DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITOREO MEDIANTE CAMARAS INALAMBRICAS PARA VIGILANCIA

CESAR AUGUSTO LOPEZ CORTES
LUIS CARLOS RODRIGUEZ
RICARDO BUSTOS BARBA

BUCARAMANGA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECATRONICA
2006

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITOREO MEDIANTE CAMARAS INALAMBRICAS PARA VIGILANCIA

CESAR AUGUSTO LOPEZ CORTES
LUIS CARLOS RODRIGUEZ
RICARDO BUSTOS BARBA

Trabajo de Grado presentado como requisito
para optar al titulo de Ingeniero Mecatrónico
Director: ING. NAYIBE CHIO CHO

BUCARAMANGA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECATRONICA
2006

NOTA DE ACEPTACIÓN

_____
_____
_____
_____

_____

Presidente del Jurado

Jurado
_____

Jurado
_____

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis Ingeniera Nayibe Chio Cho, por su constante apoyo y dedicación en la realización de este proyecto.

A Jorge Edisson Arévalo con la asesoria en telecomunicaciones y hardware del mismo, a Mauricio Suárez por la ayuda en la construcción de los diferentes componentes mecánicos de la cámara, a nuestros familiares por el apoyo económico realizado; en fin a todas aquellas personas que nos ayudaron en todos los aspectos para que este proyecto sea exitoso. Gracias.

DEDICATORIA

A Ruby de López Cortes, Gustavo López Cardona, Maria Barba, Félix Bustos, Flor Ángela de Rodríguez, Reinaldo Rodríguez Pérez, por su gran apoyo en la realización de este proyecto.

Finalmente a nuestros amigos que nos han acompañado, quienes sin ningún interés nos apoyaron durante tantos años, con los cuales he crecido como persona.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

En el sector de la vigilancia con monitoreo de cámaras existe una gran demanda tanto en innovaciones tecnológicas y productividad, las grandes y medianas empresas que buscan consolidarse tanto aquellas que ofrecen el servicio como las que lo utilizan tratan de mantener altos indesees de calidad y efectividad. Además que a través de este servicio pueden ofrecerse otras tareas adicionales que serian de gran utilidad para la empresa.

Es el caso de una de las empresas del área metropolitana de Bucaramanga la cual hace referencia a la necesidad de adquirir un sistema de monitoreo a través del Internet, debido a que algunos de sus empresarios pudieran dirigir o realizar labores que se llevan acabo dentro de la empresa aun cuando ellos estén en algún otro lugar, además de ofrecerles el servicio de vigilancia de esta misma.

Para dar respuesta a la necesidad de la empresa en cuanto a la realización de dirigir labores estando fuera de la empresa y la vigilancia de si misma, vemos la necesidad de diseñar y construir un mecanismo de control automático con sensores de movimiento para el movimiento de las cámaras, además la implementación de un software sobre la plataforma Web, la cual interactuaran para ser utilizados por los empresarios que por su labor en la empresa necesitan estar viajando a distintos lugares y por esta razón les es imposible realizar algunas labores dentro de la empresa, como el estar dirigiendo el mantenimiento de maquinarias o estar al tanto de lo que ocurre dentro de la empresa.

Estos tipo de sistemas de monitoreo que se llevan acabo con o sin implementación del Internet a medida que aumenta su tecnología los resultados son aun mas favorables, como podemos apreciar algunas empresas que ya

adoptaron este sistema tales como la dirección de trancito de Bucaramanga que utiliza un sistema de monitoreo en las carreteras del área metropolitana para detectar aquellos infractores que incumplan con las reglas establecidas, o como los hospitales en la cual los médicos pueden realizar una cirugía a distancia, o simplemente lugares donde se llevan acabo la vigilancia como son parqueaderos, conjuntos residenciales etc.

Es importante destacar que en la actualidad la mayoría de las grandes industrias se han visto beneficiadas con el avance de estas tecnologías, estudiando así la posibilidad de mejorar cada día la productividad y las garantías de seguridad que se le brinda a la empresa.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO 8

LISTA DE FIGURAS 11

OBJETIVO GENERAL 14

OBJETIVOS ESPECIFICOS 14

1 INTRODUCCION 15

2 MARCO TEORICO 16

2.1 MEDIOS DE COMUNICACIÓN 16
2.1.1 COMUNICACIÓN INALÁMBRICA 17
2.1.2 DEFINICIONES IMPORTANTES 17
2.1.3 CONTROL CENTRALIZADO Y JERÁRQUICO 18
2.1.4 TRANSMISIÓN DE DATOS 19
2.1.5 MODOS DE COMUNICACIÓN DE DATOS EN SERIE 20
2.1.6 INTERFASE PARA COMUNICACIÓN EN SERIE 21
2.2 MOTORES PASO A PASO (STEPPER MOTORS) 23
2.2.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO 23
2.2.2 MOTORES BIPOLARES 25
2.2.3 MOTORES UNIPOLARES 26
2.2.4 SECUENCIAS PARA MANEJAR MOTORES PASO A PASO BIPOLARES 26
2.2.5 SECUENCIAS PARA MANEJAR MOTORES PASO A PASO UNIPOLARES 27
2.2.6 DISTRIBUCIÓN DE LOS CABLES A LOS BOBINADOS EN MOTORES UNIPOLARES 32
2.2.7 DISTRIBUCIÓN DE LOS CABLES A LOS BOBINADOS EN MOTORES BIPOLARES 34
2.3 MOTORES DC 34
2.3.1 DESCRIPCIÓN 34
2.3.2 FUNCIONAMIENTO 35
2.4 SENSORES Y CLASIFICACION 35
2.4.1 TRANSDUCTORES DE POSICIÓN 37
2.4.2 DETECTORES DE PROXIMIDAD 38
2.4.3 DETECTORES OPTICOS 38
2.4.4 DETECTORES ULTRASÓNICOS 39
2.5 MICROCONTROLADORES 40
2.5.1 GENERALIDADES 40

2.5.2 TIPOS DE PIC 40
2.5.3 MICROCONTROLADOR PIC 16F877 41
2.5.4 PERIFÉRICOS 42
2.5.5 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PIC16F877 42
2.6 SISTEMAS DE ACTUACIÓN MECANICOS 45
2.6.1 TIPOS DE MOVIMIENTOS 45
2.6.2 GRADOS DE LIBERTAD 45
2.6.3 CARGA 46
2.6.4 TRENES DE ENGRANAJES 46
2.6.5 ENGRANAJES RECTOS 47
2.6.6 NOMENCLATURA DE LOS DIENTES DE ENGRANES 48
2.6.7 RAZÓN DE CONTACTO 49
2.6.8 COJINETES (CHUMACERAS) 51
2.6.9 COJINETES DE BOLA 52
2.6.10 ELECCIÓN DE LOS RODAMIENTOS 52

3 DISEÑO MECATRÓNICO 54

3.1 DISEÑO METODOLOGICO 57

4 DISEÑO ELECTRONICO 59

4.1 COMUNICACIÓN DEL MICROCONTROLADOR PIC16F877 CON EL COMPUTADOR 60
4.1.1 TRANSMISIÓN ASÍNCRONA 61
4.1.2 RECEPTOR ASÍNCRONO 62
4.1.3 CONTROLADOR SERIAL MAX 232 64
4.2 MODULOS INALAMBRICO SERIAL BLUE 232 65
4.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL BLUE 232 WIRELESS 66
4.3 CRITERIO DE SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR 67
4.3.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA 69
4.3.2 PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR PIC16F877 72
4.4 SENSORES DE MOVIMIENTO (PYROELECTRIC INFRARED DETECTORS) 83
4.5 CRITERIO DE SELECCIÓN DEL DRIVER ULN2004 86
4.5.1 CONEXIÓN DRIVERS MOTORES PASO A PASO 88
4.6 SELECCIÓN DE LOS MOTORES PASO A PASO 90
4.7 SELECCIÓN DEL MOTOR DC 92
4.7.1 CONEXIÓN DEL PUENTE “H” 94
4.7.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL DRIVER PUENTE “H” 95

5 DISEÑO MECÁNICO 97

5.1 EL RIEL 98

5.2 CARRO DE DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL 103
5.2.1 EL CHASIS 103
5.2.2 DISEÑO DEL TORNILLO DE POTENCIA 104
5.2.3 DISEÑO DEL EJE 107
5.3 CARRO DE ROTACIÓN HORIZONTAL 110
5.4 CARRO DE ROTACIÓN VERTICAL 111

6 DISEÑO DEL SOFTWARE 113

6.1 IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO 114
6.1.1 INSTALACIÓN DE SOFTWARE "CÁMARA" 114
6.1.2 CREACIÓN DE UNA CONEXIÓN DE DATOS ODBC 116
6.1.3 INSTALACIÓN DE APACHE 2.0.X 119
6.1.4 INSTALACIÓN DE PHGP4 120
6.1.5 CONFIGURACIÓN DEL ARCHIVO PHP.INI 120
6.1.6 CONFIGURACIÓN DEL ARCHIVO HTTPD.CONF DE APACHE 123
6.1.7 USAR EL SETUP WIZARD 125
6.1.8 EJECUCIÓN DEL APLICATIVO WEB PARA EL MONITOREO 127

7 CRITERIO DE SELECION DE LA CAMARA INALAMBRICA 130

7.1 LAS CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS 132
7.1.1 EL ANCHO DE BANDA DE LAS APLICACIONES 133
7.1.2 CONEXIÓN POR CABLE DE RED 133
7.1.3 CONECTOR CD DE ALIMENTACIÓN 133
7.1.4 BOTÓN DE RESET 133
7.1.5 ANTENA INALÁMBRICA 802.11B 134
7.1.6 CONEXIÓN DE LA CÁMARA 134

8 PRUEBAS Y RESULTADOS 135

LISTA DE FIGURAS

Figura No.1: Esquema general de comunicación inalámbrica 15
Figura No.2: Modos de comunicación modo simplex 20
Figura No.3: Modos de comunicación modo Semiduplex 21
Figura No.4: Modo de comunicación modo dúplex completo 21
Figura No.5 Conexiones RS232 22
Figura No.6: Rotor 24
Figura No.7: Estator de 4 bobinas 24
Figura No.8: Clases de motores paso a paso 24
Figura No.9: Control de motor mediante puente en H 25
Figura No.10: Conexionado para controlar un motor unipolar 26
Figura No.11: Tabla para controlar motores paso a paso bipolares 27
Figura No.12: Conexionado para controlar un motor unipolar con secuencia normal 28
Figura No.13: Conexionado para controlar un motor unipolar de tipo wave 29
Figura No.14: Conexionado para controlar un motor unipolar con secuencia de medio paso 30
Figura No.15: Motor de paso unipolar de 5 o 6 cables 32
Figura No.16: Proceso de selección de los cables a los bobinados 33
Figura No.17: Motor de Corriente continúa 34
Figura No.18: Diagrama del PIC16F877 43
Figura No.19: Diagrama esquemático del microcontrolador PIC 16F877/874 44
Figura No.20: Diagrama de bancos del microcontrolador PIC 16F877/874 44
Figura No.21: Engranaje Recto 49
Figura No.22: Engrane de Gusano 49
Figura No.23: Geometría básica y nomenclatura para un par de engranajes rectos 50
Figura No.24: Chumacera 51
Figura No.25: Nomenclatura de los rodamientos de Bolas 53

Figura No.26: Diseño Mecatrónico 54
Figura No.27: Esquema de diseño mecatrónico 55
Figura No.28: Esquema del diseño de control 56
Figura No.29: Diagrama que representa el diseño electrónico 59
Figura No.30: Diagrama eléctrico de la comunicación del microcontrolador con el PC 60
Figura No.31: Registros de configuración del microcontrolador para la comunicación 62
Figura No.32: Registros de configuración del microcontrolador para la comunicación 63
Figura No.33: Controlador serial MAX 232 64
Figura No.34: Comunicación Bluetooth entre 2 Pcs 65
Figura No.35: Rango en baudios 66
Fígura No.36: Blue 232 Wireless 66
Figura No.37: Cuadro comparativo de PIC16FXXX 68
Figura No.38: Diagrama de flujo del programa 69
Figura No.39: Sensor de movimiento 83
Figura No.40: Características de transistor 84
Figura No.41: Esquema eléctrico de sensor de movimiento 85
Figura No.42: Calculo del comportamiento del transistor 85
Figura No.43: Características eléctricas del driver ULN2004 87
Figura No.44: Driver ULN2004 88
Figura No.45: Diagrama de conexión para los motores paso a paso 88
Figura No.46: Diagrama del circuito del driver ULN2004 89
Figura No.48: Características del motor paso a paso PM55L-048 91
Figura No.49: Logica del motor paso a paso PM55L-048 91
Figura No.50: Cuadro comparativo de motores paso a paso serie PM 92
Figura No.51: Cuadro comparativo de motores DC serie LC 93
Figura No.53: Descripción del funcionamiento lógico del driver TA7291P 94
Figura No.54: Diagrama de conexiones TA7291P 95
Figura No.55: Estructura de soporte 97

Figura No.56: Riel 98
Figura No.57: Deformación riel 99
Figura No.58: Esfuerzo en el riel 100
Figura No.59: Factor de seguridad del riel 101
Figura No.60: Riel 102
Figura No.61: Carro de desplazamiento horizontal 103
Figura No.62: Chasis 104
Figura No.63: Tornillo De Potencia 105
Figura No.64: Tornillo De Potencia 106
Figura No.65: Deformación Eje 107
Figura No.66: Esfuerzo del Eje 108
Figura No.67: Factor de seguridad del eje 109
Figura No.68: Carro de rotación Horizontal 111
Figura No.69: Carro de rotación Vertical 112
Figura No.70: Diagrama de comunicación 113
Figura No.71: Cámaras IP 130
Figura No.72: Cuadro Comparativo de Cámaras IP 131
Figura No.73: Cámara IP DCS-900W 134

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y construir un sistema de control que permita a las cámaras enfocar al detectar la presencia de movimientos dentro de un recinto cerrado (laboratorio de óleo neumática UNAB) con implementación de monitoreo inalámbrico vía Web.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar el sistema de control automático para el movimiento o rotación de las cámaras inalámbricas.

- Diseñar y construir los circuitos electrónicos para los sensores de movimiento del control de las cámaras.

- Seleccionar las cámaras adecuadas que se van a utilizar según especificaciones requeridas y mejores características de si misma.

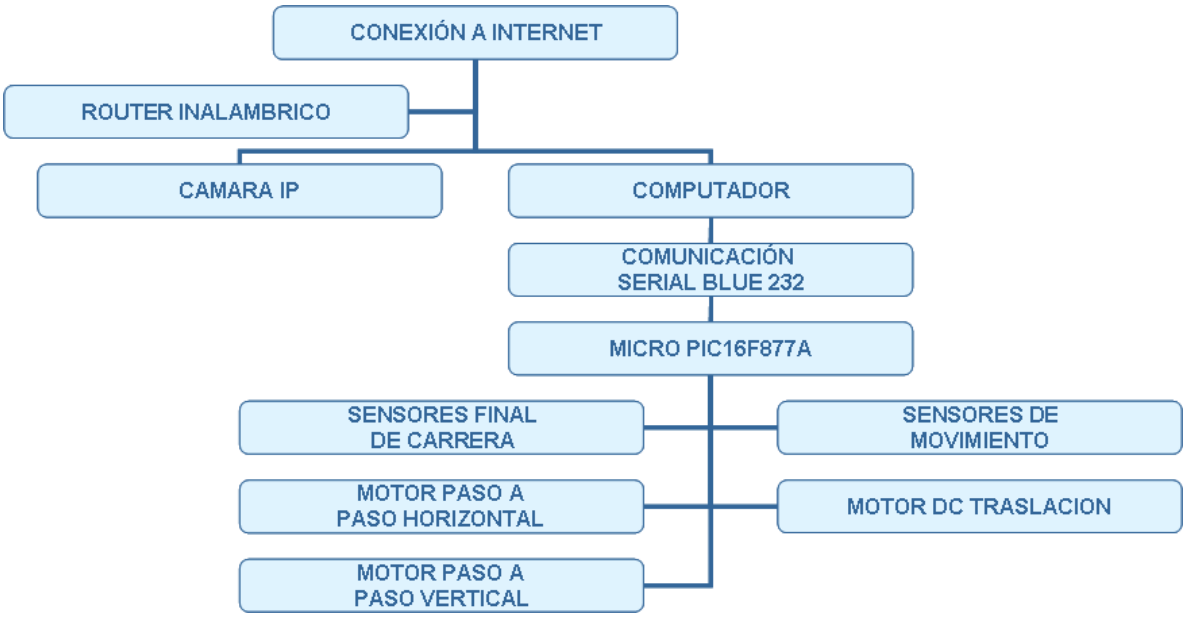
- Diseñar un software sobre plataforma Web para el control de las cámaras y manejo de imágenes en tiempo real, además que coste de una base de datos.

