emplea.

2.6.1. Compuertas lógicas

Todos los circuitos lógicos digitales, desde el más simple contador hasta el más sofisticado micro-procesador, son hechos interconectando simples *bloques de construcción*, llamados compuertas lógicas (logic gates).

Tabla 2.1: Diferencias de trabajo entre tecnología TTL y CMOS.

Parámetro	TTL Estándar	TTL 74L	TTL Schot- tky de baja potencia LS	Fairchild 4000B CMOS con Vcc=5V	Fairchild 4000B CMOS con Vcc=10V
Tiempo de propa- gación de puerta	10 ns	33 ns	5 ns	40 ns	20 ns
Frecuencia máx- ima de fun- cionamiento	35 MHz	3 MHz	45 MHz	8 MHz	16MHz
Potencia disipada por puerta	10 mW	1 mW	2 mW	10 nW	10 nW
Margen de ruido admisible	1 V	1 V	0.8 V	2 V	4 V Vcc

Hay cuatro compuertas básicas, y ellas son diseñadas de acuerdo a su función como SI, NO, Y, O, o sea, las cuatro expresiones sencillas mínimas con las cuales se puede responder a situaciones de la vida real. Cada una de estas compuertas básicas tiene una o más entradas, una sola salida, y una pareja de terminales para conexión a la fuente de poder (pilas, baterías, adaptador de corriente, etc.). En las compuertas bipolares, hechas con la misma tecnología de los transistores comunes PNP o NPN, conocidas como compuertas TTL, el voltaje de la fuente de alimentación debe estar entre 4.75 y 5.25 volts, por lo que popularmente se trabaja con el punto medio de este rango, o sea 5 voltios Vcc. Las compuertas hechas con tecnología CMOS son más susceptibles a dañarse por la electricidad estática debido al manipuleo mientras se instalan en el circuito a ensamblar, pero luego permiten un rango bastante amplio en el voltaje de alimentación: funcionan desde 3 Vcc hasta 15 Vcc [19].

En electrónica digital, más concretamente en el sistema numérico binario, no se habla de números de *tantas cifras*, como en el sistema decimal, sino que se dice que una palabra (word) de *tantos bits*. Word significa *palabra* en inglés, pero en este caso se emplea más bien como sinónimo de número, o combinación de varios símbolos para expresar una cierta cantidad. Aunque un word puede tener cualquier cantidad de bits, se ha popularizado entre los especialistas de computadoras en uso de words con ocho bits; estos son llamados sencillamente bytes. Un word que tenga cuatro bits es denominado nibble. Un ejemplo: 0001011100101001 Es un word con diecisiete bits; es un word con dos bytes, o sencillamente es un word con cuatro nibbles. 00010111 00101001 Es un word igual al anterior, pero separados los bytes para una mejor visualización. Igual que en el sistema decimal, los bits *cero* al comienzo de un word (lado izquierdo) no representan

ninguna cantidad, pero se acostumbra colocarlos para facilitar el manejo en los circuitos electrónicos de computo.

2.7. Comentarios y referencias

En este capítulo se presentaron todos los principios básicos desde el uso adecuado de motores, el diseño de poleas de primero, segundo y tercer grado con la finalidad de poder diseñar un circuito mecánico eléctrico de control que pueda cumplir todas las necesidades para poder mover una ventana de aluminio. Por otro lado se analizan los diferentes tipos de sensores al menos los mas comunes para poder realizar una aplicación adecuada de éstos. Para finalizar se realiza una explicación básica de la aplicación de compuertas lógicas, también se dan especificaciones de las tecnologías de circuitos integrados (TTL y CMOS).

Si se quiere aprender más sobre estos principios se recomienda el manual: *Técnicas y Automatización del Control Remoto*[6].

Para una mejor explicación sobre el uso de motores se recomienda el libro *Mecánica para ingenieros Estática* [17].

Capítulo 3

Consideraciones en la automatización de ventanas

Un tanto diferente en los requerimientos de construcción, es que el proyecto de automatización de ventanas requiere una gran parte de dispositivos electrónicos. Por lo tanto, este capítulo tiene como objetivo dar algunas consideraciones y sugerencias para la construcción de las etapas de control.

La organización de este capítulo es la siguiente: en la Sección 3.1 se presenta una introducción al uso adecuado de las corrientes (AC y DC) así como las medidas de seguridad que se deben tener para el diseño de circuitos electrónicos para la ventana automática. En la Sección 3.2 se presentan algunas ideas de cómo poder adquirir los elementos para el diseño de los circuitos de la ventana automática. En la Sección 3.3 se explica los tipos de modulación haciendo énfasis en modulación ASK así como la comunicación digital. En la Sección 3.4 se presenta una introducción a la comunicación digital y se dan algunas ventajas que tiene sobre la comunicación analógica. Finalmente en la Sección 3.5 se presentan los comentarios y referencias de este capítulo.

3.1. Introducción

Muchas de las etapas de este proyecto de tesis involucran AC (Corriente Alterna). No se puede exagerar de la importancia de la seguridad en este sentido, ni tomar métodos que podrían ser fatales, esto no es una excusa.

A continuación se dan algunas consideraciones al hacer uso de corriente alterna:

- Uso adecuado de la AC en los circuitos. Nunca se permite que se caliente el circuito durante una operación. Se debe de aislar los cables de AC. Nunca se usa metal tanto en las cubiertas como en las terminaciones, se aísla la línea de AC. Uso adecuado de la tierra.
- Se usan cables que no tengan problemas con la corriente que se va a trabajar.

- Los fusibles no son opcionales!. Se usan todos los fusibles en los proyectos. Estos están para una razón, son medios de protección. Omitiendo 50 céntimos del fusible, esto puede ser fatal.
- Nunca se usa un fusible que no sirve, esto podría dañar el circuito. También se puede correr el riesgo de una lesión o hasta la muerte.
- Mantener retiradas las manos del circuito electromecánico cuando ya esté funcionando y buscar alguna manera de que nadie las pueda acercar mucho.
- Que todos los movimientos mecánicos sean visibles, por ejemplo una ventana automática. Esta es una buena idea para ver todos los movimientos lentos, permitiendo que las personas puedan visualizar. Donde podría ser una lesión seria real. Además visuales o audibles deberán ser usados cada vez que el circuito este en movimiento.
- Siempre se debe asegurar que todos los movimientos se puedan apreciar a simple vista. Se recuerda que se compromete cuando la seguridad preocupe. La seguridad será una preocupación en todo momento.

3.2. Encontrando partes

Los proyectos del control remoto y la automatización de ventanas siempre tienen alguna parte inusual. Especialmente los sensores pueden ser siempre un problema difícil de localizar. Las ventas normales para componentes electrónicos, usualmente son partes necesarias. En algunos casos los componentes específicos del mecanismo podrían no estar disponibles. Se podría necesitar personalizarlo para designarlo completamente a propósito diferente. Como siempre se requiere de ingenio.

Se podría asumir que ya se conoce como encontrar componentes electrónicos estándares. Esta sección se dan algunos consejos de cómo buscar estas partes. Diferentes tiendas son buenos lugares donde puedan estar. La mayoría de las ciudades de la República Mexicana tienen al menos un deshuesadero de autos. La industria también tiene a la venta componentes mecánicos a precios muy accesibles.

Otra alternativa que actualmente se ha puesto de moda la compra-venta por internet o correo electrónico, al igual que en el mercado normal, se tienen ventajas y desventajas al comprar por correo electrónico, como son:

ventajas :

- Hay ofertas usualmente a precios bajos.
- Hay siempre reservas de larga variedad de artículos.

Desventajas :

- La mayor desventaja es estar comprando artículos y no poder tenerlos antes de comprarlos.
- La descripción del catálogo puede ser engañosa. Esto no siempre nos indica un intento mal. Frecuentemente, es difícil describir el artículo adecuado. En algunos casos las fotografías no son suficientes en particular un problema es cuando se intenta adquirir una pieza para experimentación ya que las partes que se necesitan o si se intenta usar para algún otro propósito
- Comprando sustitutos por correo es admisible. Afortunadamente no se compra sin ver, se debería conseguir negociar. Se debe tener cuidado al comprar, la dirección del correo electrónico del artículo puede ser encontrada o vista en revistas de equipo experimental por ejemplo la revista de *Saber electrónica*.

Anteriormente las aplicaciones en el hogar puede ser otra forma de conseguir las partes, especialmente montajes mecánicos. Se piensa acerca de cada función y aplicación que se llevaran a cabo. Casi siempre estas funciones pueden ser reemplazadas. Se trata de no considerar las aplicaciones y funciones primarias con las segundas, por ejemplo, su función principal de un refrigerador es conservar los alimentos en buen estado. Algunos refrigeradores modernos incluyen un descongelador automático, usualmente el sensor puede ser extremadamente útil en los proyectos de control. Los menos útiles pueden ser canalizados para funciones secundarias.

Se puede ir a la venta de aparatos usados. Se puede casi siempre hacer buen negocio. En muchos casos, la unidad necesita alguna reparación para llevar a cabo la función principal, pero una de las funciones secundarias podría ser trabajada perfectamente.

La chatarra y los comerciantes en los tianguis son otra excelente idea para encontrar las partes mecánicas. Ignorar la aplicación original, pensar si o no esta parte puede ser usado para llegar a cabo la operación que se tiene en mente. Una poca de creatividad en las compras se puede rescatar literalmente obtener ahorros de cientos de pesos en un sistema de control completo.

Aunque se asegura que los componentes mencionados en el proyecto están disponibles. Se dan algunas advertencias. Siempre se recuerda que la electrónica es un campo que cambia rápidamente, así que existe siempre la posibilidad que un componente en específico podría ser discontinuado. Esto es particularmente común en los CI's. La manufactura de un componente electrónico esta en función si tiene o no suficiente demanda.

Desgraciadamente, cuando estas cosas suceden, esto es lo que se puede hacer. En los proyectos, se hace la mejor suposición acerca de cuales componentes probablemente permanezcan disponibles en un tiempo, pero por supuesto que no esta infalible. Si la industria electrónica ha decidido discontinuar un componente y no hacer uno similar entonces no se puede hacer nada.

Sin embargo, si se encuentra con un problema semejante, especialmente si el circuito ha sido discontinuado, se podría aun encontrarlo. Algunas proveedoras de partes podrían aun tener suplimientos. Casi siempre los componentes discontinuados pueden

encontrarse (usualmente en precios excelentes) en los catálogos de componentes ya discontinuados que se anuncian en espacios de revistas de electrónica como la de *Saber Electrónica*.

Realmente no se cree que se tenga el mayor problema en encontrar los componentes requeridos para este trabajo de tesis, aunque en algunos de los casos un pequeño estudio de trabajo creativo sea necesario.

3.3. Modulación

En un sistema de transmisión, es imprescindible la existencia de un equipo transmisor, un canal de comunicación y un dispositivo receptor. Las características del transmisor y del receptor deben ajustarse a las características del canal. En los sistemas de radio, el canal es conformado por el aire y la manera de lograr que una señal se propague en el espacio, es mediante ondas electromagnéticas, comúnmente denominadas ondas de radio. Estas ondas, para transportar información necesitan ser modificadas en alguno de sus parámetros en función de la información [20].

Se denomina *modulación* al proceso de colocar la información contenida en una señal, generalmente de baja frecuencia, sobre una señal de alta frecuencia. Debido a este proceso la señal de alta frecuencia denominada portadora, sufrirá la modificación de alguna de sus parámetros, siendo dicha modificación proporcional a la amplitud de la señal de baja frecuencia denominada moduladora. A la señal resultante de este proceso se le denomina señal modulada y es la señal que se transmite [15]. En la Figura 3.1 muestra el proceso de modulación de una señal de audiofrecuencia

Los sistemas tradicionales de comunicaciones electrónicas, que usan técnicas convencionales de modulación analógica, como los de *modulación de amplitud* (AM), *modulación de frecuencia* (FM), *modulación de fase* (PM) se están sustituyendo rápidamente por sistemas de comunicación digital, ya que son más modernos, que tienen varias y notables ventajas sobre los sistemas analógicos tradicionales: fidelidad de procesamiento, facilidad de multiplexado e inmunidad al ruido[20].

Tipos de modulación

En las telecomunicaciones se utilizan diferentes tipos de modulación dependiendo de la aplicación que se les vaya a dar, sin embargo las más utilizadas son las siguientes:

1. Amplitud (AM, ASK: Amplitude Shift Keyne). La moduladora modifica la amplitud de la modulada.
 2. Frecuencia (FM, FSK: Frequency Shift Keyne). La moduladora modifica la frecuencia de la modulada.
 3. Fase (PM, PSK: Phase Shift Keyne). La moduladora modifica la fase de la modulada.
-

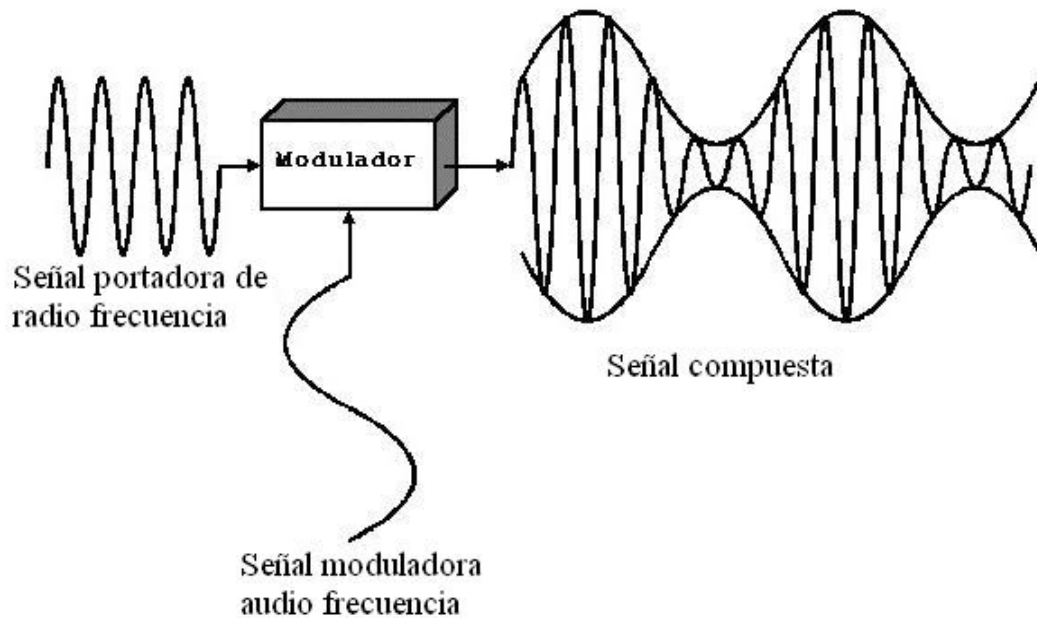


Figura 3.1: Representación de la modulación.

En la Figura 3.2 se presentan estos tipos de modulación tanto para el caso analógico como para el digital.

3.4. Comunicación digital

El término *comunicación digital* abarca una gran área de técnicas de comunicaciones, que incluye la transmisión digital y el (o la) radio digital. Se aplica la transmisión de pulsos digitales entre dos o más puntos en un sistema de comunicaciones. Los sistemas digitales de transmisión requieren una instalación física entre el transmisor y el receptor, como un par de hilos metálicos, un cable coaxial o un cable de fibra óptica. En los sistemas digitales de radio, el medio de transmisión podría ser el espacio libre, la atmósfera terrestre o una instalación física, como un cable metálico o de fibra óptica.

En la Figura 3.3 se muestra el diagrama simplificado a bloques de un sistema de transmisión digital. En primer lugar la fuente original de información puede estar en forma digital o analógica. Si ésta en forma analógica debe convertirse en pulsos digitales antes de la transmisión, y reconstruirse a la forma analógica en el extremo de la recepción. En un sistema digital de radio, la señal moduladora de entrada y la señal demodulada de salida son pulsos digitales. Estos se podrían originar en un sistema digital de transmisión, o en la fuente original digital, como puede ser una computadora

	Moduladora Analógica	Moduladora Digital
Portadora Analógica	AM, FM, PM	ASK, FSK, PSK
Portadora Digital	PAM, PDM, PPM, PCM, Delta	Recodificadores

Figura 3.2: Tipos de Modulación.

central, o bien estar en la codificación binaria de una señal analógica [16].

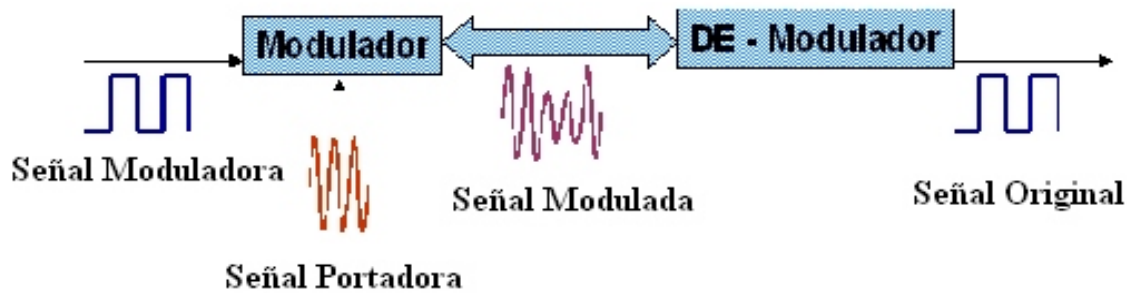


Figura 3.3: Comunicación digital.

Modulación digital de amplitud (ASK)

La técnica de modulación más fácil es la modulación digital de amplitud, que no es más que modulación de amplitud con portadora completa y doble banda lateral. La ecuación que describe la modulación digital de amplitud mediante una señal binaria es [20]:

$$V_{AM}(t) = [1 + V_m(t)] \left[\frac{A}{2} \cos(\omega_c t) \right] \quad (3.1)$$

donde

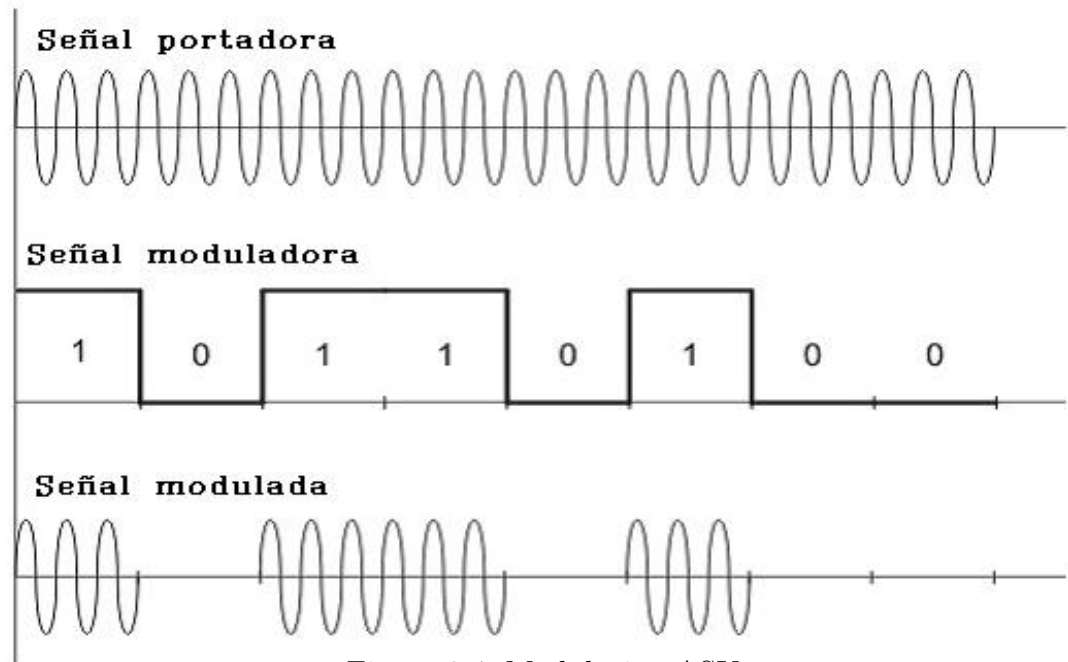


Figura 3.4: Modulación ASK.

$V_{AM}(t)$ = voltaje de la onda de amplitud modulada.

$A/2$ = amplitud de la portadora no modulada (volts).

$V_m(t)$ = señal binaria moduladora (volts).

ω_c = frecuencia de la portadora en radianes(radianes por segundo).

de (3.10) se observa que la señal moduladora $V_m(t)$ es una forma de onda binaria normalizada, en la que $+1$ V=1 lógico, y -1 V=0. Por consiguiente, para una entrada de un 1 lógico $V_m(t) = +1$, y la Ecuación 3.1 se reduce a:

$$V_{AM}(t) = [1 + 1]\left[\frac{A}{2}\cos(\omega_c t)\right] = A\cos(\omega_c t) \quad (3.2)$$

y para una entrada de un 0 lógico, $V_m(t) = -1$, y (3.10) reduce a:

$$V_{AM}(t) = [1 - 1]\left[\frac{A}{2}\cos(\omega_c t)\right] = 0 \quad (3.3)$$

El proceso de modulación digital de amplitud esta representado en la Figura 3.4.

Debido a que la señal moduladora es una secuencia periódica de pulsos, su espectro de frecuencias obtenido por medio del desarrollo en serie compleja de Fourier tiene la característica de la función $\text{sen}x/x$ como se puede apreciar en la Figura 3.5[20].

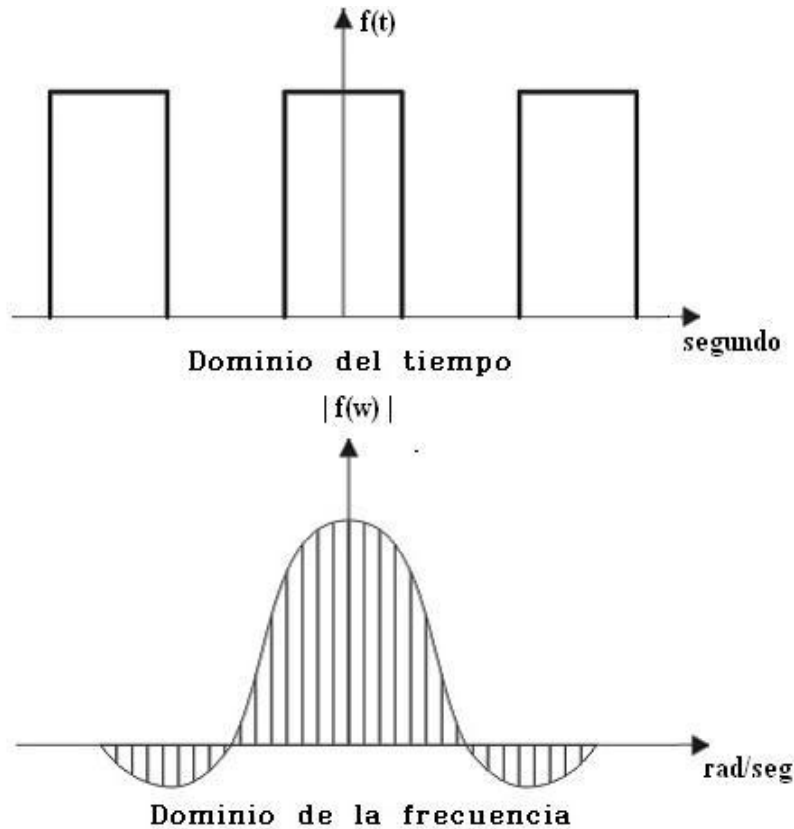


Figura 3.5: Señal moduladora en el dominio en tiempo y frecuencia.