1 INTRODUCCION

Los sistemas de comunicación actuales ayudan de una manera eficiente en el desarrollo de sistemas de seguridad. Por medio de la Internet podemos enviar cualquier tipo de información como son imágenes y control para los dispositivos, debido a que en lugares remotos se ve la necesidad de tener algún tipo de control como es el visual mas que todo; esto hace que los sistemas inalámbricos sean mas necesarios que nunca ya que por su forma de enviar datos sin necesidad de cables y lo mejor de todo con una facilidad de movilidad.

Este proyecto enfoca un sistema de seguridad, que utiliza las comunicaciones inalámbricas actuales como son el Bluetooth e IP Wireless, que implementa un protocolo 802.11b y 802.11g; que pueden transportar datos como imágenes y control, para el cual nuestra aplicación es cada uno independientemente. Este proyecto apunta principalmente a aquellas empresas que buscan tener innovaciones tecnológicas para aumentar su productividad y tener altos índices de calidad y efectividad, además de que puedan obtener el producto a un precio asequible.

Figura No.1: Esquema general de comunicación inalámbrica



2 MARCO TEORICO

2.1 MEDIOS DE COMUNICACIÓN[1]

La búsqueda constante del hombre por satisfacer cada vez mejor su necesidad de comunicación ha sido el impulso que ha logrado la instauración en el mundo de instrumentos cada día más poderosos y veloces en el proceso comunicativo. Sólo basta una retrospectiva para definir cómo el ser humano ha logrado evolucionar sus formas de comunicación: Desde rudimentarios métodos como la escritura jeroglífica, pasando por la invención del alfabeto y del papel, dando un leve salto hasta la llegada de la imprenta, y apenas uno más para la aparición del teléfono, el cine, la radio y la televisión. Todos estos instrumentos han sido ciertamente un avance en las formas de comunicación del hombre y, prácticamente todos, han sido posibles gracias a la tecnología, que a su vez ha sido el instrumento cuya evolución ha determinado el avance de la humanidad.

Desde siempre, el hombre ha tenido la necesidad de comunicarse con los demás, de expresar pensamientos, ideas, emociones; de dejar huella de sí mismo. Así también se reconoce en el ser humano la necesidad de buscar, de saber, de obtener información creada, expresada y transmitida por otros. La creación, búsqueda y obtención de información son pues acciones esenciales a la naturaleza humana. Tal vez por eso los grandes saltos evolutivos de la humanidad tienen como hito la instauración de algún nuevo instrumento de comunicación.

[1] http://www.universidadabierta.edu.mx/SerEst/Apuntes/BlancoRodolfo_CienComunic.htm

2.1.1 Comunicación inalámbrica

Referido a las telecomunicaciones, se aplica el término **inalámbrico** (inglés *wireless*/sin cables/) al tipo de comunicación en la que no se utiliza un medio de propagación físico, sino se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas, las cuales se propagan por el espacio sin un medio físico que comunique cada uno de los extremos de la transmisión.

2.1.2 Definiciones importantes[2]

a) WIFI (Wireless Fidelity)

Fidelidad Inalámbrica. Es una marca creada por la asociación WECA con el objetivo de fomentar la tecnología inalámbrica y asegurarse la compatibilidad entre equipos. Todos los equipos con la marca "WIFI" son compatibles entre si.

b) WEP (Wireless Equivalen Privacy)

Es un mecanismo de cifrado de datos utilizado por el protocolo de comunicación WiFi. Surgió con la idea de ofrecerle a las redes inalámbricas un estado de seguridad similar al que tienen las redes cableadas. Utiliza claves de 64bits, de 128bits o de 256 bits. Su uso debería ser rápidamente substituido por las redes wireless con encriptación **WPA**.

c) WPA (Wi-Fi Protected Access)

Es un sistema para corregir la seguridad de WEP. WPA implementa la mayoría del estándar IEEE 802.11i, y fue creado como una simple medida intermedia para ocupar el lugar de WEP mientras se preparaba el estándar 802.11i. era preparado. WPA fue diseñado para utilizar un servidor de autenticación

[2] http://hwagm.elhacker.net/htm/definiciones.htm

(normalmente un servidor RADIUS), que distribuye claves diferentes a cada usuario (a través del protocolo 802.1x); sin embargo, también se puede utilizar en un modo menos seguro de clave pre-compartida (PSK - Pre-Shared Key). La información es cifrada utilizando el algoritmo RC4, con una clave de 128 bits y un vector de inicialización de 48 bits.

d) 802.11i

Estándar de seguridad para WLAN, combina el uso de 802.1x y protocolos de cifrado TKIP/CCMP que ofrece autenticación de usuario (no de dispositivo), confiabilidad e integridad de los datos.

e) AP

Punto de acceso inalámbrico.

f) AI

Adaptador inalámbrico. Tarjeta wireless.

2.1.3 Control centralizado y jerárquico[3]

En el control de una computadora central se controla la totalidad de la planta. Las desventajas de este control es que una falla de la computadora hace que se pierda el control de toda la planta. Para evitarlo se utilizan sistemas con dos computadoras. Si falla una, la otra se hace cargo. El avance en los microprocesadores y ka reducción de costos de las computadoras ha contribuido a que los sistemas con varias computadoras sea cada vez más comunes, así como el sistema del desarrollo jerárquico y distribuido.

[3] WILLIAM Bolton, MECATRONICA, sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y electrónica. México D.F. Alfaomega. Grupo editorial, S.A. 2006 Pág. 468, 469, 470

En el sistema jerárquico existe una jerarquía entre las computadores de acuerdo con las tareas que desempeñan Las computadoras que manejan tareas rutinarias están supervisadas por computadoras que tienen mayor toma de decisiones. Por ejemplo, las computadoras que se usan en el control digital directo de sistemas están al servicio de una computadora que se encarga del control se supervisión de todo el sistema. El trabajo se distribuye entre las computadoras dependiendo de la información que trate.

2.1.4 Transmisión de datos

La transmisión de datos se lleva a cabo a través de enlaces de transmisión en paralelo y serie.

a) Transmisión de datos en serie

Se refiere a la transmisión de datos que, junto con la señales de control, se envían de bit en bit en secuencia, en una sola línea. Para transmitir y recibir datos solo se necesita una línea de dos conductores. Dado que los bit de una palabra se transmiten de manera secuencial y no simultanea, la taza de transferencia de datos es mucho menor que en el caso de de la transmisión de datos en paralelo. Sin embargo, este tipo de transmisión es mas barato, ya que requiere una cantidad mucho menor de conductores. Por ejemplo, la comunicación entre los microcontroladores de un automóvil se establece mediante una transmisión de datos en serie.

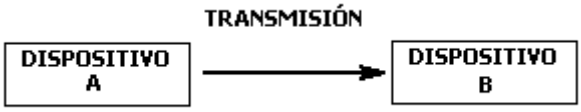
2.1.5 Modos de comunicación de datos en serie[4]

La transmisión de datos en serie adopta tres modalidades:

a) Modo Simplex

La transmisión solo es posible en una dirección, del dispositivo A al dispositivo B; este no puede transmitir al dispositivo A (figura a). Se puede pensar en la conexión como una avenida en un solo sentido. Este tipo se usa para transmitir a dispositivos como impresoras; que nunca transmiten información.

Figura No.2: Modos de comunicación modo simplex

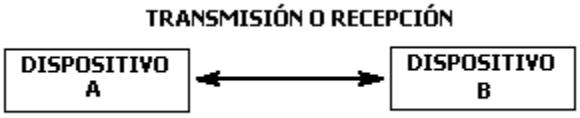


b) Modo Semiduplex o unidireccional

Los datos se transmiten en una dirección a la vez, pero puede cambiar (figura No. 3). Las terminales de ambos extremos del enlace pueden cambiar de transmisión a recepción. Así el dispositivo A puede transmitir al dispositivo B y este al A, pero no al mismo tiempo. Se puede pensar en una avenida de dos carriles que están en reparación; un controlador detiene el tráfico de un carril para que avance el tráfico del otro carril.

[4] WILLIAM Bolton, MECATRONICA, sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y electrónica. México D.F. Alfaomega. Grupo editorial, S.A. 2006 Pág. 471, 478.

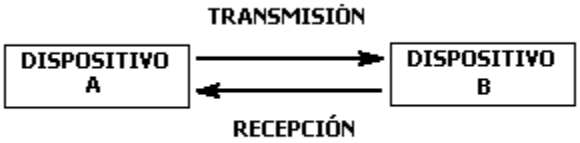
Figura No.3: Modos de comunicación modo Semiduplex



c) Modo Duplex completo o bidireccional

Los datos se transmiten en forma simultanea en ambas direcciones entre los dispositivos A y B (figura No 4.). Esto es como una carretera con dos carriles donde es posible circular en ambas direcciones a la vez.

Figura No.4: Modo de comunicación modo dúplex completo



2.1.6 Interfase para comunicación en serie

La interfase en serie de mayor uso es la RS-232; la American Electronic Industries Association definió esta interfase por primera vez en 1962. esta norma se refiere al equipo terminal de datos (DTE) que envía y recibe datos a través de la interfase como un microcontrolador, y al equipo terminal de circuito de datos (DCE) que consisten en dispositivos que facilitan la comunicación; un ejemplo típico es un módem que constituye un vinculo especial entre una microcomputadora y una línea telefónica analógica común.

Las señales RS-232 se clasifican en tres categorías.

a) Datos

El RS-232 proporciona dos canales de datos en serie independientes, conocidos como primarios y secundario. Ambos canales se utilizan para la operación bidireccional o dúplex total.

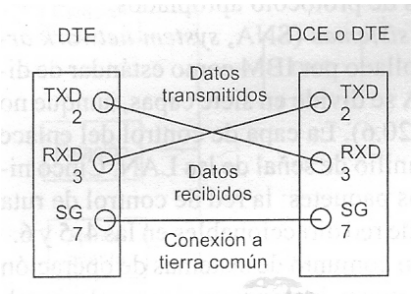
b) Control de Reconocimiento

Las señales de reconocimiento se usan para controlar el flujo de los datos en serie a través de la ruta de comunicación.

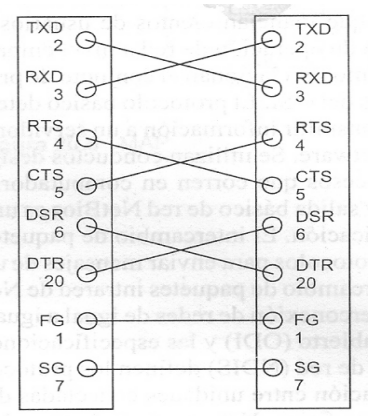
c) Temporización

Para una operación sincronía es necesario proporcionar señales de reloj entre transmisores y receptores.

Figura No.5 Conexiones RS232



(a)
Configuración mínima



(b)
Conexión con una PC

2.2 MOTORES PASO A PASO (STEPPER MOTORS)

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° hasta pequeños movimientos de tan solo 1.8°, es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso (90°) y 200 para el segundo caso (1.8°), para completar un giro completo de 360°.

Estos motores poseen la habilidad de poder quedar enclavados en una posición o bien totalmente libres. Si una o más de sus bobinas están energizadas, el motor estará enclavado en la posición correspondiente y por el contrario quedará completamente libre si no circula corriente por ninguna de sus bobinas.

2.2.1 Principio de funcionamiento

Básicamente estos motores están constituidos normalmente por un rotor sobre el que van aplicados distintos imanes permanentes y por un cierto número de bobinas excitadoras bobinadas en su estator.
Las bobinas son parte del estator y el rotor es un imán permanente. Toda la conmutación (o excitación de las bobinas) deber ser externamente manejada por un controlador.

Figura No.6: Rotor

Figura No.7: Estator de 4 bobinas

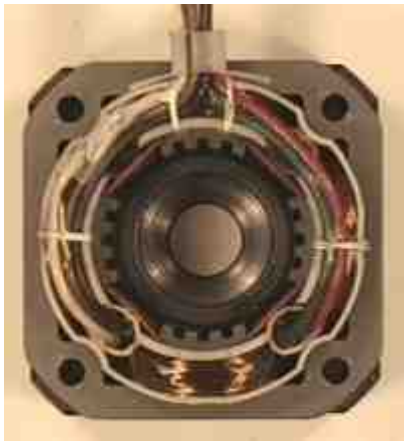
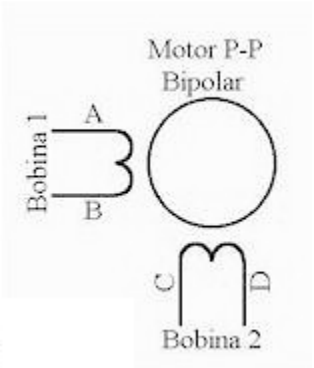
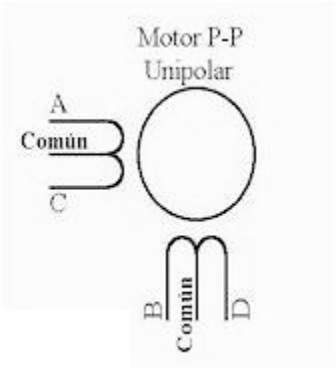


Figura No.8: Clases de motores paso a paso

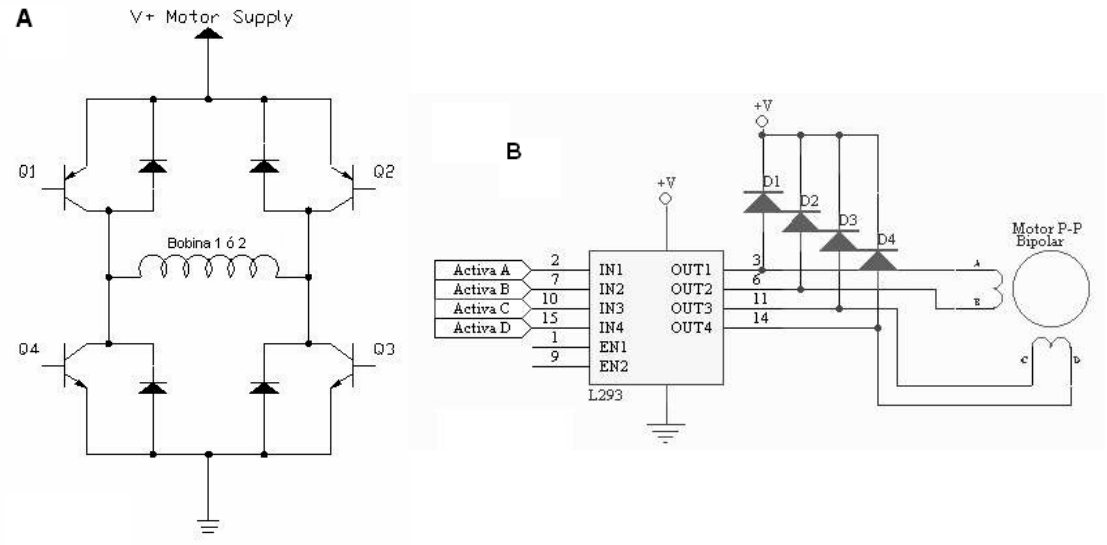




2.2.2 Motores Bipolares

Estos tienen generalmente cuatro cables de salida. Necesitan cierta lógica para ser controlados, debido a que requieren del cambio de dirección del flujo de corriente a través de las bobinas en la secuencia apropiada para realizar un movimiento. En figura No.9A podemos apreciar un ejemplo de control de estos motores mediante el uso de un puente en H (H-Bridge). Como se aprecia, será necesario un H-Bridge por cada bobina del motor, es decir que para controlar un motor Paso a Paso de 4 cables (dos bobinas), necesitaremos usar dos H-Bridges iguales al de la figura No.9A. El circuito de la figura No.9B es a modo ilustrativo y no corresponde con exactitud a un H-Bridge. En general es recomendable el uso de H-Bridge integrados como son los casos del L293 (figura No.9B)