Este caso es similar a la modulación de amplitud para señales analógicas, o sea que se produce un desplazamiento de frecuencias, que en este caso traslada todo el espectro de frecuencias representativo de la secuencia de pulsos periódicos.

Por consiguiente la portadora está *encendida* o *apagada*, y es la causa de que la modulación digital de amplitud se le suele llamar modulación por manipulación *encendido-apagado*, todo o nada (OOK, de *on-off keying*). A veces, a la modulación por amplitud se le llama *onda continua* (CW, de *continuous wave*) porque cuando se transmite la portadora (es decir esta encendida), tiene amplitud constante, frecuencia constante y fase constante [20].

3.5. Comentarios y referencias

Si se desea una comprobación sobre el resultado de los circuitos resistivos que se presentaron en este capítulo en la Sección ?? se recomienda realizar las pruebas en la protoboard (tablilla de prueba) y realizar las mediciones con el multímetro.

En el caso de no encontrar un dispositivo electrónico que se vaya a utilizar en el

diseño del circuito se recomienda buscar un reemplazo el cual se puede conseguir en tiendas de componentes electrónicos como puede ser Steren entre otras.

La modulación ASK que se presenta en este capítulo se emplea en el diseño del control remoto, que se vera en el siguiente capítulo.

Capítulo 4

Instrumentación de ventanas

El objetivo de este capítulo es dar la instrumentación empleada de la ventana, desde el sensado, la etapa de potencia hasta la etapa de comunicación entre el transmisor y receptor. Las técnicas que describen este capítulo pueden ser aplicadas a otros mecanismos similares como puede ser una puerta. Se puede utilizar la imaginación para realizar estas técnicas y así implementarlas.

Este capítulo está organizado de la siguiente manera: en la Sección 4.1 se presenta una introducción sobre como sensar la posición de una ventana comercial. En la Sección 4.2 se presentan las etapas de como diseñar el control automático de una ventana comercial estándar y las normas que rigen a la domótica para poder aplicarlas en este trabajo de tesis. En la Sección 4.3 se presentan los cálculos necesarios para elegir un motor adecuado y una antena transmisora y receptora para la comunicación del control automático. En la Sección 4.4 se realizan pruebas para el control remoto, tanto transmisor como receptor con la finalidad de poder aplicarlo al diseño de la ventana automática. Y por último en la Sección 4.5 se presentan los comentarios y referencias del capítulo.

4.1. Introducción

Si se controla la posición de ventanas, se necesita conocer las condiciones iniciales. Por ejemplo: tratar de abrir una ventana que ya está abierta no sería algo útil, pero sí peligroso, ambos procesos necesitan un sistema de control que incluya un sensor o una persona cercana para actuar bajo esas condiciones.

El primer paso para automatizar la ventana es dotarla de instrumentos que permitan tener conocimiento del estado inicial de apertura y cierre en que se encuentra. Un interruptor típico que se puede utilizar es un interruptor magnético rojo que seguramente ya se conoce o se ha utilizado. Estos interruptores constan de dos partes. La primera parte, es montada en la parte trasera de la ventana, que contiene un pequeño imán, por lo que no requiere de una fuente de energía eléctrica y al abrir ventanas (puertas) va pegado en la parte trasera de alguno de estos.

La otra sección es montada sobre el marco de la ventana (la base de la puerta) por lo tanto cuando se abre o se cierra la puerta o la ventana (puerta) se alinea con el imán. Esta sección contiene un pequeño interruptor magnético rojo, y la conexión eléctrica se puede hacer en esta parte en algún interruptor. Cuando la ventana (puerta) es cerrada, el campo magnético activa al interruptor que esta en estado estacionario. Una típica instalación se muestra en la Figura 4.1 para el caso de una puerta.

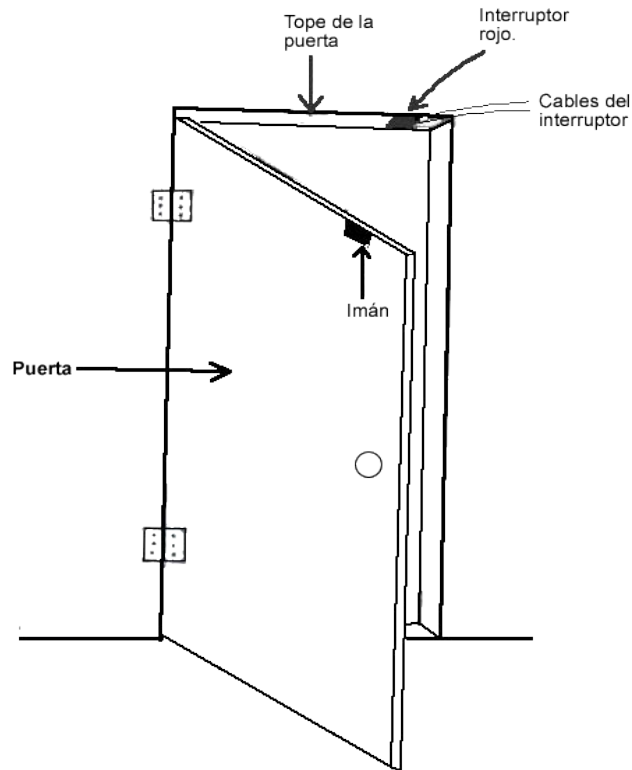


Figura 4.1: Instalación típica usando los interruptores magnéticos rojos.

Las versiones de interruptores magnéticos rojos que se pueden encontrar en el mercado son: normalmente abierto y normalmente cerrado. Un interruptor normalmente abierto (significa que a falla de la energía eléctrica el interruptor se abre), el interruptor está cerrado y la puerta o la ventana están cerradas, el interruptor se encuentra abierto cuando la puerta o la ventana están abiertas. Un interruptor normalmente cerrado trabaja exactamente igual pero hace lo inverso.

Por otro lado dentro de los componentes electrónicos se pueden encontrar sensores de fin de carrera, sensores de contacto que son dispositivos eléctricos, neumáticos o

mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo la ventana-(puerta) que tiene que abrirse y cerrarse hasta un cierto punto otro ejemplo es una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA o NO en inglés), cerrados o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados, de ahí la gran variedad que existen en el mercado [10]. Generalmente estos sensores están compuestos por dos partes: un cuerpo donde se encuentran los contactos y otra que detecta el movimiento. Su uso es muy diverso, empleándose, en general, en todas las máquinas que tengan un movimiento rectilíneo de ida y vuelta o sigan una trayectoria fija, es decir, aquellas que realicen una carrera o recorrido fijo, como por ejemplo ascensores, montacargas, robots, etc.

Los sensores de fin de carrera están fabricados en diferentes materiales tales como metal, plástico o fibra de vidrio, en la Figura 4.2 se muestra el sensor plástico.



Figura 4.2: Sensor fin de carrera.

Sin embargo, existen diferentes tipos de sensores que de alguna manera pueden realizar la misma función, como el caso del optointerruptor ITR8102.



Figura 4.3: Optointerruptor ITR8102.

Cuando una tarjeta o un simple papel pasa en medio del sensor este genera 0 Volts en la salida y cuando no pasa nada genera Vcc (voltaje de alimentación del sensor).



Figura 4.4: Motor reductor.

4.2. Abrir una ventana automáticamente

Para la automatización de una ventana se resumen las siguientes etapas:

Caracterización de la planta (ventana) . En esta etapa se deben conocer las dimensiones de la ventana, esto con la finalidad de calcular el par requerido en el eje del motor.

Selección de sensores y actuadores . Ya que se conocen las características de la ventana el siguiente paso es conocer que tipo de motor se va a emplear, es decir, que éste cumpla con las necesidades que se requieren para realizar el trabajo de movimiento de la ventana.

Poleas

La parte mecánica es sin duda alguna una de las partes más importantes para el diseño de la ventana automática. Es indispensable el uso de poleas y cable para mover la ventana, como ya se vio en el Capítulo 2 en la Sección de mecanismos, las poleas son de gran ayuda para realizar movimientos de obstáculos, en este trabajo de tesis el obstáculo a deslizar es la ventana comercial. Las poleas que se van a utilizar son poleas con cable, la cual se describe como un tipo de polea cuya garganta (canal) ha sido diseñada expresamente para facilitar su contacto con cuerdas, por tanto suele tener forma semicircular. La misión de la cuerda (cable) es transmitir una potencia (un movimiento o una fuerza) entre sus extremos. El mecanismo resultante de la unión de una polea de cable con una cuerda se denomina aparejo de poleas. Esta polea se puede encontrar en dos formas básicas:

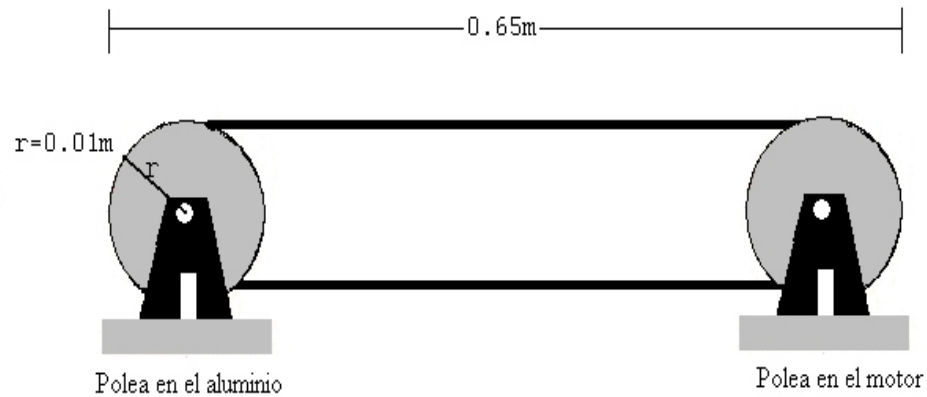


Figura 4.5: Parámetros reales de posición de poleas para la ventana comercial.

como polea simple y como polea de gancho que ya se vieron en el Capítulo 2. La que se ocupa en este trabajo de tesis es la polea fija como la que se ilustra en la Figura 4.6, esta consiste en una polea unida con el par del motor como se vio en el Capítulo 2 en la sección de uso de motores. Una vez que se tiene la polea unida con el eje del motor se coloca otra polea al final de la ventana de manera vertical, ambas poleas deben ser iguales en cuanto a su tamaño para facilitar el movimiento de la ventana. Estas poleas quedan de manera vertical como se muestra en la Figura 4.5.

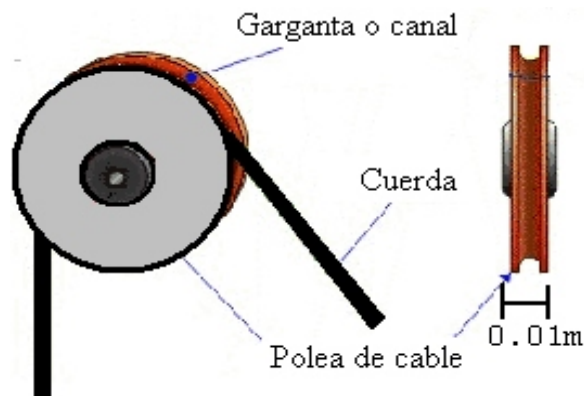


Figura 4.6: Polea fija.

El cordón o cable que se ocupa para mover la ventana es un simple cordón de hilo con plástico el cual se obtuvo de un cortinero común. Este cordón une a las dos poleas y el cual es fijado a la ventana para que cuando giren las poleas el cordón

jale la ventana ya sea que la abra o que la cierra dependiendo de lo que quiera hacer el usuario.

Driver para el actuador . Lo siguiente es diseñar un circuito que pueda mover al motor en ambas direcciones y así poder implementarlo en la ventana. Este circuito se llama puente H el cual puede ser diseñado con transistores bipolares o con MOSFETs, en el caso de la ventana automática se emplearan MOSFETs los cuales tienen un mejor rendimiento que los transistores.

A continuación, se describen estas etapas aplicadas al proyecto de esta tesis:

Caracterización de la planta . En este trabajo de tesis se emplea una ventana comercial cuyo material es de aluminio y tiene las dimensiones estándares son: 0.9 m de largo por 0.6 m de ancho como se muestra en la Figura ??.

Selección de sensores y actuadores . ITR8102 el cual funciona como su nombre lo indica de interruptor, este tipo de interruptores son los que se ocupan en el proyecto de la ventana automática los cuales indican cuando la ventana se abrió por completo o de lo contrario se cerró por completo. Una fotografía de este sensor se muestra en la Figura 4.3.

Driver para el motor . Para el diseño de driver se emplearon transistores MOSFETs que se describen a continuación. El MOSFET es un dispositivo de 4 terminales y la corriente que circula internamente es controlada por un campo eléctrico. En la Figura 4.7 se muestra el símbolo empleado para un MOSFET canal n . Los terminales son Fuente (Source), Compuerta (Gate), Drenaje(Drain) y el Substrato (Substrate) cuando está polarizada la compuerta ($V=0$), se cierran la uniones $p-n$ ubicadas entre el drenaje y la fuente y por esto no hay flujo de corriente entre la fuente y el drenado. Cuando se le aplica a la compuerta un voltaje positivo con respecto a la fuente (la entrada y el substrato son comunes), las cargas negativas en el canal son inducidas y comienza a circular corriente por el canal. De ahí en adelante la corriente es controlada por el campo eléctrico, este tipo de dispositivo es llamado transistor de efecto de campo de unión o JFET [10]. El MOSFET ha reemplazado a los BJT (Bipolar Junction Transistor) en muchas aplicaciones electrónicas porque sus estructuras son mas sencillas y su costo es menor. Entre estos también se encuentran los MOSFET de canal n (NMOS), MOSFET de canal p (PMOS), MOSFET complementarios (CMOS), memorias de compuertas lógicas y dispositivos de carga acoplada (CCDs) [21].

Hay cuatro modos básicos d operación para los MOSFET's de canal n y de canal p y son los siguientes:

1. *Modo de enriquecimiento del canal (normalmente OFF)*. Cuando el voltaje de compuerta es cero, la conductancia del canal es muy baja y éste no

conduce, es decir, se necesita un voltaje positivo para que el canal entre en conducción.

2. *Modo de vaciamiento del canal n (normalmente ON)*. Si existe equilibrio en el canal, un voltaje negativo debe ser aplicado a la compuerta para extraer los portadores del canal.
3. *Modo de enriquecimiento del canal p (normalmente OFF)*. Un voltaje negativo debe ser aplicado a la compuerta para inducir a que el canal conduzca.
4. *Modo de vaciamiento del canal p (normalmente ON)*. Un voltaje positivo debe ser aplicado a la compuerta para extraer los portadores del canal y aislarlo.

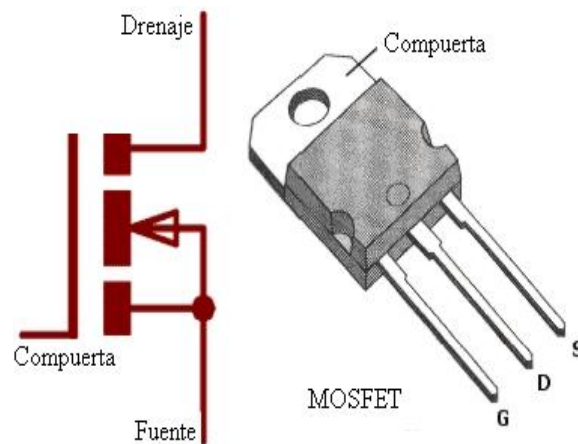
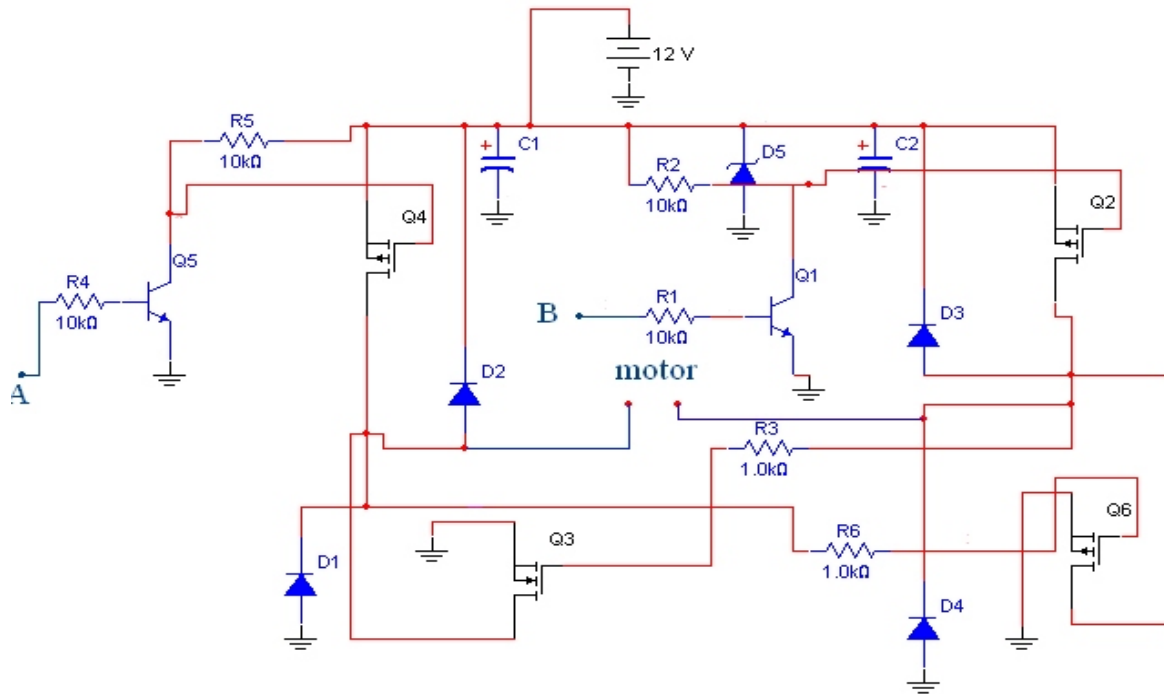


Figura 4.7: MOSFET canal n .

Esquema y teoría de operación del puente-H con MOSFETs

Este puente H usa MOSFETs como se muestra en la Figura 4.8 por una razón primordial, mejorar la eficiencia del puente. Cuando se utilizan transistores BJT, éstos presentaban al activarse un voltaje de saturación de aproximadamente 1V entre Emisor-Colector. La fuente de alimentación era de 10V y estaba consumiendo 2V a través de los dos transistores necesarios para controlar la dirección del motor. Se probaron darlington nada funcionó. Los transistores se calentaban demasiado y no había sitio para ventilación.

Se escogieron los MOSFETs porque tienen un resistor llamado $R_{DS(on)}$ que actúa al poner el transistor en funcionamiento. El $R_{DS(on)}$ es la resistencia entre Fuente y Drenador que presenta el transistor al activarse. Es bastante fácil comprar

Figura 4.8: Puente *H*.

MOSFETs que tengan $R_{DS(on)}$ de valores muy bajos de menos de 0.1Ω . Esto significaría que con 4 amps, el voltaje bajaría a $0.4V$ por MOSFET, una mejora sustancial.

Los MOSFET funcionan aplicando un voltaje a la Puerta. A éste tipo de funcionamiento se le llama transconductancia. Cuando se aplica un voltaje positivo mayor que el voltaje umbral de Puerta, el MOSFET se activa. Los de canal-*P* funcionan en modo inverso.

Es importante saber que además de ser extremadamente sensibles a la corriente estática, es importante tener en cuenta que si se deja la puerta en circuito abierto (sin conectar) los transistores MOSFET se pueden autodestruir. La puerta es un dispositivo de alta impedancia (más de $10 M\Omega$) y el ruido puede activar el MOSFET. Las resistencias R3y R4 se han añadido a propósito para evitar la autodestrucción del MOSFET. Es muy importante montar primero estas resistencias antes de instalar el MOSFET. Después de eliminar estas resistencias, se nota que los MOSFET son dispositivos bastante estables. Además de forzar un determinado voltaje de Puerta para desactivar los MOSFETs, las resistencias añaden protección contra la corriente estática [11].

Los diodos D1, D2, D3, y D4 devuelven EMF (Fuerza electromotriz) desde el motor a la fuente de alimentación. Algunos MOSFET (de hecho la mayoría) se

fabrican con estos diodos ya incorporados, con lo que puede ser que su instalación no sea necesaria. Q1 y Q5 son transistores NPN que controlan el funcionamiento del motor

Los modos de operación del puente H son los siguientes:

1. Modo parado: cuando $A = 0$ y $B = 0$, el motor está parado. R2y R5 conectan las Puertas de Q4 y Q2 a un voltaje positivo respectivamente desactivando los MOSFETs.
2. Modo inverso: cuando $A = 0$ y $B = 1 (+5V)$, el motor opera en modo inverso. Q1 se desactiva y Q3 se desactiva a consecuencia de R5. Q2 se activa a causa del voltaje en B. El drenado de Q4 conecta la Puerta de Q5 con tierra. Esto activa Q5 (El canal- P necesita mayor voltaje que la fuente para activarse). El lado del motor aumentará a $+12V$. R5 aumentará la Puerta de Q2 a $+11V$ o lo que es equivalente, activará Q4. La conexión el Drenador de Q2 con tierra fuerza la conexión del motor con tierra. R6 también está conectado al lado del motor, lo que conecta la Puerta de Q6 con tierra asegurando su desactivación.El camino seguido por la corriente del motor va de $+12V$ a tierra pasando por Q6, el contacto, y Q2 [11].
3. Modo Normal: cuando $A = 1$ y $B = 0$, el motor opera en modo normal. Q4 se desactiva y Q6 se activa debido a R2. Q1 se activa debido al voltaje en A y el Colector de Q1 va a tierra. Esto activa Q3 que eleva el voltaje del motor a $+12V$. R6 eleva el voltaje de la Puerta de Q6, activándolo. La presencia de R3 asegura la desactivación de Q2, cuando Q6 se desactiva. El camino seguido por la corriente del motor va de $+12V$ a tierra pasando por Q3 y Q6.
4. Modo NO PERMITIDO (o sólo permitido una vez): sí $A = 1$ y $B = 1$, entonces todos los MOSFETs se activan, provocando un desgaste de la de la fuente de alimentación. No se recomienda. El LED tricolor permite probar el circuito sin conectar el motor. El color del LED será verde para una dirección y rojo para la otra. Prueba muy útil.

Los motores provocan mucho ruido eléctrico a causa del movimiento de las astas mientras está en marcha, y enormes deltas eléctricas al parar, ponerse en marcha, y especialmente al cambiar de dirección. C1 y C2 intentan suprimir los deltas de ruido. Las deltas negativas se neutralizan al conectar D1 y D4 a tierra y a la fuente de alimentación, respectivamente. D5 intenta cortar las deltas positivas.

Si es posible, se intenta mantener la fuente de alimentación del motor separada de la fuente de alimentación del resto del circuito, o bien utilice técnicas extremas de filtrado usando bobinas, diodos, y condensadores para filtrar el ruido del motor. En la Figura 4.8 se muestra el diagrama esquemático del circuito.