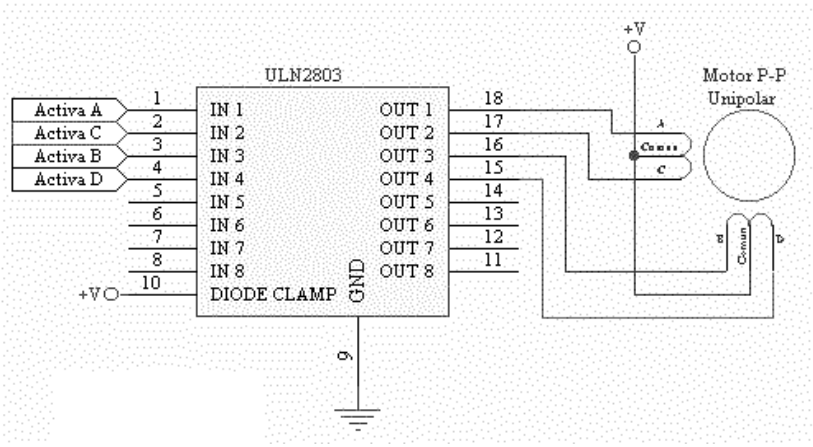
Figura No.9: Control de motor mediante puente en H



2.2.3 Motores Unipolares

Estos motores suelen tener 6 o 5 cables de salida, dependiendo de su conexionado interno. Este tipo se caracteriza por ser más simple de controlar. En la figura No.10 podemos apreciar un ejemplo de conexionado para controlar un motor paso a paso unipolar mediante el uso de un ULN2803, el cual es una array de 8 transistores tipo Darlington capaces de manejar cargas de hasta 500mA. Las entradas de activación (Activa A, B, C y D) pueden ser directamente activadas por un microcontrolador.

Figura No.10: Conexionado para controlar un motor unipolar



2.2.4 Secuencias para manejar motores paso a paso Bipolares

Como se dijo anteriormente, estos motores necesitan la inversión de la corriente que circula en sus bobinas en una secuencia determinada. Cada inversión de la polaridad provoca el movimiento del eje en un paso, cuyo sentido de giro está determinado por la secuencia seguida.

Tabla con la secuencia necesaria para controlar motores paso a paso del tipo Bipolares.

Figura No.11: Tabla para controlar motores paso a paso bipolares

PASO	TERMINALES			
	A	B	C	D
1	+V	-V	+V	-V
2	+V	-V	-V	+V
3	-V	+V	-V	+V
4	-V	+V	+V	-V

2.2.5 Secuencias para manejar motores paso a paso Unipolares

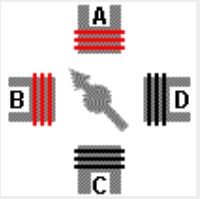
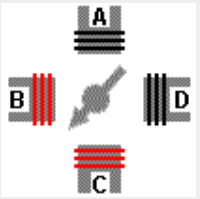
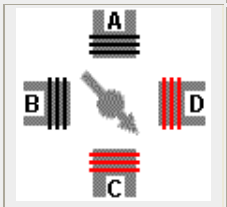
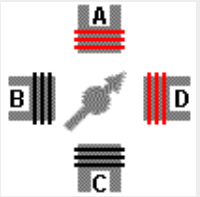
Existen tres secuencias posibles para este tipo de motores, las cuales se detallan a continuación. Todas las secuencias comienzan nuevamente por el paso 1 una vez alcanzado el paso final (4 u 8). Para revertir el sentido de giro, simplemente se deben ejecutar las secuencias en modo inverso.

a) Secuencia Normal

Esta es la secuencia más usada y la que generalmente recomienda el fabricante. Con esta secuencia el motor avanza un paso por vez y debido a que siempre hay al menos dos bobinas activadas, se obtiene un alto torque de paso y de retención.

Tabla con la secuencia necesaria para controlar motores paso a paso del tipo Unipolares con secuencia normal.

Figura No.12: Conexionado para controlar un motor unipolar con secuencia normal

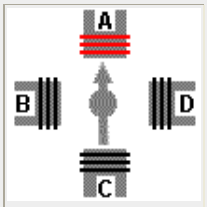
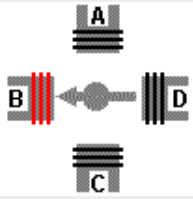
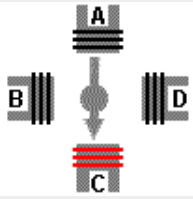
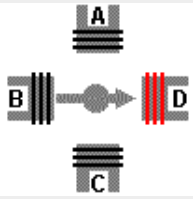
PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	ON	ON	OFF	OFF	
2	OFF	ON	ON	OFF	
3	OFF	OFF	ON	ON	
4	ON	OFF	OFF	ON	

b) Secuencia del tipo wave drive

En esta secuencia se activa solo una bobina a la vez. En algunos motores esto brinda un funcionamiento más suave. La contrapartida es que al estar solo una bobina activada, el torque de paso y retención es menor.

Tabla con la secuencia necesaria para controlar motores paso a paso del tipo Unipolares con secuencia de tipo wave drive

Figura No.13: Conexionado para controlar un motor unipolar de tipo wave

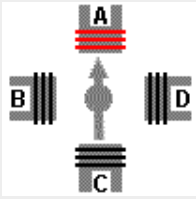
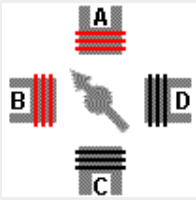
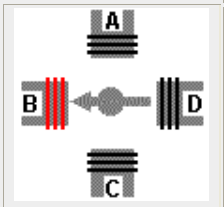
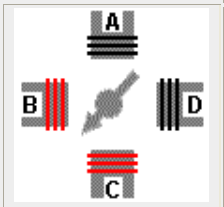
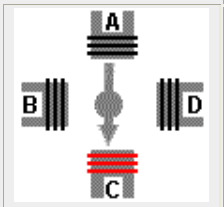
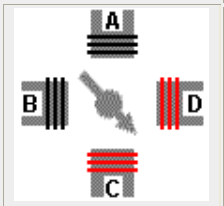
PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	**ON**	OFF	OFF	OFF	
2	OFF	**ON**	OFF	OFF	
3	OFF	OFF	**ON**	OFF	
4	OFF	OFF	OFF	**ON**	

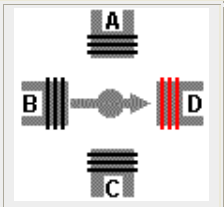
c) Secuencia del tipo medio paso

En esta secuencia se activan las bobinas de tal forma de brindar un movimiento igual a la mitad del paso real. Para ello se activan primero 2 bobinas y luego solo 1 y así sucesivamente. Como vemos en la tabla la secuencia completa consta de 8 movimientos en lugar de 4.

Tabla con la secuencia necesaria para controlar motores paso a paso del tipo Unipolares con secuencia de tipo medio paso.

Figura No.14: Conexionado para controlar un motor unipolar con secuencia de medio paso

PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	**ON**	OFF	OFF	OFF	
2	**ON**	**ON**	OFF	OFF	
3	OFF	**ON**	OFF	OFF	
4	OFF	**ON**	**ON**	OFF	
5	OFF	OFF	**ON**	OFF	
6	OFF	OFF	**ON**	**ON**	

7	OFF	OFF	OFF	**ON**	

Como comentario final, hay que destacar que debido a que los motores paso a paso son dispositivos mecánicos y como tal deben vencer ciertas inercias, el tiempo de duración y la frecuencia de los pulsos aplicados es un punto muy importante a tener en cuenta. En tal sentido el motor debe alcanzar el paso antes que la próxima secuencia de pulsos comience.

Si la frecuencia de pulsos es muy elevada, el motor puede reaccionar en alguna de las siguientes formas:

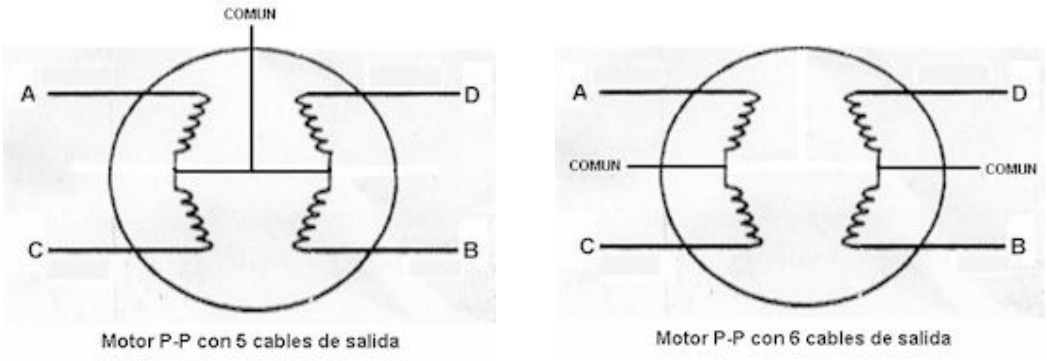
- Puede que no realice ningún movimiento en absoluto.
- Puede comenzar a vibrar pero sin llegar a girar.
- Puede girar erráticamente.
- O puede llegar a girar en sentido opuesto.

Para obtener un arranque suave y preciso, es recomendable comenzar con una frecuencia de pulso baja y gradualmente ir aumentándola hasta la velocidad deseada sin superar la máxima tolerada. El giro en reversa debería también ser realizado previamente bajando la velocidad de giro y luego cambiar el sentido de rotación.

2.2.6 Distribución de los cables a los bobinados en motores Unipolares

Cuando se trabaja con motores Paso a Paso usados o bien nuevos, pero de los cuales no tenemos hojas de datos. Es posible averiguar la distribución de los cables a los bobinados y el cable común en un motor de paso unipolar de 5 o 6 cables siguiendo las instrucciones que se detallan a continuación:

Figura No.15: Motor de paso unipolar de 5 o 6 cables



a) Aislando el cable(s) común que va a la fuente de alimentación

Como se aprecia en las figura No.11, en el caso de motores con 6 cables, estos poseen dos cables *comunes*, pero generalmente poseen el mismo color, por lo que lo mejor es unirlos antes de comenzar las pruebas.

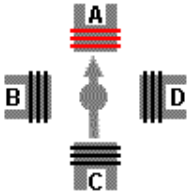
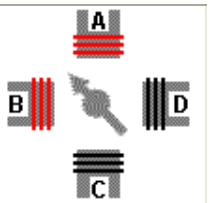
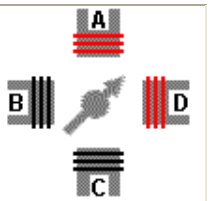
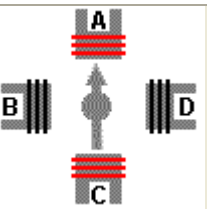
Usando un tester para chequear la resistencia entre pares de cables, el cable común será el único que tenga la mitad del valor de la resistencia entre ella y el resto de los cables. Esto es debido a que el cable *común* tiene una bobina entre ella y cualquier otro cable, mientras que cada uno de los otros cables tiene dos bobinas entre ellos. De ahí la mitad de la resistencia medida en el cable *común*.

b) Identificando los cables de las bobinas (A, B, C y D)

Aplicar un voltaje al cable *común* (generalmente 12 volts, pero puede ser más o menos) y manteniendo uno de los otros cables a masa (GND) mientras se coloca a masa cada uno de los demás cables de forma alternada y observando los resultados.

Proceso de selección de los cables a los bobinados y el cable común en un motor de paso unipolar de 5 o 6 cables.

Figura No.16: Proceso de selección de los cables a los bobinados

Seleccionar un cable y conectarlo a masa. Ese será llamado cable **A**.	
Manteniendo el cable **A** conectado a masa, probar cuál de los tres cables restantes provoca un paso en sentido anti horario al ser conectado también a masa. Ese será el cable **B**.	
Manteniendo el cable **A** conectado a masa, probar cuál de los dos cables restantes provoca un paso en sentido horario al ser conectado a masa. Ese será el cable **D**.	
El último cable debería ser el cable **C**. Para comprobarlo, basta con conectarlo a masa, lo que no debería generar movimiento alguno debido a que es la bobina opuesta a la **A**.	

Nota: La nomenclatura de los cables (A, B, C, D) es totalmente arbitraria.

2.2.7 Distribución de los cables a los bobinados en motores Bipolares

Para el caso de motores paso a paso bipolares (generalmente de 4 cables de salida), la identificación es más sencilla. Simplemente tomando un tester en modo óhmetro (para medir resistencias), podemos hallar los pares de cables que corresponden a cada bobina, debido a que entre ellos deberá haber continuidad (en realidad una resistencia muy baja). Luego solo se debe averiguar la polaridad de la misma, la cual se obtiene fácilmente probando. Es decir, si conectado de una manera no funciona, simplemente damos vuelta los cables de una de las bobinas y entonces ya debería funcionar correctamente. Si el sentido de giro es inverso a lo esperado, simplemente se deben invertir las conexiones de ambas bobinas y el H-Bridge.

2.3 MOTORES DC

Figura No.17: Motor de Corriente continúa

2.3.1 Descripción

El motor eléctrico es un dispositivo electromotriz como se aprecia en la figura No.17, esto quiere decir que convierte la energía eléctrica en energía motriz. Todos los motores disponen de un eje de salida para acoplar un engranaje, polea o mecanismo capaz de transmitir el movimiento creado por el motor.

2.3.2 Funcionamiento

El funcionamiento de un motor se basa en la acción de campos magnéticos opuestos que hacen girar el rotor (eje interno) en dirección opuesta al estator (imán externo o bobina), con lo que si sujetamos por medio de soportes o bridas la carcasa del motor el rotor con el eje de salida será lo único que gire.
Para cambiar la dirección de giro en un motor de Corriente Continua tan solo tenemos que invertir la polaridad de la alimentación del motor.

Para modificar su velocidad podemos variar su tensión de alimentación con lo que el motor perderá velocidad, pero también perderá par de giro (fuerza) o para no perder par en el eje de salida podemos hacer un circuito modulador de anchura de pulsos (PWM) con una salida a transistor de mas o menos potencia según el motor utilizado.

2.4 SENSORES Y CLASIFICACION[5]

Los términos <<sensor>> y <<transductor>> se suelen aceptar como sinónimos, aunque, si hubiera que hacer una distinción, el término traductor es aun más amplio, incluyendo una parte sensible o <<captador>> propiamente dicho y algún tipo de circuito de acondicionamiento de la señal detectada. Si nos centramos en el estudio de los transductores cuya salida es una señal eléctrica, podemos dar la siguiente definición:

<<Un transductor es un dispositivo capaz de convertir el valor de una magnitud física en una señal eléctrica codificada, ya sea en forma analógica o digital>>.

[5] BALCELLS, Joseph y ROMERAL, José Luís. Autómatas Programables. México DF. Alfa omega. Grupo Editorial S.A. 1998 Pág. 113, 116, 117, 119, 120.