Como ya se vio en el capítulo anterior existen diferentes tipos de motores, para este caso en especial se ocupara un motor reductor de los que utilizan los automóviles para el parabrisas, estos motores requieren de una corriente de 1A y utilizan 12 V de corriente continua para poder funcionar sin ningún problema en la Figura 6.1 se muestra una fotografía.

La parte que se refiere a la etapa de potencia ya se realizó sin embargo falta la más importante de todas y es la de cómo se va a transmitir y recibir la información para poder controlar el movimiento de la ventana, existen muchas formas de hacerlo algunas de ellas pueden ser: por infrarrojo, por radiofrecuencia, por laser, por fibra óptica o por un simple cable de cobre, etc. Sin duda alguno de todos estos métodos o formas de hacerlo presentan ventajas y desventajas, tomando en consideración todo esto, la mejor forma de hacerlo es por radiofrecuencia, sin embargo para poder hacerlo así se deben tomar en cuenta la normas que rigen a la domótica en cuanto a la comunicación entre transmisor y receptor esta norma es llamada X10.

Norma X10

X10 es un protocolo de comunicaciones para el control remoto de dispositivos eléctricos. Utiliza la línea eléctrica (220V o 110V) para transmitir señales de control entre equipos de automatización del hogar en formato digital.

X10 fue desarrollada en 1975 por Pico Electronics of Glenrothes, Escocia, para permitir el control remoto de los dispositivos domésticos. Fue la primera tecnología domótica en aparecer y sigue siendo la más ampliamente disponible.

Las señales de control de X10 se basan en la transmisión de ráfagas de pulsos de RF (433 MHz) que representan información digital. Estos pulsos se sincronizan en el cruce por cero de la señal de red (50 Hz ó 60 Hz). Con la presencia de un pulso en un semiciclo y la ausencia del mismo en el semiciclo siguiente se representa un 1 lógico y a la inversa se representa un 0. A su vez, cada orden se transmite 2 veces, con lo cual toda la información transmitida tiene cuádruple redundancia. Cada orden involucra 11 ciclos de red (220 ms).

Primero se transmite una orden con el Código de Casa y el Número de Módulo que direccionan el módulo en cuestión. Luego se transmite otro orden con el código de función a realizar (Function Code). Hay 256 direcciones soportadas por el protocolo.

El protocolo está formado de tal forma que la señal portadora es captada por cualquier módulo receptor conectado a la línea de alimentación eléctrica, pero sólo modificará el estado de los módulos cuando la orden vaya dirigida a la dirección que le corresponde.

Todos los fabricantes de productos X-10 siguen las normas de este protocolo para que los aparatos sean compatibles entre sí. De esta forma se pueden comprar los módulos de distintos fabricantes y todos funcionarán correctamente de forma conjunta.

Para modular la señal de 50 Hz europea (en EEUU es de 60 HZ) el transmisor utiliza un oscilador acoplado que vigila el paso por cero de la señal senoidal.

Se puede insertar la señal X-10 en el semiciclo positivo o en el negativo de la onda senoidal. La codificación de un bit 1 o de un bit 0, depende de cómo se inyecte esta señal en los dos semiciclos. Un 1 binario se representa por un pulso de 120 KHz durante 1 milisegundo y el 0 binario se representa por la ausencia de ese pulso de 120 KHz.

Por lo tanto, el tiempo de bit coincide con los 20 msg que dura el ciclo de la señal, de forma que la velocidad binaria de 50 bps viene impuesta por la frecuencia de la red eléctrica que se tiene en Europa. En Estados Unidos la velocidad binaria son 60 bps. en la Figura 4.9 se muestra un diagrama a bloques de la norma X-10.

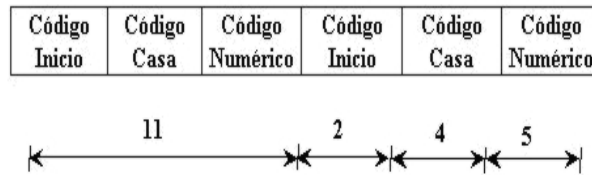


Figura 4.9: Representación a bloques de la transmisión X10.

La transmisión completa de una orden X-10 necesita once ciclos de corriente alterna. La división de la trama (grupo de información de cada orden transmitida por la red eléctrica) se divide en tres campos de información:

1. Los dos primeros representan el código de inicio
2. Los cuatro siguientes indican el código de casa (16 grupos, letras A - P)
3. Los cinco últimos código numérico (1 - 16) o bien el código función (encendido, apagado, aumentó o disminución de intensidad).

Teniendo ya el conocimiento de las características que tiene que cumplir la transmisión para poder controlar la ventana, se pasa al diseño del circuito electrónico que cumple con todas estas normas, para este caso en especial se utiliza tecnología *holtek*, esta tecnología maneja transmisores y receptores a una determinada frecuencia y desde luego una determinada potencia, de esto va a depender el alcance del transmisor.

Transmisor y receptor

El módulo transmisor viene ya ajustado en una frecuencia, que puede ser de 303.875 MHz (TWS-303), 315 MHz (TWS-315), 418 MHz (TWS-418) y 433.92 MHz (TWS-433). Está listo para su uso. Sólo se debe colocar una antena, conectar la alimentación y comenzar a enviarle datos. Para facilitar la transmisión de datos codificados, existe un codificador que hace juego, que es el Holtek HT12E. En la Figura 4.10 se muestra un transmisor TWS.

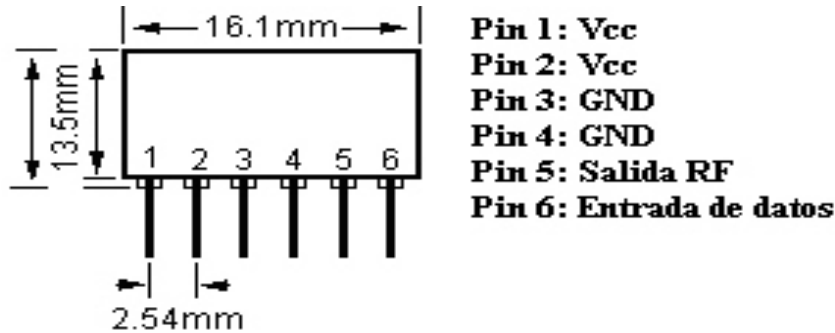


Figura 4.10: Transmisor TWS.

Los transmisores listados hacen juego con receptores de la misma frecuencia, que también vienen en un valor predeterminado entre 300 MHz a 434 MHz. Puede ser de 303.875 MHz (RWS-303), 315 MHz (RWS-315), 418 MHz (RWS-418) y 433.92 MHz (RWS-433). Posee en diseño pasivo de alta sensibilidad, que no requiere componentes externos. Para decodificar las señales que llegan a este receptor se puede utilizar el decodificador asociado Holtek HT12D. Como se puede observar en la Figura 4.11 se muestra un diagrama de un receptor RWS.

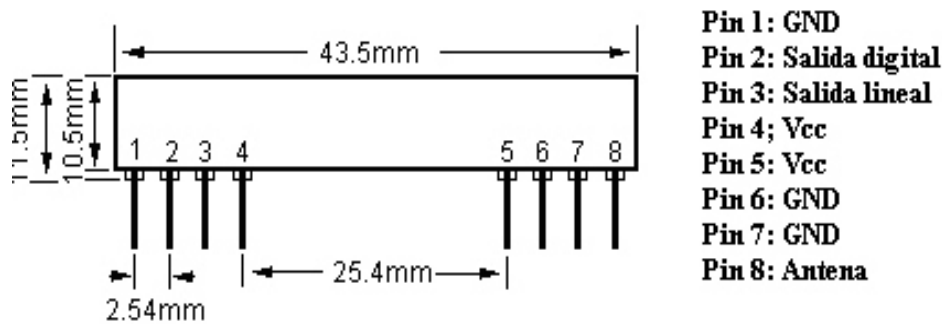


Figura 4.11: Receptor RWS.

Para poder aplicar estos circuitos es necesario utilizar un par de *chips* para codificación y decodificación de los que se utilizan para control remoto en sistemas de seguridad, HT12E y HT12D, respectivamente. Este juego de integrados codifica y decodifica una palabra de 12 bits, compuesta por una dirección de 8 bits y una sección de datos de 4 bits. Con esta cantidad de bits se pueden comandar 256 dispositivos diferentes, enviándoles hasta 16 comandos distintos a cada uno.

El circuito transmisor permite el uso de una tensión de alimentación entre 5V y 12V. Esto habilita para la utilización de un amplio rango de baterías, como por ejemplo una

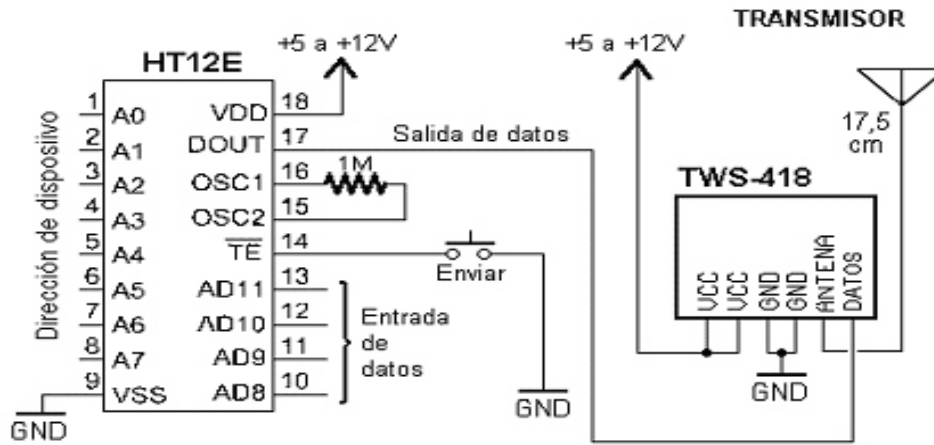


Figura 4.12: Transmisor.

de 9V, valor bastante típico para este uso. En las Figuras 4.12 y 4.13 se presentan los diagramas del transmisor y receptor, respectivamente.

4.3. Cálculos

Cálculos para el motor

El primer paso que se tiene que hacer para poder realizar un diseño de control de una ventana automática es saber que características debe tener el motor por ejemplo:

- ¿Qué potencia necesita el motor?
- ¿A qué velocidad se va mover la ventana (motor)?
- ¿Cuanta fuerza se necesita para moverla?
- ¿Qué distancia tiene que recorrer la ventana ya sea para abrir o para cerrar?

Para dar respuesta a todas estas preguntas es necesario hacer cálculos matemáticos. Para empezar, se va a considerar una velocidad constante tanto para abrir como para cerrar la ventana, ésta velocidad es proporcionada por el motor ya que se utiliza un motor reductor, la fórmula para la velocidad esta dada por [2]:

$$Velocidad = \frac{Distancia}{Tiempo} \quad (4.1)$$

donde, para el caso de las ventanas se tienen los siguientes valores

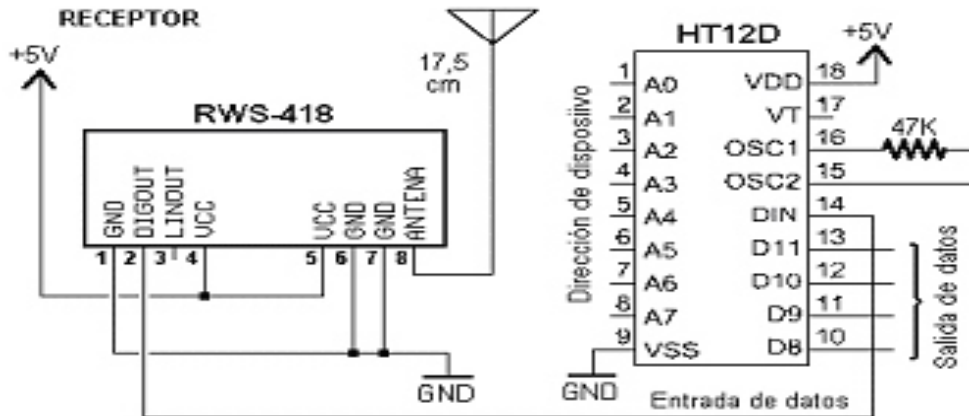


Figura 4.13: Receptor.

$$Distancia = 0.6 \text{ m}$$

$$Tiempo = 7 \text{ seg}$$

Es importante mencionar que el tiempo de 7 segundos se propone por el diseñador. Sustituyendo los valores anteriores en (4.1) el resultado es:

$$Velocidad = \frac{0.6}{10} = 0.006 \frac{m}{s} \quad (4.2)$$

Como se puede observar en el Capítulo 2 en la Sección 3, trabajo se define como el producto de una fuerza aplicada sobre un cuerpo y del desplazamiento del cuerpo en la dirección de esta fuerza. Para poder calcular el trabajo que va realizar el motor se tiene.

$$W = m \times g \times d \quad (4.3)$$

donde:

W = Trabajo

m = Masa = 0.5 Kg. Se obtuvo jalando la ventana con una báscula romana

g = Fuerza de gravedad = 9.81 m/seg

d = Distancia = 0.6 m

Sustituyendo los valores en (4.3). Se obtiene el siguiente resultado:

$$W = (0.5) \times (9.81) \times (0.6) = 2.943J \quad (4.4)$$

Potencia se define como el trabajo, o transferencia de energía, realizado por unidad de tiempo. Para poder calcular la potencia que requiere el motor se utiliza la fórmula siguiente (ver Capítulo 2):

$$Potencia = \frac{Trabajo}{Tiempo} \quad (4.5)$$

donde:

$$\begin{aligned} Potencia &= \text{watts} \\ Trabajo &= 2.943 \text{ Joule} \\ Tiempo &= 7 \text{ segundos} \end{aligned}$$

De tal manera que la potencia mínima que necesita el motor es:

$$Potencia = \frac{2.943}{7} = 0.4204watts \quad (4.6)$$

Cálculos para la antena

Para poder calcular la antena con un dipolo de media onda que se va utilizar tanto en el transmisor como en el receptor se utiliza la siguiente fórmula [18]:

$$\text{Longitud del dipolo} = \frac{142.5}{F(Mhz)} \text{metros} \quad (4.7)$$

Donde:

$$F = \text{Frecuencia} = 433\text{Mhz (es la utilizada por el transmisor)}$$

La antena tendrá una longitud de dipolo de:

$$\text{Longitud de dipolo} = \frac{142.5}{433} = 0.32m \quad (4.8)$$

4.4. Pruebas del transmisor y receptor

Para realizar este tipos de pruebas es necesario tener a la mano el material que se muestra en la Tabla 4.1. Los circuitos de prueba son los mismos esquemas que se muestran en las Figuras 4.11 y 4.12.

Tabla 4.1: Material requerido para las pruebas de transmisión y recepción.

Parte	Descripción
1	Protovolt (tablilla de pruebas)
1	Transmisor Holtek TWS-418
1	Codificador H12E
1	Receptor Holteck RWS-418
1	Decodificador H12D
1	Cable para armar los circuitos
0.30m	De cable grueso para la antena
1	Multímetro
8	Leds indicadores
1	Fuente de alimentación variable

Receptor

La plaqueta de pruebas de la derecha-arriba de la Figura 4.14 es sólo un monitor de LEDs que se utiliza para verificar la llegada de los datos. El alambre vertical más grueso (de color amarillo) es la antena que se utiliza en este caso. Se utiliza una antena de 32 cm ya que fueron los resultados de la longitud del dipolo calculados en la sección anterior, posteriormente con la mitad de esa longitud, o sea 16 cm., sin observar cambios significativos se obtienen los resultados similares en la efectividad del circuito.

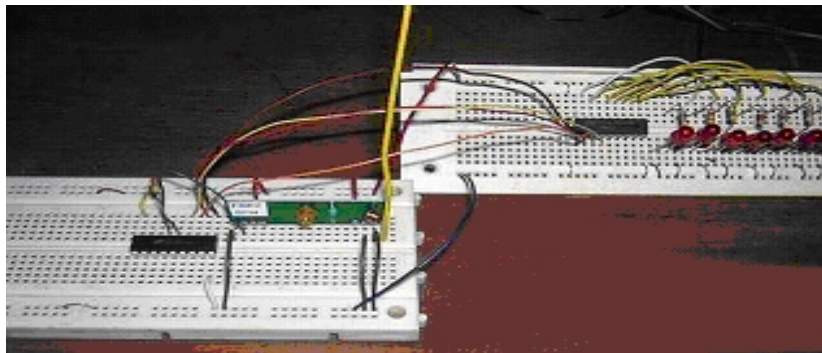


Figura 4.14: Pruebas del receptor.

Como se puede observar en la Figura 4.14 se muestra una imagen del circuito de este receptor. En la Figura 4.15 se muestra una fotografía donde se puede apreciar, en el módulo RWS-418, la bobina de ajuste, es la de color amarillo. Aunque funciona de entrada, el circuito puede requerir de algún leve ajuste de esta bobina, volviéndose mucho más sensitivo luego de concretarlo.

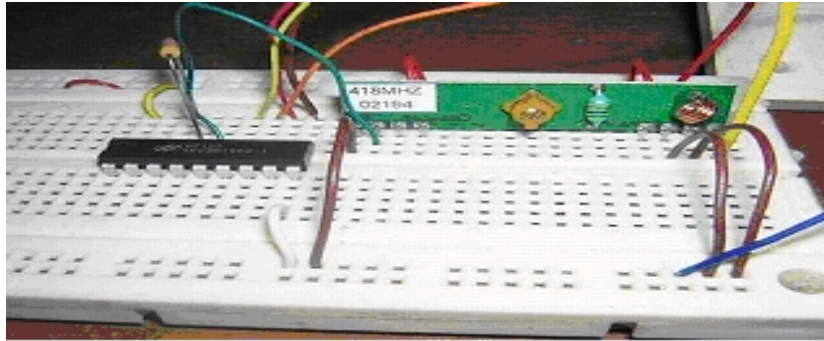


Figura 4.15: Receptor.

Transmisor

En la Figura 4.16 se muestra una imagen del transmisor el cual envía datos digitales por via inalámbrica, se envían 4 datos los cuales están conectados a Vcc lo que significa que están activados, de tal manera que en el receptor se reciben datos de solo 4 unos lógicos en la salida.

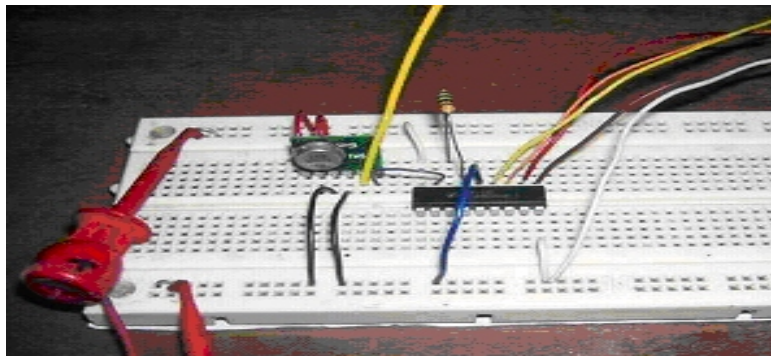


Figura 4.16: Transmisor.

4.5. Comentarios y referencias

Al tratarse de integrados que se fabrican para que trabajen asociados, se cree que la resistencia que determina la frecuencia del oscilador interno del *chip* tendría el mismo valor en ambos circuitos. Sin embargo, no es así. Como se puede observar en los circuitos, los valores tienen una gran diferencia: 1M para el transmisor y 47K para el receptor. Posiblemente se pueda afinar aún más la sensibilidad del receptor ajustando el valor de este último resistor.

Cuando se mantiene en bajo la entrada TE (Transmission Enable = Habilitación de la transmisión), el integrado codificador HT12E transmite constantemente, repitiendo el código una y otra vez. En estas condiciones, si se modifica el valor de las entradas de datos se observa que el valor va cambiando en el receptor.

En el integrado decodificador HT12D, la señal VT significa Valid Transmission (Transmisión Válida), es decir, cada vez que esta señal va a un nivel alto es porque el código presente en la salida de datos es un dato válido para ese dispositivo. Si el dispositivo no cumple con la dirección que viene en la palabra que ha recibido, obviamente no se produce esta señal.

Capítulo 5

Etapa de potencia y control

El objetivo del presente capítulo es presentar los circuitos electrónicos desarrollados para la automatización de la ventana. Se empleo electronic workbench MultiSIM para simular los circuitos electrónicos, aunque no se presentan gráficas de las respuestas.

La organización de este capítulo es la siguiente: en la Sección 5.1 se presenta una introducción básica del software empleado para las simulaciones. En la Sección 5.2 se diseña el controlador electrónico empleado para la apertura y cerrado de la ventana. En la Sección 5.3 se simula la etapa de potencia la cual realiza la tarea de mover el motor, a este circuito se le llama puente H y es uno de los más importantes ya que controla el giro del motor. En la Sección 5.4 se presentan los comentarios.

5.1. Introducción

Antes de pasar a la etapa de diseño de los circuitos electrónicos se tiene una etapa previa que tiene como objetivo simular los circuitos electrónicos empleados

MultiSIM es una de las herramientas más empleados para el diseño y simulación de circuitos eléctricos y electrónicos. Esta herramienta proporciona avanzadas características que permiten ir desde la fase de diseño a la de producción.

Ofrece entradas esquemáticas, una gran base de datos, simulación SPICE, entradas y simulación VHDL o Verilog, puede manejar circuitos de radiofrecuencia, realiza post-procesado y es capaz de generar la placa.

MultiSIM incluye una de las mayores librerías de componentes de la industria con más de 16.000 elementos. Cada elemento se complementa con los números de código de los fabricantes, símbolos para la captura esquemática, huellas para la realización del circuito impreso y parámetros eléctricos [1].

Las librerías están subdivididas de la siguiente manera: condensadores, resistencias, CMOS, multiplicadores, TTL, diodos, DMOS, etc., que incluyen todos los tipos de circuitos existentes en el mercado. Todos estos elementos están organizados en una completa base de datos que proporciona una forma sencilla de localizar los componentes. También dispone de una herramienta de simulación para circuitos de alta frecuencia

(más de 100 MHz), incluyéndose modelizadores, instrumentos virtuales y analizadores para radiofrecuencia. Los resultados obtenidos por el programa pueden exportarse a formato gráfico y/o formato de tablas incluyendo herramientas de visualización que a su vez contienen editores para variar los tipos de letra, colores, etc.

Las características principales del MultiSIM son las siguientes:

1. Captura esquemática avanzada incluyendo un editor de símbolos.
2. Simulación tipo SPICE/XPICE/BSPICE.
3. Realiza simulación electrónica tanto analógica como digital.
4. Integración con LabVIEW y Signal Express de National Instruments.
5. Incluye un mínimo de 9 instrumentos virtuales.
6. Amplia librería de hasta 16.000 modelos.
7. Dispone de una herramienta de realización de modelos.
8. Realiza simulaciones tipo HDL.
9. Cuenta con herramientas de diseño para radiofrecuencia.

5.2. Controlador electrónico

En esta sección se presenta una de las etapas más importantes en la automatización de la ventana como lo es el control de apertura y cerrado de la ventana.

Para dicho propósito se emplea un controlador electrónico lógico diseñado a base de compuertas AND's.

Como se vio en el Capítulo 2 en la sección de circuitos integrados, existen diferentes tipos de compuertas lógicas, el uso de dichas compuertas depende de la aplicación que se tenga. En el problema de la automatización de la ventana se utiliza la compuerta AND con tecnología CMOS. Para entender su funcionamiento lo primero es saber la tabla de funcionamiento o como comúnmente se dice tabla de verdad, la cual se puede observar en la Tabla 5.1.