No todos los transductores tienen qué dar una salida en forma de señal eléctrica. Como ejemplo puede valer el caso de un termómetro basado en la diferencia de dilatación de una lámina bimetálica, donde la temperatura se convierte directamente en un desplazamiento de una aguja indicadora.

Sin embargo, el término traductor suele asociarse bastante a dispositivos cuya salida es una magnitud eléctrica o magnética y, por otro lado, nos interesa aquí solo esté tipo de traductores, en la medida que son elementos conectables a autómatas programables a través de la interfaces adecuadas.

Limitándonos, pues, a los transductores basados fenómenos eléctricos o magnéticos éstos suelen tener una estructura general como muestra la figura, en la cual podemos distinguir las siguientes partes:

a) Elemento sensor o capturado

Convierte los valores de una magnitud física en variaciones de una magnitud eléctrica o magnética, que denominamos habitualmente señal.

b) Bloque de tratamiento de señal

Si existe, suele filtrar, amplificar, linealizar y, en general, modificar la señal obtenida en el captador, por regla general utilizando circuitos electrónicos.

c) Etapa de salida

Esta etapa comprende los amplificadores, interruptores, conversores de código, transmisores y, en general, todas aquellas partes que adaptan la señal a las necesidades de la caga exterior.

2.4.1 Transductores de posición

Los transductores de posición permiten medir la distancia de un objeto respecto a un punto o eje de referencia o simplemente detecta la presencia de un objeto a una cierta distancia. Precisamente, su capacidad de medir más o menos grandes distancias permite establecer una división en los grupos que se citan a continuación:

a) Detectores de presencia o proximidad

Se trata de dos sensores de posición toda o nada que entregan una señal binaria que informa de la existencia o no de un objeto ante el detector. El más elemental de estos sensores es quizás conocido final de carrera por contacto mecánico.

b) Medidores de distancia o posición

Entregan una señal analógica o digital que permite determinar la posición lineal o angular respecto a un punto o eje de referencia.

c) Traductores de pequeñas deformaciones

Se trata de sensores de posición especialmente diseñados para detectar pequeñas deformaciones o movimientos. Muchas veces se emplean adosados a piezas elásticas o con palpadores como transductores indirectos de fuerza o de par.

2.4.2 Detectores de proximidad

Los detectores de proximidad pueden estar basados en distintos tipos de capturadotes, siendo los mas frecuentes los siguientes:

- ✓ Detectores inductivos.
- ✓ Detectores capacitivos.
- ✓ Detectores ópticos.
- ✓ Detectores ultrasónicos.

Por lo general, se trata de sensores con repuesta todo o nada, con una cierta histéresis en la distancia de detención y con salida a base de interruptor estático (transistor, tiristor o triac), pudiendo actuar como interruptores de CC o de CA. Pero, algunos de ellos pueden llegar a dar una salida analógica proporcional a la distancia.

2.4.3 Detectores opticos

Los detectores ópticos emplean fotocélulas como elemento de detención. Algunos tipos disponen de un cabezal que incorpora un emisor de luz y la fotocélula de detención, actuando por reflexión y detención de haz de luz reflejado sobre el objeto que se pretende detectar. Otros tipos trabajan a modo de barrera y están previstos para detenciones a larga distancias con fuentes luminosas independientes del cabezal detector. Ambos tipos suelen trabajar con frecuencias luminosas en la gama de los infrarrojos.

Las características particulares de los detectores de proximidad ópticos, respecto a otros detectores de proximidad son:

- Elevadas inmunidad a perturbaciones electromagnéticas (EMI) externas.
- Distancias de detención grandes respecto a los inductivos o capacitivos. Se obtienen fácilmente hasta 500 m en modo barrera, y hasta 5 m por reflexión.
- Alta velocidad de respuesta y frecuencia de comunicación.
- Permiten la identificación de colores.
- Capaces de detectar objetos del tamaño de décimas de milímetros.

2.4.4 Detectores ultrasónicos

Estos detectores están basados en la emisión-recepción de ondas ultrasónicas. Cuando un objeto interrumpe el haz, el nivel de recepción varia y el receptor lo detecta. Como ventajas frente a las fotocélulas, los detectores ultrasónicos pueden detectar con facilidad los objetos transparentes, como cristales y plásticos, materiales que ofrecen dificultades para detención óptica.

Sin embargo, y dado que estos detectores ultrasónicos que se mueven por el aire, no podrán ser utilizados en lugares donde éste circule con violencia (bocas de aire acondicionado, cercanía de puertas, etc.), o en medios de elevadas contaminación acústica (prensas, choques entre metales, etc.). Por lo demás, y en cuanto a características de funcionamiento, estos detectores son semejantes a las células fotoeléctricas.

2.5 MICROCONTROLADORES[6]

2.5.1 Generalidades

Un microcontrolador es un dispositivo electrónico capaz de llevar a cabo procesos lógicos. Estos procesos o acciones son programados por el usuario, y son introducidos en este a través de un programador.

Contiene todos los elementos electrónicos que se utilizaban para hacer funcionar un sistema basado con un microprocesador; es decir, contiene en un solo integrado la Unidad de Proceso, la memoria RAM, memoria ROM, puertos de entrada y salida, con la consiguiente reducción de espacio.

Un PIC es un microcontrolador basado en memoria EEPROM/FLASH desarrollado por Microchip Technology.

2.5.2 Tipos de PIC

Existen diversas familias de PIC, las cuales se amplían constantemente, pero las más básicas son:

PIC16C5X: instrucciones de 12 bit, 33 instrucciones, 2 niveles de acumulador, sin interrupciones. En algunos casos la memoria es del tipo ROM, definida en fábrica.

PIC16CXX: instrucciones de 14 bit, 35 instrucciones, 8 niveles de acumulador. El PIC16C84 posee memoria EEPROM.

PIC17CXX: instrucciones de 16 bit, 55 instrucciones, 16 niveles de acumulador. A menos que se indique, la memoria es del tipo EPROM. Adicionalmente existen otras familias derivadas, como los PIC16FXX que emplean memoria del tipo FLASH.

---

[6] **HORENSTEIN Mark N.,** Microelectrónica: Circuitos y Dispositivos, Prentice hall Hispanoamericana, S.A. México ,1995. **MOTOROLA.** Libro de Motorola para Microcontroladores**.**

2.5.3 Microcontrolador PIC 16F877

La siguiente es una lista de las características que comparte el PIC16F877 con los dispositivos más cercanos de su familia:

PIC16F873 - PIC16F874 - PIC16F876 - PIC16F877

- CPU RISC.
- Sólo 35 instrucciones que aprender.
- Todas las instrucciones se ejecutan en un ciclo de reloj, excepto los saltos que requieren dos.
- Frecuencia de operación de 0 a 20 MHz (DC a 200 nseg de ciclo de instrucción).
- Hasta 8k x 14 bits de memoria Flash de programa.
- Hasta 368 bytes de memoria de datos (RAM).
- Hasta 256 bytes de memoria de datos EEPROM.
- Hasta 4 fuentes de interrupción.
- Stack de hardware de 8 niveles.
- Reset de encendido (POR).
- Timer de encendido (PWRT).
- Timer de arranque del oscilador (OST).
- Sistema de vigilancia Watchdog timer.
- Protección programable de código.
- Modo SEP de bajo consumo de energía.
- Opciones de selección del oscilador.
- Programación y depuración serie “In-Circuit” (ICSP) a través de dos patitas.
- Lectura/escritura de la CPU a la memoria flash de programa.
- Rango de voltaje de operación de 2.0 a 5.5 volts.
- Alta disipación de corriente de la fuente: 25mA.
- Rangos de temperatura: Comercial, Industrial y Extendido.

- Bajo consumo de potencia:

o Menos de 0.6mA a 3V, 4 Mhz
o 20 µA a 3V, 32 Khz
o menos de 1µA corriente de standby.

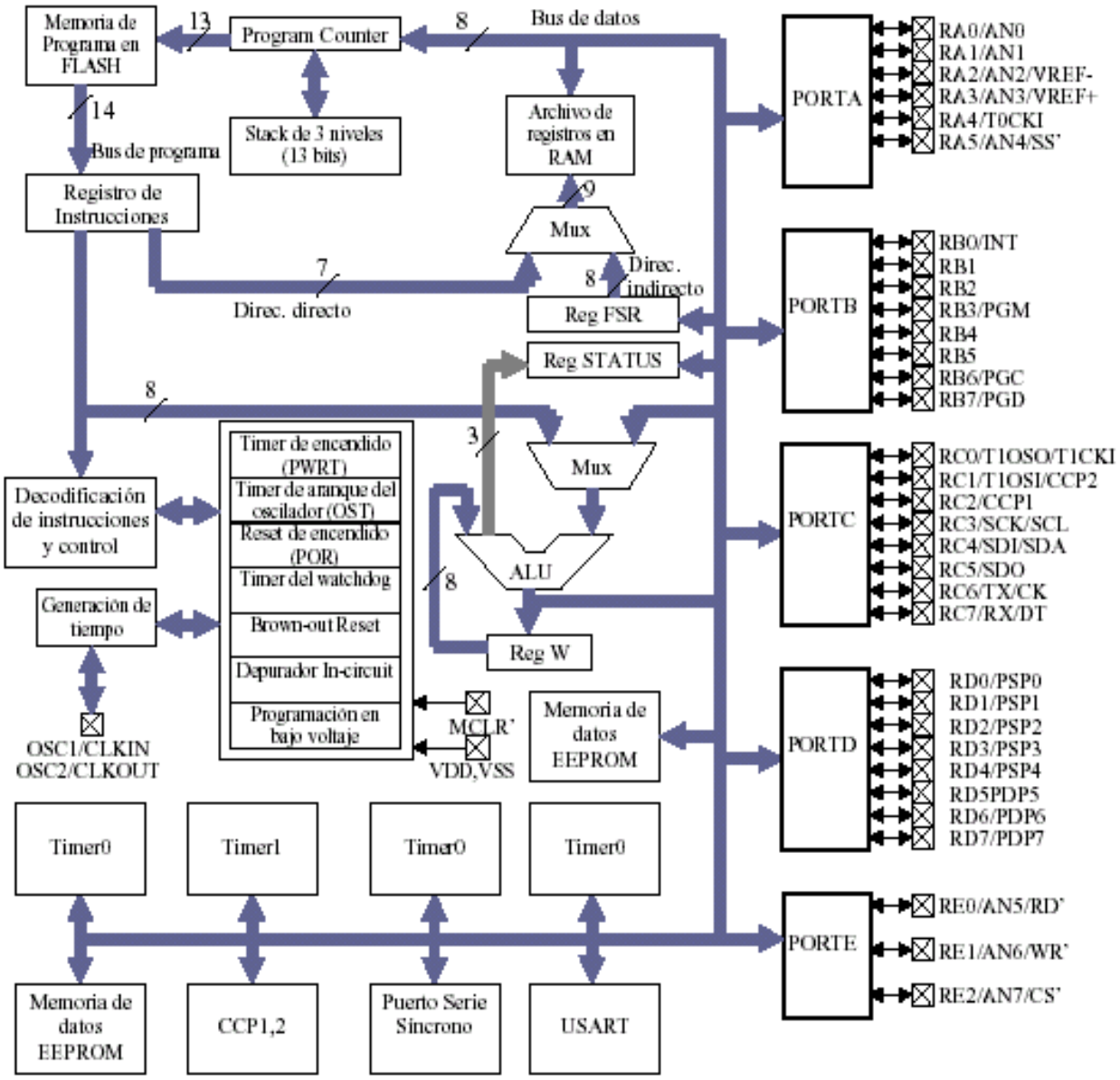
2.5.4 Periféricos

- Timer0: Contador/Temporizador de 8 bits con pre-escalador de 8 bits.
- Timer1: Contador/Temporizador de 16 bits con pre-escalador.
- Timer0: Contador/Temporizador de 8 bits con pre-escalador y post-escalador de 8 bits y registro de periodo.
- Dos módulos de Captura, Comparación y PWM.
- Convertidor Analógico/Digital: de 10 bits, hasta 8 canales.
- Puerto Serie Síncrono (SSP).
- Puerto Serie Universal (USART/SCI).
- Puerto Paralelo Esclavo (PSP): de 8 bits con líneas de protocolo.

2.5.5 Diagrama de bloques del PIC16F877

En la Figura No.18. Se muestra a manera de bloques la organización interna del PIC16F877.

Figura No.18: Diagrama del PIC16F877[7]



[7] Imagen proporcionada por Microchip

En la Figura No.19 se muestra también su diagrama de pines, para tener una visión conjunta del interior y exterior del Microcontrolador.

Figura No.19: Diagrama esquemático del microcontrolador PIC 16F877/874

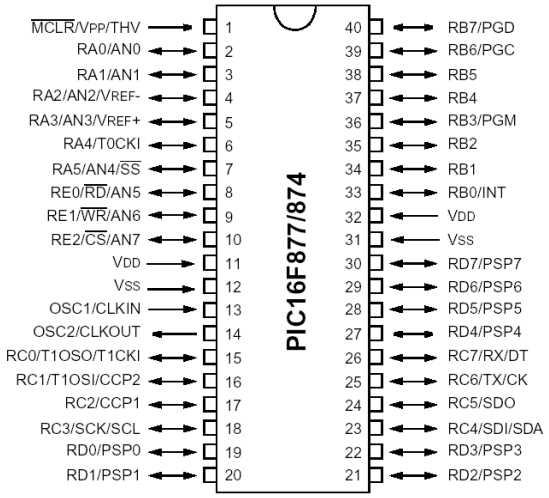
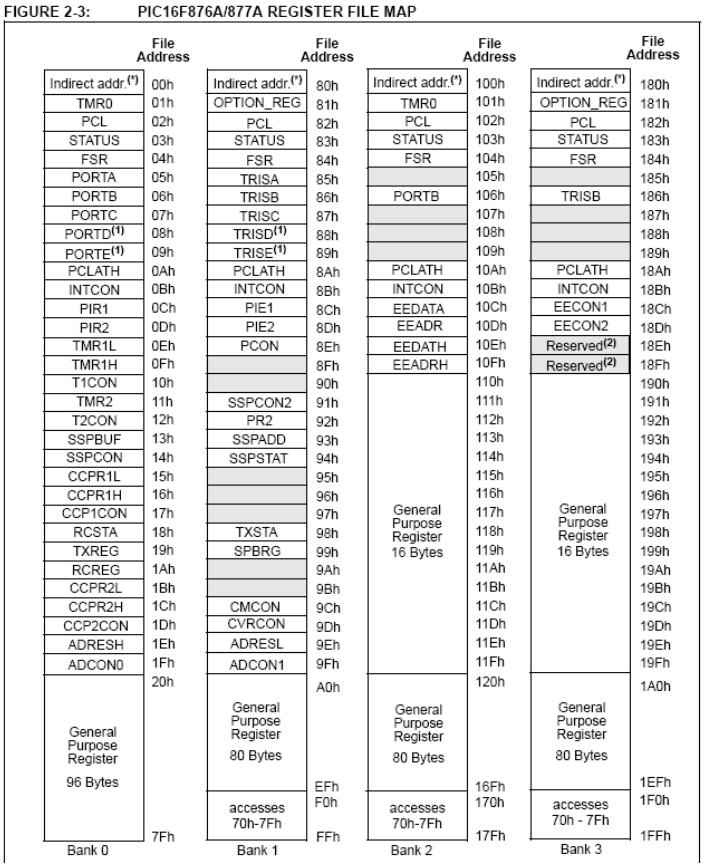


Figura No.20: Diagrama de bancos del microcontrolador PIC 16F877/874



2.6 SISTEMAS DE ACTUACIÓN MECANICOS[8]

2.6.1 Tipos de movimientos

Describir el movimiento de un cuerpo rígido puede parecerse complejo. Sin embargo, el movimiento de un cuerpo rígido se puede considerar como una combinación de movimientos de translación y rotación. Considerando tres dimensiones espaciales, el movimiento de translación seria un movimiento que se divide en componentes que coinciden con uno o más de los tres ejes. Una rotación puede ser una rotación con componentes que giran alrededor de uno o más de los ejes.

2.6.2 Grados de libertad

Un aspecto importante de los diseños de los elementos mecánicos en la orientación y disposición del elemento y partes. Un cuerpo que esta libre en el espacio se desplaza en tres direcciones mutuamente perpendiculares e independientes y gira de tres maneras alrededor de estas direcciones. Se dice que este cuerpo tiene tres grados de libertad. El número de grados de libertad es el número de componentes de movimientos requeridas para general el movimiento. Si una articulación esta limitada a desplazarse a lo largo de una línea, sus grados de libertad de traslación se reducen a uno. Si la articulación esta limitada a desplazarse en un plano, entonces tiene dos grados de libertad de traslación.

[8] WILLIAM Bolton, MECATRONICA, sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y electrónica. México D.F. Alfaomega. Grupo editorial, S.A. 2006 Pág. 142,143,144,148.

2.6.3 Carga

Los mecanismos son estructuras y, por lo tanto, transmiten y soportan cargas. Para determinar las cargas que soportan cierto elemento es necesario hacer un análisis. Después se evalúan las dimensiones del elemento para que su fuerza y, quizás su rigidez, sean suficientes para soportar esas cargas.

2.6.4 Trenes de engranajes

Los trenes de engranajes son mecanismos muy utilizados para transferir y transmitir el movimiento rotacional. Se emplean cuando se necesitan un cambio de velocidad o en el par de rotación en un dispositivo que esta girando. Por ejemplo, la caja de velocidad de un auto permite al conductor igualar los requerimientos de velocidad y par de rotación para cierta superficie con la potencia disponible del motor.

El movimiento rotacional se transfiere de un eje a otro mediante un par de cilindros giratorios; sin embargo, existe la posibilidad que haya deslizamiento o derrape. La transferencia del movimiento entre los dos cilindros depende de la fuerza de fricción entre las dos superficies en contacto. Para evitas el deslizamiento en los dos cilindros, se añaden dientes de engranaje, con lo que se obtiene un par de engranajes endentados.

Una variante es la que tiene dientes helicoidales, los cuales se cortan en forma de hélice y se conocen como engranes helicoidales. Estos ofrecen la ventaja de un engranado gradual de los dientes y, por lo tanto, la transmisión en los dientes es más suave y su vida se prolonga más. Es decir, la inclinación de los dientes respecto al eje produce una componente de fuerza axial en el cojinete del eje.

2.6.5 Engranajes rectos[9]

El concepto general es que los dientes de cualquier forma evitarán deslizamiento extraordinario. Los viejos molinos de harina impulsados por agua y los molinos de vientos funcionaban con engranajes de madera. Aun pasando por alto lo burdo de estos primeros ejemplares de engranajes, no había posibilidad alguna de transmisión uniforme de la velocidad, ya que la geometría de los dientes violaban la ley fundamental de los engranes, que dice que *la razón de velocidad angular entre los engranes de un engranaje (o tren de engranaje) debe mantenerse constante a través del acoplamiento.* La razón de velocidad angular mv es igual a la razón de radio de paso del engranaje de entrada, dividido entre la correspondiente del engrane de salida.

$$mv = \frac{\omega_{salida}}{\omega_{entrada}} = \pm \frac{r_{entrada}}{r_{salida}}$$

La razón de par de torsión o ventaja mecánica mas es la reciproca de la razón de la velocidad mv;

$$m_A = \frac{1}{mv} = \frac{\omega_{entrada}}{\omega_{salida}} = \pm \frac{r_{salida}}{r_{entrada}}$$

Para efectos de cálculos, la razón de engranes se toma como la magnitud, ya sea de la razón de la velocidad o de la razón de pares de torsión, cualquiera que sea >1.

$$m_G = |mv| \qquad \text{o} \qquad m_G = |m_A|$$

[9] GROOVER, Mikell. Robótica Industrial tecnología programación y aplicaciones. México D.F. McGraw-Hill, 1990.

2.6.6 Nomenclatura de los dientes de engranes

La figura No 17 muestra los dientes de un engrane que define la nomenclatura estándar. La altura del diente se define por la altura de la cabeza y la altura de la raíz, que están referidas al círculo de paso nominal. La altura de la raíz es ligeramente mayor a la altura de cabeza, a fin de incluir una pequeña holgura entre la punta de un diente en acoplamiento (circulo de cabeza) y la parte inferior del espacio del diente del otro (circulo de raíz). El espesor del diente del círculo de paso al ancho del espacio del diente ligeramente superior al espesor del diente. El ancho de la cara del diente se mide a lo largo del eje del engrane. El paso circular es la longitud del arco a lo largo de la circunferencia del circulo de paso, medido des un punto en un diente hasta el mismo punto en el siguiente. El paso circular define el tamaño del diente. La definición del paso circular Pc es

$$Pc = \frac{\pi d}{N}$$

Donde d= diámetro de paso y N= número de dientes. El paso del diente también se mide a lo largo de la circunferencia del círculo de base y se conoce como el paso de base *Pb*

$$Pb = PcCos\phi$$

Las unidades de *Pc* son pulgadas o milímetros. Una manera más práctica de definir el tamaño del diente es relacionando directamente con el diámetro *d* del circulo de paso, no con su circunferencia. El paso diametral *Pd* es

$$Pd = \frac{N}{d}$$

Las unidades de Pd son reciprocas de pulgadas, es decir números de dientes por pulgadas.

2.6.7 Razón de contacto

La razón de contacto mp define el numera promedio de dientes en ese contacto en cualquier instante. Esto se calcula a partir de:

$$mp = \frac{Z}{Pb}$$

Donde Z es la longitud y Pb es el paso base.

Figura No.21: Engranaje Recto

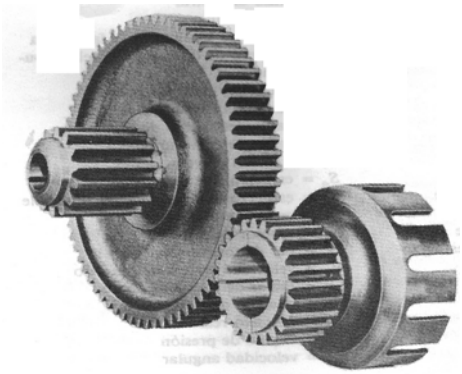


Figura No.22: Engrane de Gusano

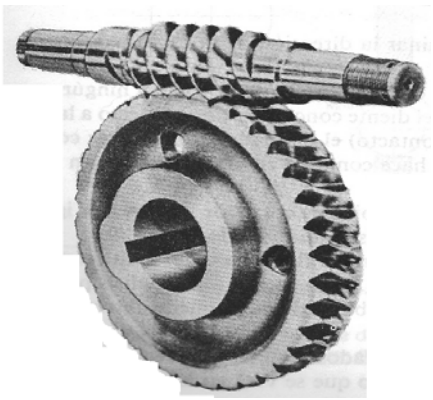
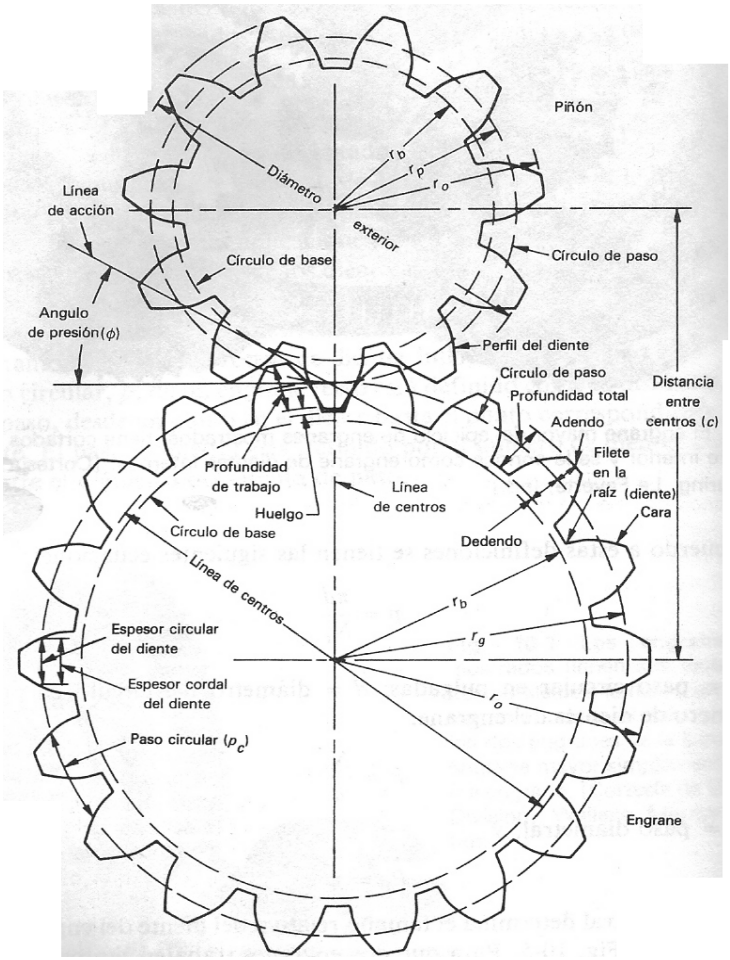


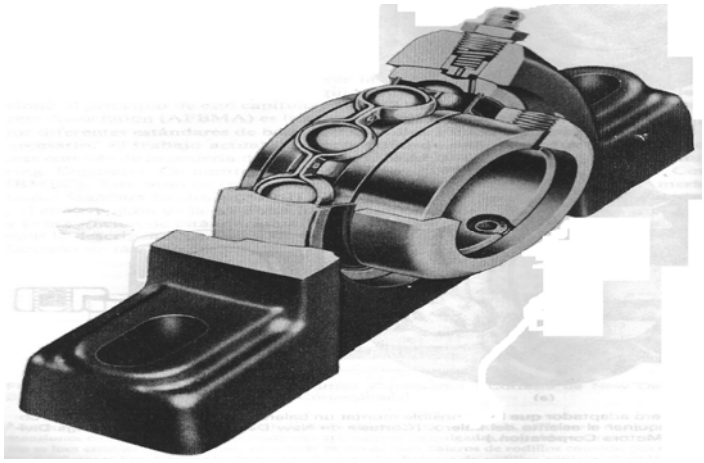
Figura No.23: Geometría básica y nomenclatura para un par de engranajes rectos



2.6.8 Cojinetes (Chumaceras)[10]

Siempre que hay un desplazamiento de una superficie que esta en contacto con otra, ya sea por rotación o desplazamiento, las fuerzas de fricción producidas generan calor que desperdician energía y produce desgaste. La función de los cojinetes o chumaceras (también conocidos como rodamientos) es guiar el movimiento de una parte respecto a la otra con mínima fricción y máxima exactitud. Es de particular importancia la necesidad de proporcionar un soporte adecuado a los ejes rotacionales, es decir, un soporte a las cargas radiales. El termino cojinete de empuje designa los cojinetes que permiten soportar fuerzas a lo largo de un eje cuando el movimiento relativo es una rotación.

Figura No.24: Chumacera



[10] WILLIAM Bolton, MECATRONICA, sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y electrónica. México D.F. Alfaomega. Grupo editorial, S.A. 2006 Pág. 153,154,156.

2.6.9 Cojinetes de bola

Con este tipo de cojinetes, la carga principal se transfiere del eje rotacional al apoyo mediante un contacto de rodadura en vez de un contacto por deslizamiento. Un cojinete de rotación costa de cuatro elementos principales: una pista interna, una pista externa, el elemento de rodamiento de bola o rodillo y una jaula que mantiene separados los elementos de rodamientos.
Hay varios tipos de cojinetes de bola:

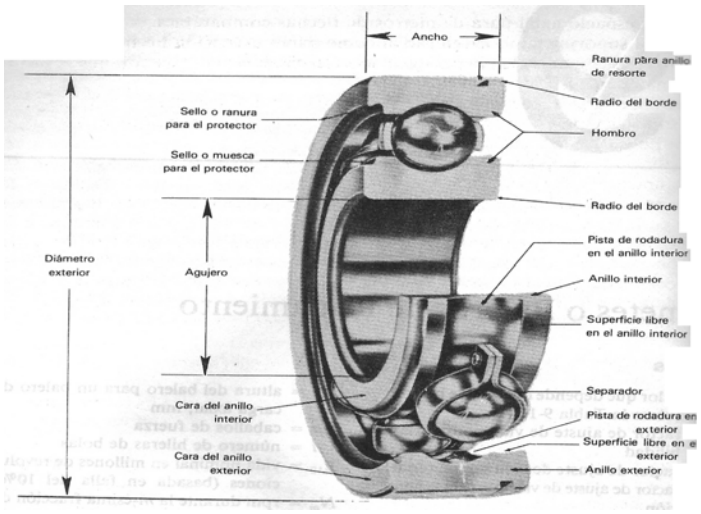
Rígidos de bola

a) Ranura de Relleno
b) Contacto Angular
c) De doble Hilera
d) Cojinete Autoalineable
e) Axiales

2.6.10 Elección de los rodamientos

En general, los cojinetes de desplazamiento seco solo se utilizan en ejes de diámetro pequeños con carga y velocidad también pequeños; los rodamientos de bola y de rodillo, es decir, en los que hay movimiento rotacional, se usan para tamaños mucho mayores del diámetro del eje, cargas y velocidad; los rodamientos hidrodinámicos se usan para cargas y ejes de diámetros grandes. En la grafica se indica opciones para elegir rodamientos con base en las características carga-velocidad de eje para diversos diámetros de eje.