Dado que la compuerta tiene dos entradas y una salida se facilita su uso para el control automático de la ventana, para este fin se hace lo siguiente:

- Tomar como la entrada uno de la compuerta, la señal que envía el transmisor del control remoto.
 - Considerar la entrada dos a la señal que entrega uno de los sensores de apertura de la ventana.
-

Tabla 5.1: Tabla de verdad de la compuerta AND.

Entrada 1	Entrada 2	Salida
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

La salida de la compuerta AND es la entrada al driver del motor. En la tabla anterior se puede observar que la salida compuerta AND esta activada siempre y cuando las entradas estén activadas. Dependiendo que quiera hacer el usuario se simula la compuerta AND cuando el receptor, detecte la señal de no activación (0 lógico) ya sea para abrir o para cerrar la ventana esta se envía a la entrada 1 de la compuerta mientras la entrada 2 estará siempre conectada al sensor, ya sea el que esta colocado al inicio o al final de la ventana tal y como se muestra en la Figura 5.1[9].

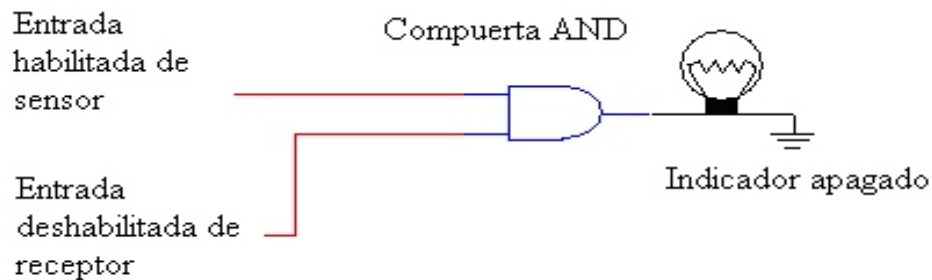


Figura 5.1: Salida de la compuerta AND cuando una entrada esta deshabilitada; en este caso el receptor.

Como se puede observar en la Figura 4.1. El indicador esta apagado lo cual representa que el motor no funciona, es decir la ventana no abre ni cierra.

Por otro lado cuando la ventana activa al sensor el cual genera un 0 lógico esto produce que la entrada 2 no se active mientras que el receptor detecta una activación (ya sea para abrir o para cerrar) esto genera un 1 lógico en la entrada 1 como se muestra en la Figura 5.2. En este caso la ventana llega a su límite ya sea que este bien cerrada o bien abierta dependiendo de como se quiera que tener.

Finalmente, se presenta el caso cuando las dos señales de entrada están activadas tanto la del receptor como la del sensor, esto quiere decir que la ventana no esta ni abierta ni cerrada en su totalidad y que el usuario esta presionando un botón (puede ser el de open o el de close) en este caso la compuerta se comporta de diferente manera

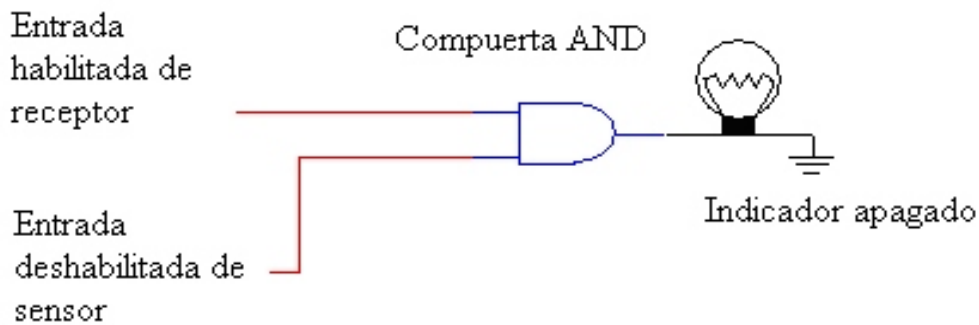


Figura 5.2: Salida de la compuerta AND cuando una entrada esta deshabilitada, en este caso el sensor.

como se muestra en la Figura 5.3.

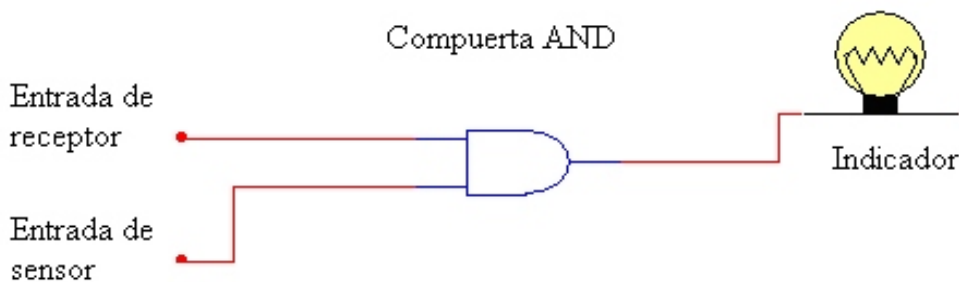


Figura 5.3: Salida de la compuerta AND cuando las dos entradas están habilitadas.

En este caso el motor se activa y la ventana se mueve ya sea para cerrar o para abrir.

5.3. Etapa de potencia

Puente H

Como se ha visto en Capítulo 3 el puente H es utilizado para motores y puede ser diseñado con transistores o con MOSFET's en el caso de la ventana automática se utilizaran mosfets de potencia, tanto de canal n como de canal p . El material que se requiere en este diseño se presenta en la siguiente Tabla:

Para poder entender el funcionamiento del puente H es necesario saber que tiene solo dos entradas (entrada A y entrada B) las cuales se activan desde las compuertas

Tabla 5.2: Componentes requeridos para el diseño del puente H .

Cantidad	Parte	Descripción
4	R	Resistencias 10 K Ω
4	1N4001	Diodos genéricos
4	BC547C	Transistores bipolares canal n
2	3081	Mosfets canal n
2	2981	Mosfets canal p

Tabla 5.3: Tabla de verdad del puente H .

Entrada A	Entrada B	Salida
0	0	no funciona
0	1	Izquierda
1	0	derecha
1	1	no funciona

AND (vistas en la sección anterior) que ya se vieron anteriormente, para un mejor entendimiento se utilizara la Tabla 5.3:

En la Figura 5.4 se muestra el diagrama del puente H , activando sólo un transistor, el cual es activa la salida desde una de las compuertas AND.

Como se muestra en la Figura 5.4 el motor tiene una polaridad $-+$ es decir que esta girando en el sentido de las manecillas del reloj en este caso ésta abriendo la ventana automática.

El otro modo de funcionamiento del puente H es activando el otro transistor y desactivando el que estaba activado como se muestra en la Figura 5.5.

En este caso el motor cambia de polaridad $+ -$ y gira en sentido contrario a las manecillas del reloj.

5.4. Comentarios y referencias

En el motor que se utiliza en este trabajo de tesis es un reductor, el cual se adquirió de un automóvil, este motor tiene dos velocidades una lenta y otra mas rápida. Para el caso de la ventana automática se utiliza la segunda.

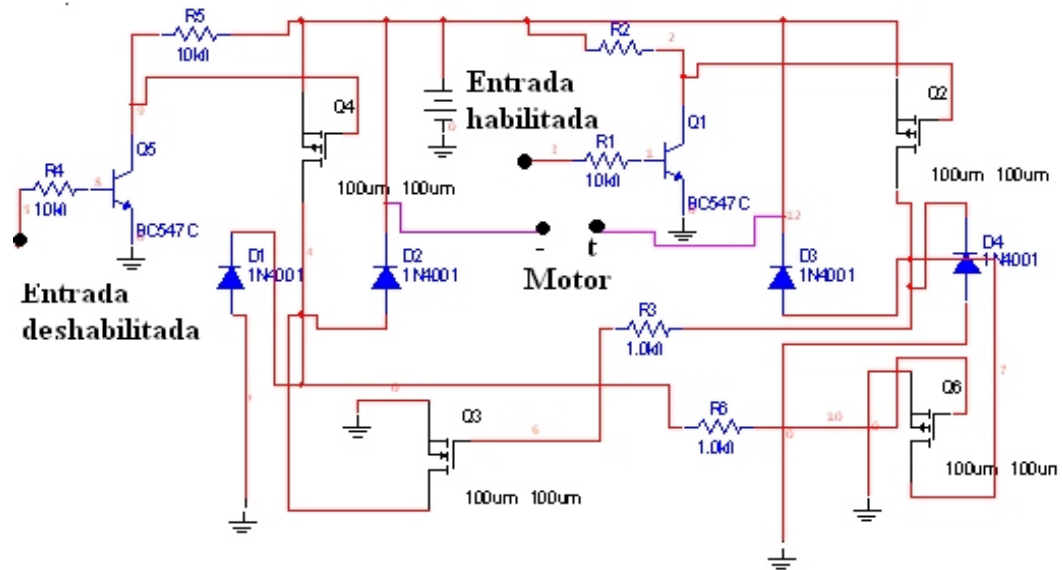


Figura 5.4: Puente *H*. Primer ciclo de conmutación.

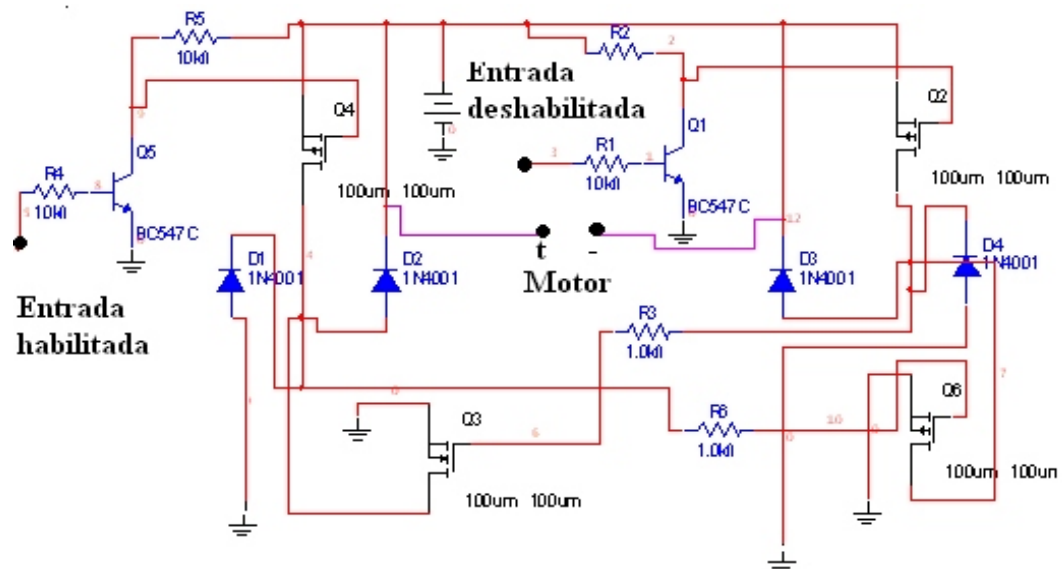


Figura 5.5: Puente *H*. Segundo ciclo de conmutación.

Capítulo 6

Prototipo

En el presente capítulo se tiene como objetivo describir el prototipo de la ventana automática.

La organización del capítulo es la siguiente: en la Sección 6.1 se presenta una breve introducción orientada a como construir una ventana comercial. En la Sección 6.2 se selecciona el material adecuado para construir la ventana cabe mencionar que esto depende del material que quiera el usuario. En la Sección 6.3 se construye el marco que detiene a la ventana. En la Sección 6.4 se monta la ventana al bastidor junto con los circuitos. En la Sección 6.5 se presentan los pasos a seguir para darle mantenimiento general. En la Sección 6.6 se presentan las comentarios del capítulo.