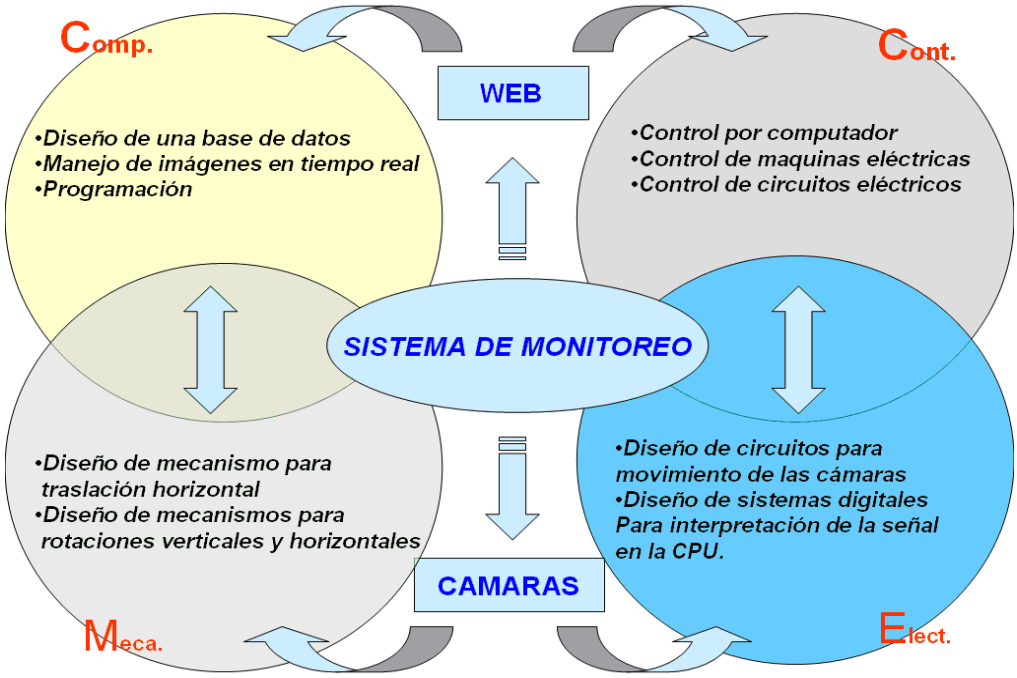
Figura No.25: Nomenclatura de los rodamientos de Bolas



3 DISEÑO MECATRÓNICO

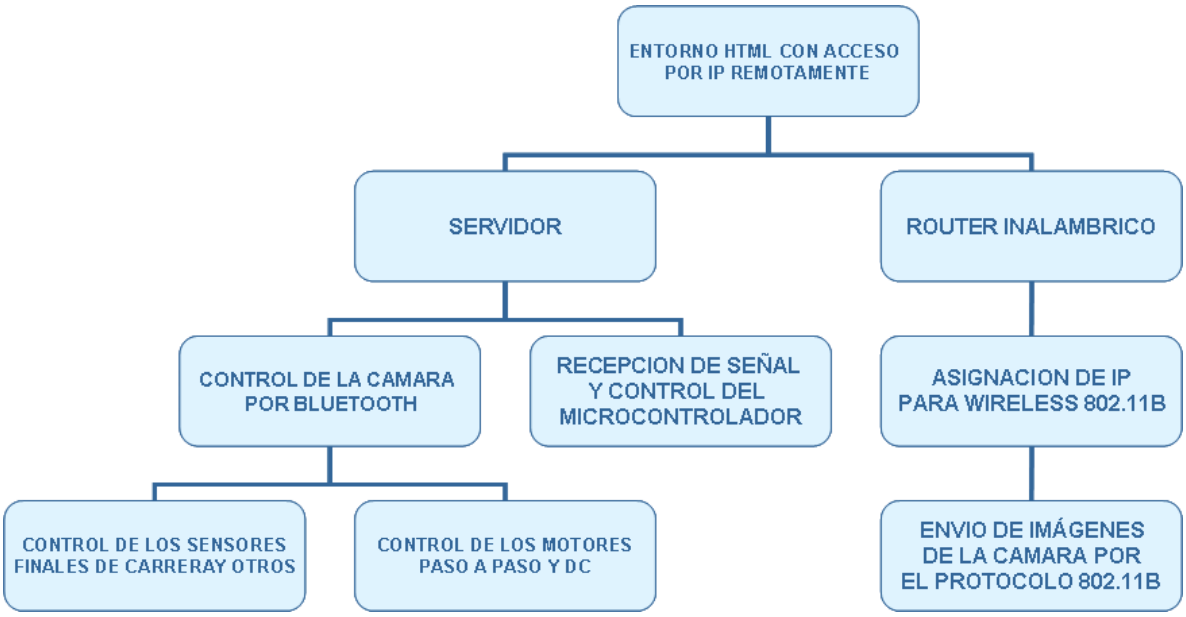
El diseño Mecatrónico contiene cuatro fases que se enlaza entre si para conformar en su totalidad un sistema de monitoreo con cámaras inalámbricas, las cuatro fases son: Mecánica, Computación, Electrónica y Control;

Figura No.26: Diseño Mecatrónico



El funcionamiento en diagrama de bloques del sistema de monitoreo con cámaras inalámbricas, que consiste desde la conexión remota para el control de la cámara y envío de imágenes, cada una de las partes que se muestra en el siguiente diagrama, dicen que el control aparte del sistema esta dada por bluetooth serial y ya para el envío de imágenes es por el protocolo IEEE 802.11b, esto evita que tanto la señal de control como la señal de envío de imágenes no tenga ninguna interferencia que pueda afectar el buen funcionamiento de los dos.

Figura No.27: Esquema de diseño mecatrónico



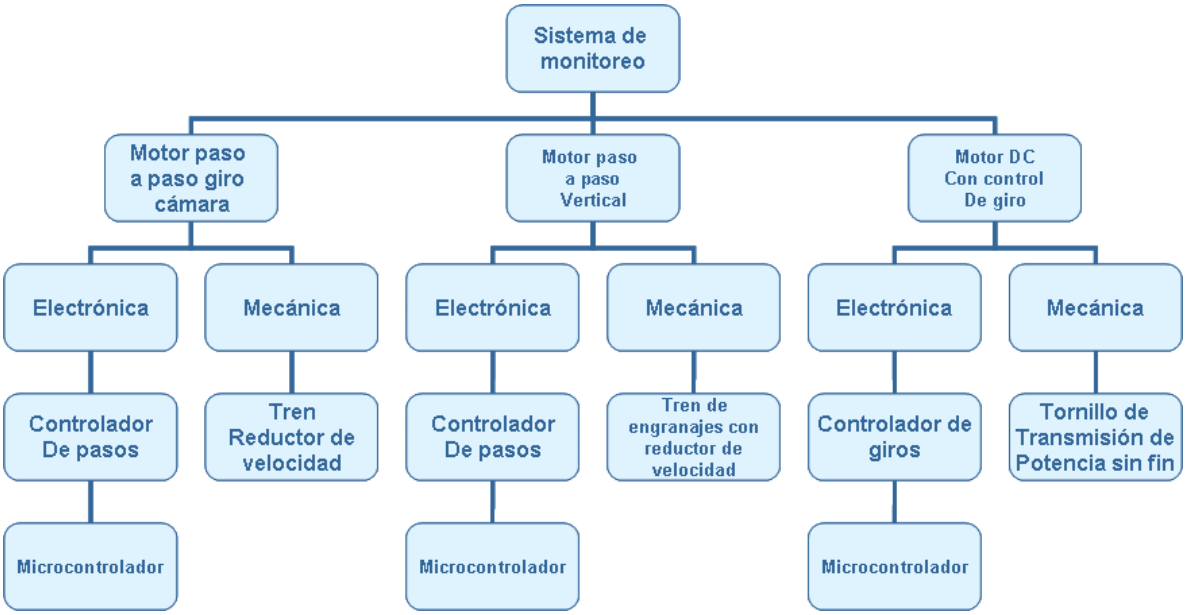
Para el diseño Mecatrónico, se integra en la programación de la pagina de Internet el control vía IP remota, esto quiere decir que se puede manejar en cualquier parte del mundo sin necesidad de tener una configuración avanzada, esto se hace por medio del programa Macromedia dreamweaver, quien provee el entorno de la pagina y las imágenes a mostrar que son llamadas por IP. Con esto combina la parte de sistemas y programación.

Después para el control se utiliza una interfase muy conocida que es BLUETOOTH la cual consiste en una señal de radiofrecuencia el cual trabaja a 2.4Ghz sin interferencia con una señal inalámbrica IP, por este medio se puede tener un puente de control con el dispositivo de monitoreo, el cual consiste en tener un total control de movimientos de la cámara; esto quiere decir que cada uno de los motores que se están utilizando en cada una de las partes claves del dispositivo de monitoreo sea controlado de manera muy delicada remotamente.

Con esto combina la electrónica y la parte mecánica del sistema, la integración de las dos anteriores que esta combinado con los diferentes motores, engranajes y tornillos de potencia con sus respectivos cálculos minuciosos el cual le darán el movimiento adecuado de la cámara. Este sistema de monitoreo utiliza tres grados de libertad el cual hace que pueda tener cualquier ángulo de vista para la cámara siendo esto lo mas importante, para un sistema de seguridad y de monitoreo que se necesite un absoluto avistamiento de todos los acontecimientos del lugar a vigilar.

Para la parte electrónica del proyecto se debe tener una estricta forma de escoger cada uno de los integrados y componentes electrónicos que puedan dar el movimiento deseado, agregando así todos los criterios de selección de estos dispositivos electrónicos. Con todas estas combinaciones el sistema cuenta con todo lo necesario para ser Mecatrónico, debido a que todo esta controlado de tal manera que funcione en dos modos automático o manual, siendo la última que requiere una precisión y delicadeza en cada uno de los movimientos que realiza la cámara.

Figura No.28: Esquema del diseño de control



El siguiente diagrama demuestra una breve descripción del control electromecánico, que consiste en la comunicación entre los circuitos electrónicos y el mecanismo de movimiento de la cámara (Motores paso a paso y DC). Esto demuestra una gran integración entre los sistemas mencionados anteriormente para conformar así nuestro diseño mecatrónico.

3.1 DISEÑO METODOLOGICO

A través de esta sección se pretende dar una idea general de la propuesta, empezando por los parámetros de diseño que tenia que cumplir nuestro sistema de monitoreo, la selección de los elementos que conformaran el prototipo para profundizar posteriormente en los detalles del mecanismo.

Teniendo en cuenta que el prototipo debe cumplir con ciertos objetivos se establecieron los siguientes parámetros:

- Diseñar el sistema de control automático para el movimiento o rotación de las cámaras inalámbricas.

- Diseñar y construir los circuitos electrónicos para los sensores de movimiento del control de las cámaras.

- Seleccionar las cámaras adecuadas que se van a utilizar según especificaciones requeridas y mejores características de si misma.

- Diseñar un software sobre plataforma Web para el control de las cámaras y manejo de imágenes en tiempo real, además que coste de una base de datos.

En el diseño bajo un entorno HTML, teniendo un computador con mínimas especificaciones como procesador Intel Pentium 4/AMD Sempron, Athlon o superior, 256 mb de Ram, disco duro de 80 gigabytes, conexión a Internet de 256kbps; para que el programa pueda mostrar al usuario lo que están viendo cierto número de cámaras a la vez sin necesidad de estar cambiando de imagen de cámara y si perderse de alguna manera algún acontecimiento, también podrá elegir la cámara que necesita posicionar para enfocar o dar acercamientos permitiendo obtener una visión mas clara del objeto.

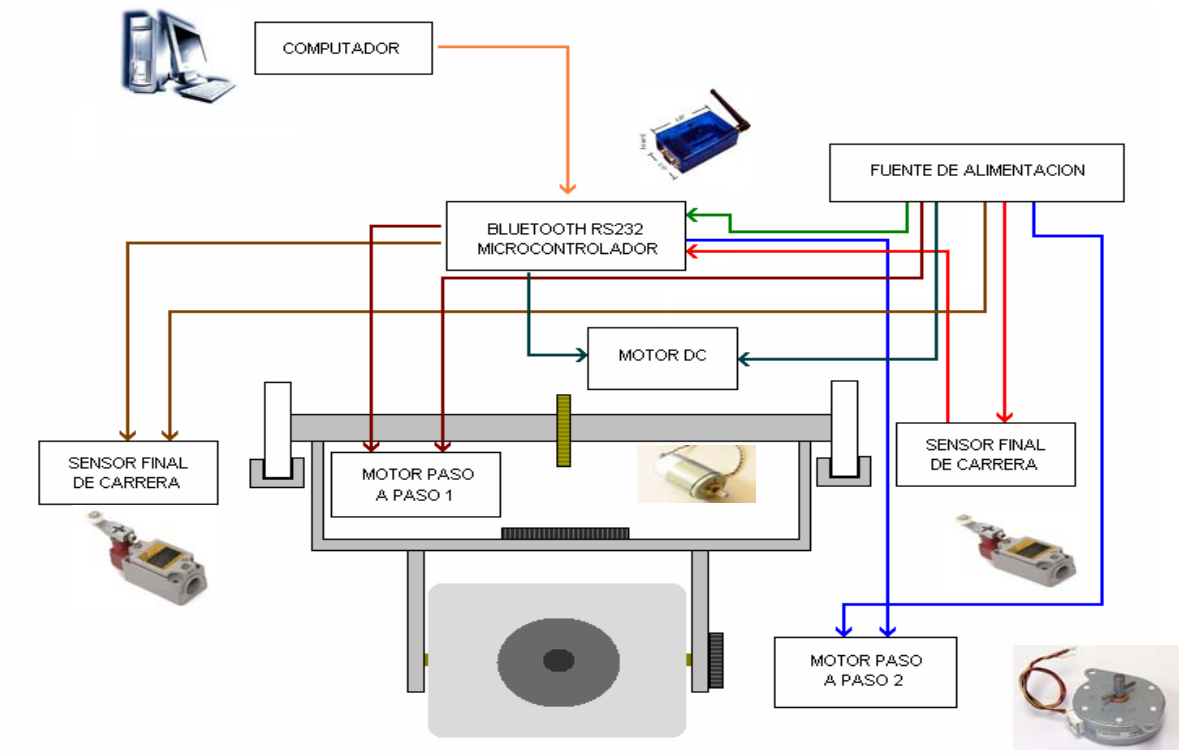
La comunicación de las cámaras con la CPU utilizando el sistema de control inalámbrico BLUETOOTH Serial, que es un estándar global de comunicación inalámbrica, que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes equipos mediante un enlace por radiofrecuencia. Los principales objetivos que se pretende conseguir con esto es facilitar la comunicación de las cámaras con el computador así ofreciendo un mejor desempeño en el control de las mismas.

En el control de movimiento de las cámaras se le implementaron circuitos electrónicos y mecanismos que permitan girar las cámaras con pequeños ángulos de inclinación en sentido rotacional y vertical, que a su vez podrá dar pequeños y grandes desplazamientos horizontales a la cámara sobre un riel situado en la parte alta del sitio de trabajo.

4 DISEÑO ELECTRONICO

El diseño electrónico del sistema de monitoreo para el movimiento de la cámara aquí propuesto, se sustenta y/o soporta en la estructura mecánica que sostendrá y guiara los carros donde se encuentra montado la cámara. El siguiente diagrama nos demuestra una representación del trabajo realizado basado en dichas metas u objetivos que se persiguen con el diseño del sistema para desarrollar cada una de las soluciones encontradas.

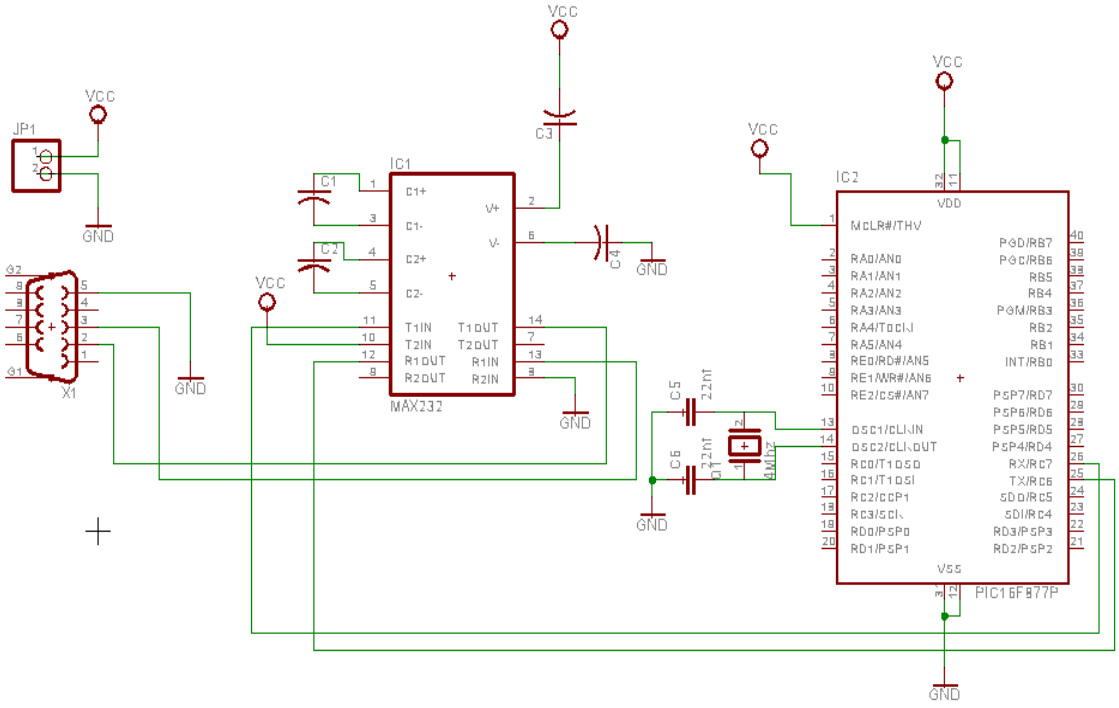
Figura No.29: Diagrama que representa el diseño electrónico



4.1 COMUNICACIÓN DEL MICROCONTROLADOR PIC16F877 CON EL COMPUTADOR

La interfaz de comunicación serial (USART-SCI (Serial Comunication Interface)), tiene dos tipos de configuraciones diferentes, la utilizada por el proyecto es el modo asíncrono, este tipo de comunicación es bidireccional, Los pines del microcontrolador están ubicados en RC6/TX/CK actúa como línea de transmisión y el RC7/RX/DT como línea de recepción. Cada uno lleva un bit de inicio y de parada.

Figura No.30: Diagrama eléctrico de la comunicación del microcontrolador con el PC



Autor

4.1.1 Transmisión asíncrona

La arquitectura interna del modulo transmisor asíncrono; mediante la programación de los bits de registro TXSTA y RCSTA, se configura el modo de trabajo. El SPEN configura RC7/RX y RC6/TX como las líneas de comunicación serie. Para que este transmisor se active hay que colocar en uno el bit TxEN. Para el dato que se va a transmitir se carga en TxREG y luego pasa al registro de desplazamiento transmisor TSR cuando se haya transmitido el bit de parada del dato anterior, esto se hace para que el dato que se envía no se interprete de otra forma causando una perdida del dato.

En este instante los bits se van transfiriendo de manera secuencial a la frecuencia que se ha preestablecido que en nuestro caso la frecuencia establecida esta en 9600 bps, incluyendo un bit de inicio antes del dato y un bit para mostrar que es el final del mismo. Cuando se ha enviado el primer bit del dato este queda cargado por software del microcontrolador en el registro TxREG y después pasa al registro TSR de forma automática cuando se ha enviado el bit de parada. Para que esta transferencia de registros se lleve a cabo hay que realizar el respectivo ciclo de instrucción, con esto se activa la bandera en 1 el TxIF y este anuncia que el registro de transmisión TxREG ya esta vacío, esta seria la forma en la cual el microcontrolador transmite el dato.

Figura No.31: Registros de configuración del microcontrolador para la comunicación

REGISTER 10-1: TXSTA: TRANSMIT STATUS AND CONTROL REGISTER (ADDRESS 98h)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R-1	R/W-0
CSRC	TX9	TXEN	SYNC	—	BRGH	TRMT	TX9D
bit 7							bit 0

bit 7 **CSRC**: Clock Source Select bit

Asynchronous mode:
Don't care.

Synchronous mode:
1 = Master mode (clock generated internally from BRG)
0 = Slave mode (clock from external source)

bit 6 **TX9**: 9-bit Transmit Enable bit
1 = Selects 9-bit transmission
0 = Selects 8-bit transmission

bit 5 **TXEN**: Transmit Enable bit
1 = Transmit enabled
0 = Transmit disabled

Note: SREN/CREN overrides TXEN in Sync mode.

bit 4 **SYNC**: USART Mode Select bit
1 = Synchronous mode
0 = Asynchronous mode

bit 3 **Unimplemented:** Read as '0'

bit 2 **BRGH**: High Baud Rate Select bit

Asynchronous mode:
1 = High speed
0 = Low speed

Synchronous mode:
Unused in this mode.

bit 1 **TRMT**: Transmit Shift Register Status bit
1 = TSR empty
0 = TSR full

bit 0 **TX9D**: 9th bit of Transmit Data, can be Parity bit

Legend:			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

4.1.2 Receptor asíncrono

Este se activa con el bit CREN. El dato se recibe por el pin RC//RX/DT y este se va introduciendo de forma secuencial en el registro de desplazamiento RSR, que funciona en una frecuencia de 16 veces mas rápida que la de trabajo, cuando se completa la recepción se pasa al registro RCREG para su posterior lectura, y con esto se activa la bandera RCIF.

Figura No.32: Registros de configuración del microcontrolador para la comunicación

REGISTER 10-2: RCSTA: RECEIVE STATUS AND CONTROL REGISTER (ADDRESS 18h)

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R-0	R-0	R-x
SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D
bit 7							bit 0

bit 7 **SPEN:** Serial Port Enable bit
1 = Serial port enabled (configures RC7/RX/DT and RC6/TX/CK pins as serial port pins)
0 = Serial port disabled

bit 6 **RX9**: 9-bit Receive Enable bit
1 = Selects 9-bit reception
0 = Selects 8-bit reception

bit 5 **SREN**: Single Receive Enable bit
Asynchronous mode:
Don't care.
Synchronous mode – Master:
1 = Enables single receive
0 = Disables single receive
This bit is cleared after reception is complete.
Synchronous mode – Slave:
Don't care.

bit 4 **CREN:** Continuous Receive Enable bit
Asynchronous mode:
1 = Enables continuous receive
0 = Disables continuous receive
Synchronous mode:
1 = Enables continuous receive until enable bit CREN is cleared (CREN overrides SREN)
0 = Disables continuous receive

bit 3 **ADDEN**: Address Detect Enable bit
Asynchronous mode 9-bit (RX9 = 1):
1 = Enables address detection, enables interrupt and load of the receive buffer when RSR<8> is set
0 = Disables address detection, all bytes are received and ninth bit can be used as parity bit

bit 2 **FERR**: Framing Error bit
1 = Framing error (can be updated by reading RCREG register and receive next valid byte)
0 = No framing error

bit 1 **OERR**: Overrun Error bit
1 = Overrun error (can be cleared by clearing bit CREN)
0 = No overrun error

bit 0 **RX9D:** 9th bit of Received Data (can be parity bit but must be calculated by user firmware)

Legend:			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
- n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

4.1.3 Controlador serial MAX 232

El **MAX232** es un circuito integrado que convierte los niveles de las líneas de un puerto serie RS232 a niveles TTL y viceversa. Para esto sólo necesita una alimentación de 5V, ya que genera internamente algunas tensiones que son necesarias para el estándar RS232, este Standard utiliza 12 voltios como lógicos, al pasarlo a niveles de 5 voltios, se puede mas fácilmente utilizar para la comunicación entre un microcontrolador u otro dispositivo.

Figura No.33: Controlador serial MAX 232

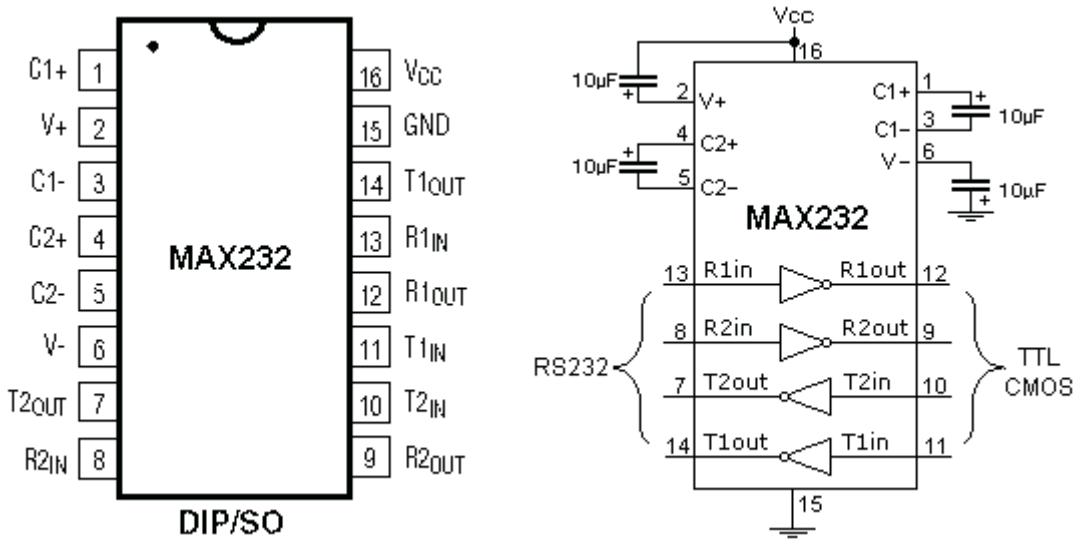


Imagen proporcionada por MAXIM DALLAS Semiconductors.

El circuito integrado posee dos conversores de nivel TTL a RS232 y otros dos que, a la inversa, convierten de RS232 a TTL.

Estos conversores son suficientes para manejar las cuatro señales más utilizadas del puerto serie del PC, que son TX, RX, RTS y CTS.

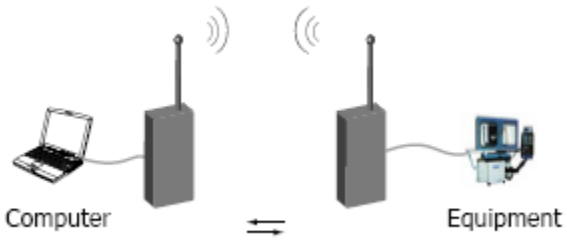
TX es la señal de transmisión de datos, RX es la de recepción, y RTS y CTS se utilizan para establecer el protocolo para el envío y recepción de los datos.

4.2 MODULOS INALAMBRICO SERIAL BLUE 232

El BLUE 232 es un dispositivo que convierte el puerto RS-232 en un sistema inalámbrico y este tiene un considerable manejo de datos a una larga distancia. La ventaja de este dispositivo es que no requiere un software para poderse utilizar y requiere una conexión eléctrica de tan solo 5 voltios.

El BLUE 232 utiliza un sistema de comunicaciones de bluetooth sin problemas de pedidas de información y este puede comunicarse en modo full duplex. Esto hace que su conexión sea virtualmente irreconocible con otros dispositivos bluetooth lo cual da cierta ventaja cuando se decide tener una comunicación privada.

Figura No.34: Comunicación Bluetooth entre 2 Pcs[11]



Cada BLUE 232 modulo contiene una encriptación de 128 bits, el bluetooth utiliza un canal que transmite datos ente 1 a 79 canales y puede ser combinados aleatoriamente 1600 veces por segundo de forma virtual. El rango de señal siendo este un bluetooth clase 1 el cual tiene una potencia de 100mW produciendo un rango de 100 metros o superior si se encuentra en un campo abierto puede tener un alcance de 5 kilómetros.

[11] Imagen proporcionada por IMAG

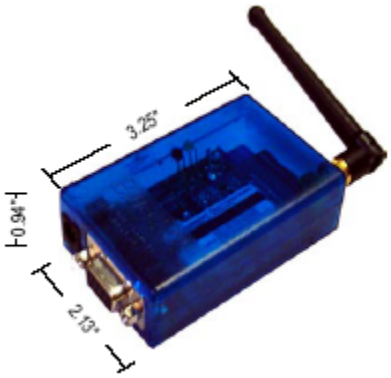
La comunicación del BLUE 232 provee una conexión full duplex, punto a punto con tecnología Bluetooth Clase 1 con control de flujo (CTS y RTS).

Figura No.35: Rango en baudios

Low Baud Rate	Regular Baud Rate
1,200 BPS	9,600 BPS
2,400 BPS	19,200 BPS
4,800 BPS	38,400 BPS
9,600 BPS	115,200 BPS

4.2.1 Características del Blue 232 Wireless

Fígura No.36: Blue 232 Wireless[12]



- 5 voltios DC, 110mA (Conexión USB).
- Tipo de comunicación Bluetooth wireless.
- Rango de frecuencia de 2.402~2.480 Ghz (Usando GFSK)
- Distancia por canal de 79@1Mhz intervalos.
- Potencia en antena de 100mW.
- Temperatura de operación 0 ~ 70 ºC operacional.
- Humedad de 0 ~ 95 % RHNC.

[12] Imagen proporcionada por IMAG

4.3 CRITERIO DE SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR

Para la selección del microcontrolador a utilizar se entraron a considerar los siguientes aspectos:

- Puertas de comunicación
- Lenguaje de programación
- Fabricante
- Mercado mundial

Debido a estos aspectos mencionados anteriormente se tomaron diferentes referencias de microcontroladores, de diferentes fabricantes y de comercialización en nuestra ciudad, se compararon entre si y se llego a la conclusión de el que presentaba un lenguaje de programación conocido y presentaba unos puertos de comunicación conocidos era el PIC16F877.

El microcontrolador a utilizar es el 16F877 de Microchip quien pertenece a una gama media de microcontroladores, además este microcontrolador tiene como ventaja un registro especificado para la utilización del puerto seria, el cual nos servía para la comunicación entre el computador y el control de la cámara vía Bluetooth.

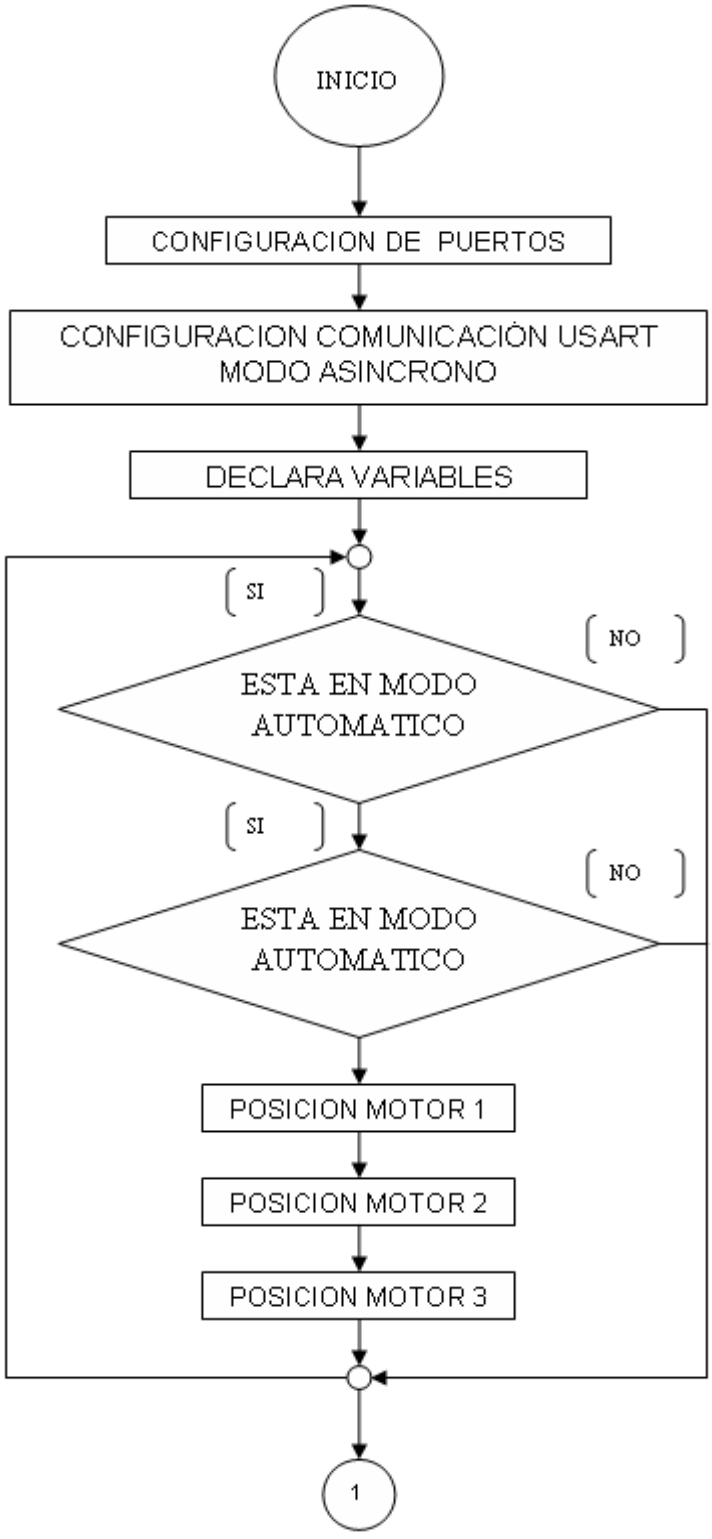
Las características del PIC 16F877, esta dada por una frecuencia de operación de 20Mhz, memoria flash de programación 14 bits de palabras 8K, datos en memoria 368 bites, memoria de datos EEPROM 256 bites interrupciones 15, puertos de entrada y salidas (A, B, C, D, E), tres temporizadores, módulos de captura, comparación y PWM. Comunicación serial de tipo MSSP, USART, Comunicación paralela por PSP, conversor análogo digital de 10 bits con dos comparadores análogos, sistema de instrucciones de 35.