6.1. Introducción

Sin duda alguna, la parte más importante de este trabajo de tesis es el prototipo, es decir el producto final terminado. Para esto es necesario mencionar que el prototipo de la ventana automática fue diseñado de manera particular, sin embargo, se trato de cumplir siempre con todos los estándares relacionados tanto con la automatización de la ventana como su estructura donde se monta. Uno de los estándares más importantes que debe de considerar es la norma que rige todos los sistemas domóticos en Europa y EU, la cual es nombrada como X10, esta norma rige en particular la comunicación que debe existir entre transmisor y receptor de un subsistema domótico. Otro estándar importante que no se debe pasar por alto es el marco donde se coloca la ventana, éste marco tiene 12cm de ancho ya que es la anchura de una pared de tabique o tabicón, cabe mencionar que en México una casa habitación es construida generalmente con estos materiales aunque en otros países como EU las casas son hechas regularmente de madera.

6.2. Construcción de la ventana de aluminio

Para llevar acabo la construcción de la ventana, se debe de pensar en varias cosas por ejemplo: de que material se quiere hacer, cuanto tiene que medir de largo y de ancho, si va abrir en dos partes o en una sola parte o si va deslizar de manera horizontal y hacia que lado etc.



Figura 6.1: Dimensiones de la ventana de aluminio.

El material que más se utiliza hoy en día en México es el aluminio ya que da elegancia a una casa habitación. El aluminio que utiliza para la construcción de la ventana es de color blanco y de buena calidad.

Lo primero que se desarrolla es la ventana de aluminio la cual uno mismo la puede construir si se cuenta con la herramienta, de lo contrario se manda hacer con un especialista en el aluminio o también es posible encontrar ya manufacturada en un centro comercial, Homedepot, por ejemplo. Las medidas estándares manejadas son de 0.90m de largo por 0.60m de ancho como se muestra en la Figura 6.1.

6.3. Elaboración del marco

Una vez que se tiene la ventana de aluminio y con las medidas antes mencionadas se prosigue con el marco, éste puede de ser de diferentes materiales eso depende del usuario en este caso se utiliza madera, para esto se diseña un bastidor de 0.12m de grueso, 1.22m de largo y 1.10m de ancho y dejando un hueco de 0.60m de ancho por 0.90m de largo para que se pueda montar la ventana. El bastidor es hueco con la finalidad de poder insertar los circuitos eléctricos y mecánicos que se diseñaron para la automatización de la ventana como se muestra en la Figura 6.2.



Figura 6.2: Elaboración del marco.

6.4. Colocación de la ventana en el marco

Se monta la ventana en el bastidor deteniéndola con 2 pijas en cada lado de la ventana. En el hueco que se dejó para los circuitos se construye una pequeña puerta con sus bisagras con la finalidad de poder darle mantenimiento cuantas veces sea necesario como se muestra en la Figura 6.3. Se coloca una barra de aluminio en la parte horizontal tanto superior como inferior de la ventana con el fin de que el mecanismo que mueve la ventana no pueda ser visto por el usuario.



Figura 6.3: Hueco donde va la puerta.

Se colocan los circuitos diseñados en el hueco junto con el motor y las dos poleas (una en el motor y otra en el marco de la ventana). Todos los circuitos electrónicos están conectados a AC, esta conexión se realiza por medio de un cable que conecta a los circuitos, el cual se encuentra situado en la parte lateral del bastidor, de igual

manera se encuentra un interruptor al lado de ésta conexión con la finalidad de no estar conectando y desconectando a cada momento el cable de AC.

También se colocan dos sensores (descritos en el Capítulo Instrumentación de ventanas, Sección 4.2), uno de paso como son los fotointerruptores estos son colocados en orificios hechos por un taladro en el aluminio justo donde la ventana llega al tope con el marco del aluminio.



Figura 6.4: Prototipo.

Por último se pinta el bastidor en éste caso es de color verde esto se hace para que resalta el color blanco de la ventana Figura 6.4 se presenta el prototipo obtenido en este trabajo de tesis.

6.5. Mantenimiento

Una vez terminado el prototipo; de manera natural surgen las preguntas cómo y qué hacer para mantener en condiciones funcionales el prototipo de la ventana automatizada.

En esta sección se presentan algunas indicaciones para el mantenimiento del prototipo.

Para poder brindarle un buen mantenimiento a los circuitos eléctricos y mecánicos solo se deben de seguir los siguientes pasos:

Deshabilitación de energía Apague el interruptor (cola de rata), después se desconecta el cable da CA.

Limpieza se abre la puerta donde se encuentran los circuitos y el motor, posteriormente se limpia cuidadosamente con una brocha las placas de los circuitos em-

pezando por las que se encuentran en la parte de superior, como se ilustra en la Figura 6.5. Si se tiene una aspiradora es mucho mejor.

Limpieza de sensores Se limpia con mucho cuidado los sensores tratando de no meter la brocha en los fotointerruptores ya que si se tiene mucho contacto con ellos podrían ya no funcionar perfectamente. Se tiene que quitar la barra de aluminio para realizar una limpieza minuciosa del sistema mecánico.

Habilitación de energía Ya que se termina de realizar el mantenimiento de todos los circuitos y mecanismos se cierra la puerta, se conecta CA y se cierra el interruptor (cola de rata).

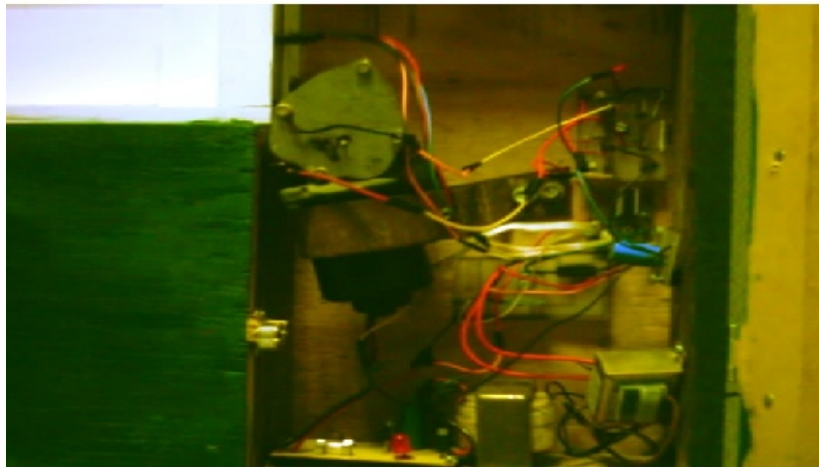


Figura 6.5: Circuitos que deben limpiarse.

6.6. Comentarios

Se recomienda que el diseñador también diseñe y construya el modelo de la ventana y del marco, con la finalidad de economizar y dejar los espacios necesarios para la integración de cada una de los componentes.

Capítulo 7

Conclusiones y trabajos futuros

Conclusiones

En este trabajo de tesis se presenta el diseño electrónico y mecánico para la automatización de una ventana comercial que se desplaza horizontalmente, donde la apertura y el cerrado se hace a través de un control remoto, el cual a su vez hace uso de un transmisor-receptor de radio frecuencia, cuya señal transmitida esta modulada y codificada digitalmente, empleando para esto la norma X10 que rige los sistemas domóticos actuales.

De lo anterior se concluye que el prototipo obtenido satisface ampliamente el objetivo propuesto en esta tesis.

Trabajos futuros

Diseñar uno o mas sistemas automáticos, por ejemplo, una puerta automática, control de temperatura, control de luces, control de agua, etc. y acoplarlos con el transmisor de la ventana automática a un sistema centralizado donde se pueda monitorear constantemente los sistemas mencionados, de tal manera que la central de control pueda ser manipulada por el usuario desde una computadora o un tablero electrónico y que a su vez pueda ser tambien controlado por medio de una dirección de internet en cualquier parte del mundo.

Apéndice A

Tabla de acrónimos

Acrónimo	Descripción
CMDOM	Comité mexicano para la gestión técnica de vivienda y edificio
TTL	Lógica de transistor a transistor
CMOS	Circuitos lógicos de metal óxido semiconductor complementario
AC	Corriente alterna
DC	Corriente directa
TV	Televisión
CI	Circuitos integrados
ECL	Lógicas emisores acoplados
PNP	Transistor canal p
NPN	Transistor canal n
ASK	Amplitude shift keyne
FSK	Frecuency shift keyne
PSK	Phase shift keyne
AM	Amplitud modulada
FM	Frecuencia modulada
PM	Fase modulada
CW	Onda continua
OOK	On-off-keying
NC	No conectar

Acrónimo	Descripción
BJT	Transistor bipolar de union
JFET	Transistor efecto de campo
MOSFET	Transistor efecto de campo de semiconductor sobre óxido metálico
VT	Transmisión valida
SSI	Small scale integration
MSI	Medium scale integration
LSI	Large scale integration
VLSI	Very large scale integration
GNOME	GNU Network Object Model Environment
PCB	Printed circuit board
LSI	Large scale integration
VHDL	Very hardware description language
HDL	Hardware description language
RDS	Resistencia drain source
EMF	Fuerza automotriz del motor
RF	Radio frecuencia

Bibliografía

- [1] J. Aguilar, *Simulación Electrónica con MultiSIM*, Ca-Ma, Primera edición, 1999.
- [2] F. J. Blatt *Fundamentos de Física*, Tercera edición, Prentice Hall, 1991.
- [3] R. L. Boylestady and Louis Nashelsky, *Electronic Devices and Circuits Theory*, Novena Edición, Prentice Hall, 2002.
- [4] D. Comer, *Diseño de Circuitos Electrónicos*, Primera Edición, Limusa, 2005.
- [5] P. M. Fishbane, *Física para Ciencias e Ingeniería*, Vol. 1, Prentice Hall, 1994.
- [6] T. Delton Horn, *Home Remote Control and Autamation Projects*, Segunda Edición, TAB BOOKS, 1986.
- [7] D. Gabor, *Theory of Communication*, IEEE Proceeding, Vol. 93, 1946.
- [8] T. C. Huang, *Mecánica para Ingenieros*, Tomo 1, Alfaomega, 1990.
- [9] M. Morris Mano, *Diseño Digital*, Segunda edicion, Prentice-hall, 1987.
- [10] H. Muhamad Rashid, *Electrónica de Potencia*, Segunda edición, Pearson Educación, 1993.
- [11] H. Mileaf, *Electrónica 7*, Limusa, Primera edición, 1984.
- [12] H. Millman, *Eletrónica Fundamentos y Aplicaciones*, Hispano-Europea, Primera edición, 1979.
- [13] J. W. Nilsson Susan and A. Riedel, *Electronic Circuits*, Sexta Edición, Pretice Hall, 1998.
- [14] K. Ogata, *Ingeniería de Control Moderno*, Prentice Hall, 2002.
- [15] D. Roldan, *Comunicaciones Inalámbricas*, Primera Edición, Alfaomega, 2005.
- [16] M. Schwartz, *Redes de Telecomunicaciones*, Iberoamericana, Primera edición, 1999.
- [17] I. H. Shames, *Mecánica para Ingenieros Estática*, Prentice hall, 1999.
- [18] W. L. Stutzman, *Antenna Theory and Design*, 2nd edición, Wiley, 1998.
- [19] R. L. Tokherm, *Electrónica Digital*, Tercera Edición, 1998 2001.

- [20] W. Tomasi, *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*, Cuarta edición, Prentice-Hall, 2003.
- [21] A. Zetma, *Electrónica Básica*, Segunda edición, Limusa, 2002.
-

Referencias electrónicas

- [22] www.domestek.com
- [23] www.imei.com
- [24] www.google.com
- [25] www.monografias.com
- [26] www.canariascci.com
- [27] www.soloarquitectura.com
- [28] www.studioelectronica.com
- [29] www.proymetal.com
- [30] www.myhomebticino.com