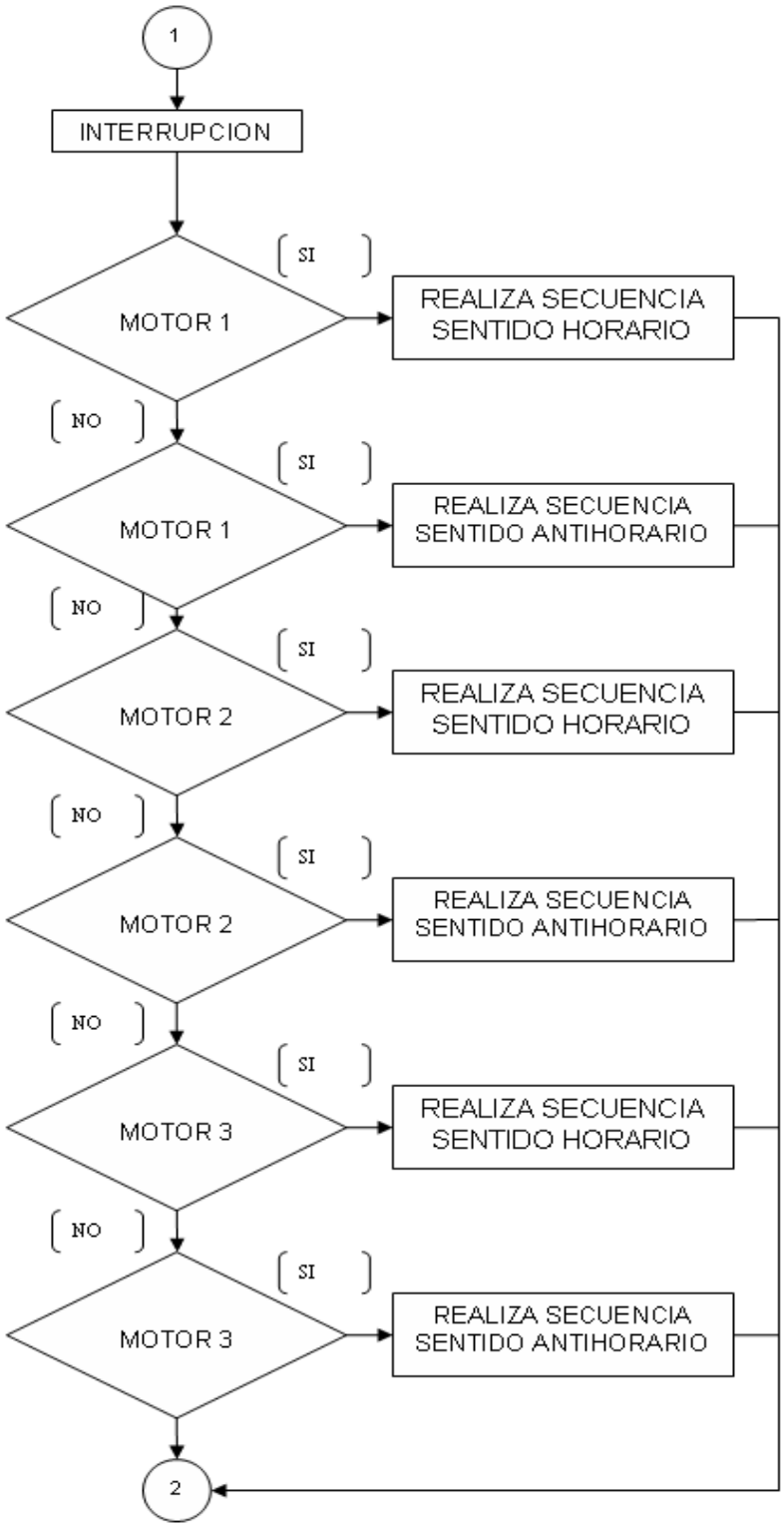
Figura No.37: Cuadro comparativo de PIC16FXXX

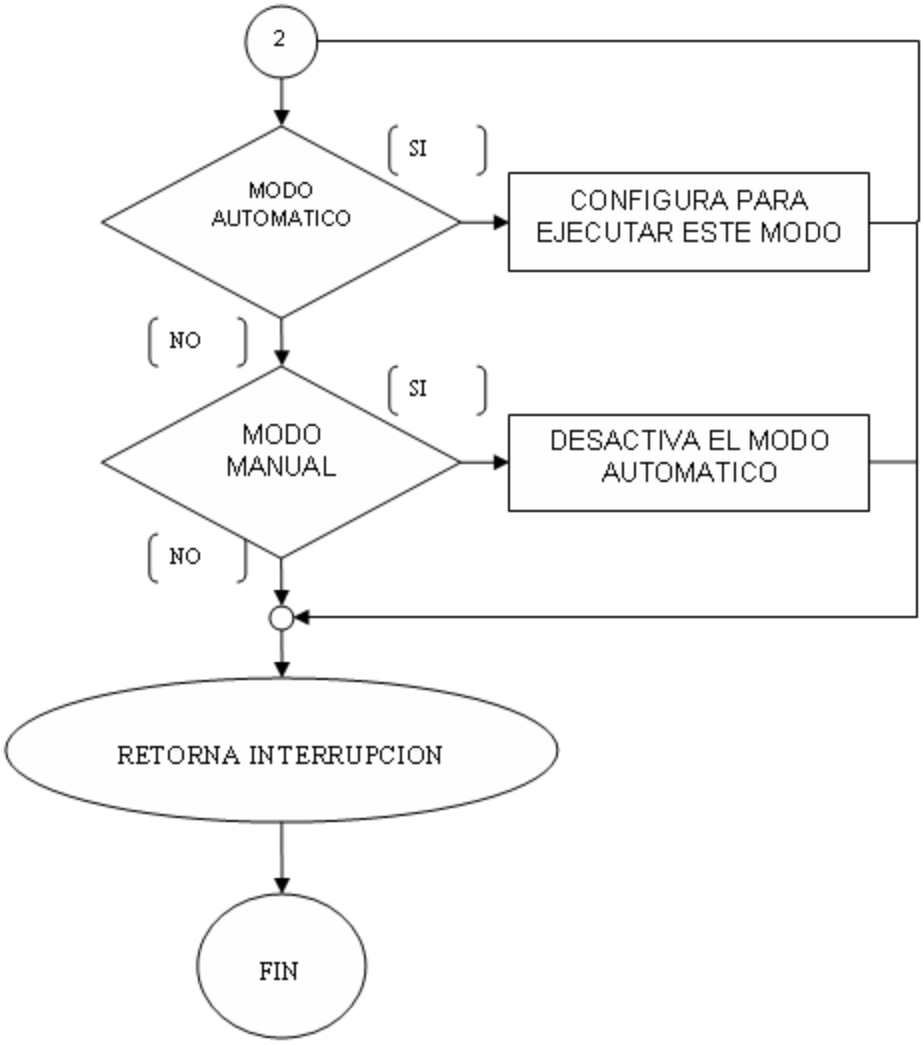
FILTER UNDO	Status	Volume Pricing	Architecture	Program Memory Type	KBytes	KWords	Self-write	Data EEPROM	RAM	I/O	ADC Channels
PIC16F616 Buy Datasheets	In Production	$0.80	8-bit	Flash	3.5	2	No	0	128	12	8
PIC16F627A Buy Datasheets	In Production	$1.13	8-bit	Standard Flash	1.75	1		128	224	16	0
PIC16F628A Buy Datasheets	In Production	$1.29	8-bit	Standard Flash	3.5	2		128	224	16	0
PIC16F630 Buy Datasheets	In Production	$0.87	8-bit	Standard Flash	1.75	1	No	128	64	12	0
PIC16F631 Buy Datasheets	In Production	$0.94	8-bit	Standard Flash	1.75	1		128	64	18	0
PIC16F636 Buy Datasheets	In Production	$0.94	8-bit	Standard Flash	3.5	2.0		256	128	12	0
PIC16F639 Buy Datasheets	In Production	$2.00	8-bit	Standard Flash	3.5	2		256	128	12	0
PIC16F648A Buy Datasheets	In Production	$1.47	8-bit	Standard Flash	7	4		256	256	16	0
PIC16F676 Buy Datasheets	In Production	$0.94	8-bit	Standard Flash	1.75	1	No	128	64	12	8
PIC16F677 Buy Datasheets	In Production	$1.00	8-bit	Standard Flash	3.5	2		256	128	18	12

4.3.1 Diagrama de flujo del programa

Figura No.38: Diagrama de flujo del programa




1
INTERRUPCION
MOTOR 1
SI
REALIZA SECUENCIA SENTIDO HORARIO
NO
MOTOR 1
SI
REALIZA SECUENCIA SENTIDO ANTIHORARIO
NO
MOTOR 2
SI
REALIZA SECUENCIA SENTIDO HORARIO
NO
MOTOR 2
SI
REALIZA SECUENCIA SENTIDO ANTIHORARIO
NO
MOTOR 3
SI
REALIZA SECUENCIA SENTIDO HORARIO
NO
MOTOR 3
SI
REALIZA SECUENCIA SENTIDO ANTIHORARIO
2


2
MODO AUTOMATICO
SI
CONFIGURA PARA EJECUTAR ESTE MODO
NO
MODO MANUAL
SI
DESACTIVA EL MODO AUTOMATICO
NO
RETORNA INTERRUPCION
FIN

4.3.2 Programación del microcontrolador PIC16F877

```
        LIST   P=16F877A          ;Se inicializa el tipo de procesador

        INCLUDE    P16F877A.INC   ; Se incluye la definición de los registros
                                    internos en la librería

        CONT_1     EQU   0x21
        CONT_2     EQU   0X22

        AD_TR      EQU   0x20
        AT_TR      EQU   0x23
        AD_VT      EQU   0x24
        AT_VT      EQU   0x25
        AD_HL      EQU   0x26
        AT_HL      EQU   0x27

        MODO_MANUAL   EQU 0x28
        MODO_AUTOM    EQU 0x29
        TM            EQU 0x30

        ORG           0x00
        goto   INICIO                 ;Inicio en el vector reset

        ORG           0x04
        goto   INTER                  ;Vector de interrupción
;INDICACION DE FIN DE CARRERA
FLAS
        clrf    PORTE
        call    RETAR
        call    RETAR
```

```
        call    RETAR
        bsf     PORTE,0
        return

;SECUENCIA PARA MOVER MOTOR 1 SENTIDO HORARIO
HOR_TRAS
        btfsc   PORTD,5
        goto    FLAS
        movlw   b'00000001'         ;Paso 1
        movwf   PORTD
        call    RETAR
        clrf    PORTD                   ;Limpia las salidas
        return

;SECUENCIA PARA MOVER MOTOR 1 SENTIDO ANTIHORARIO
ANT_TRAS
        btfsc   PORTD,4
        goto    FLAS
        movlw   b'00000010'         ;Paso 2
        movwf   PORTD
        call    RETAR
        clrf    PORTD                   ;Limpia las salidas
        return
;SECUENCIA PARA MOVER MOTOR 2 SENTIDO HORARIO
HOR_VERT
        btfsc   PORTD,6
        goto    FLAS
        movlw   b'10010000'         ;Paso 1(A-D)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        movlw   b'11000000'         ;Paso 2(A-B)
```

```
        movwf PORTB
        call    RETAR
        movlw b'01100000'       ;Paso 3(B-C)
        movwf PORTB
        call    RETAR
        movlw b'00110000'       ;Paso 4(C-D)
        movwf PORTB
        call    RETAR
        clrf    PORTB                   ;Limpia las salidas

        movlw b'10010000'       ;Paso 1(A-D)
        movwf PORTB
        call    RETAR
        movlw b'11000000'       ;Paso 2(A-B)
        movwf PORTB
        call    RETAR
        movlw b'01100000'       ;Paso 3(B-C)
        movwf PORTB
        call    RETAR
        movlw b'00110000'       ;Paso 4(C-D)
        movwf PORTB
        call    RETAR
        clrf    PORTB                   ;Limpia las salidas
        return
;SECUENCIA PARA MOVER MOTOR 2 SENTIDO ANTIHORARIO
ANT_VERT
        btfsc   PORTD,7
        goto    FLAS
        movlw b'00110000'       ;Paso 1(C-D)
        movwf PORTB
        call    RETAR
```

```
        movlw   b'01100000'     ;Paso 2(B-C)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        movlw   b'11000000'     ;Paso 3(A-B)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        movlw   b'10010000'     ;Paso 4(A-D)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        clrf    PORTB                   ;Limpia las salidas

        movlw   b'00110000'     ;Paso 1(C-D)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        movlw   b'01100000'     ;Paso 2(B-C)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        movlw   b'11000000'     ;Paso 3(A-B)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        movlw   b'10010000'     ;Paso 4(A-D)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        clrf    PORTB                   ;Limpia las salidas
        return

;SECUENCIA PARA MOVER MOTOR 3 SENTIDO HORARIO
HOR_SUP
        movlw   b'00001001'     ;Paso 1(A-D)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
```

```
        movlw   b'00001100'     ;Paso 2(A-B)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        movlw   b'00000110'     ;Paso 3(B-C)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        movlw   b'00000011'     ;Paso 4(C-D)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        clrf    PORTB                   ;Limpia las salidas

        movlw   b'00001001'     ;Paso 1(A-D)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        movlw   b'00001100'     ;Paso 2(A-B)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        movlw   b'00000110'     ;Paso 3(B-C)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        movlw   b'00000011'     ;Paso 4(C-D)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        clrf    PORTB                   ;Limpia las salidas
        return

;SECUENCIA PARA MOVER MOTOR 3 SENTIDO ANTIHORARIO
ANT_SUP
        movlw   b'00000011'     ;Paso 1(C-D)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
```

```
        movlw   b'00000110'     ;Paso 2(B-C)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        movlw   b'00001100'     ;Paso 3(A-B)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        movlw   b'00001001'     ;Paso 4(A-D)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        clrf    PORTB                   ;Limpia las salidas

        movlw   b'00000011'     ;Paso 1(C-D)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        movlw   b'00000110'     ;Paso 2(B-C)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        movlw   b'00001100'     ;Paso 3(A-B)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        movlw   b'00001001'     ;Paso 4(A-D)
        movwf   PORTB
        call    RETAR
        clrf    PORTB                   ;Limpia las salidas
        return
;CONFIGURA EL MODO AUTOMATICO
MODO
        movlw   d'1'
        movwf   TM
        goto    VOLVER
;CONFIGURA EL MODO MANUAL
```

```
MODO_2
        movlw d'0'
        movwf TM
        goto  VOLVER
;TRATAMIENTO DE LA INTERRUPCIÒN
INTER
        btfss  PIR1,RCIF        ;¿Interrucciòn por recepciòn?
        goto   VOLVER                   ;No, Falsa
        bcf    PIR1,RCIF        ;Si, repone el flag

        movf   RCREG,W                  ;Revisa si debe entrar en modo automatico
        subwf  MODO_AUTOM,W
        btfsc  STATUS,Z
        goto   MODO

        movf   RCREG,W                  ;Revisa si debe salir del modo automatico
        subwf  MODO_MANUAL,W
        btfsc  STATUS,Z
        goto   MODO_2

        movf   RCREG,W                  ;Revisa si el motor 1 debe girar a la
derecha
        subwf  AD_TR,W
        btfsc  STATUS,Z
        call   HOR_TRAS

        movf   RCREG,W                  ;Revisa si el motor 1 debe girar a la
izquierda
        subwf  AT_TR,W
        btfsc  STATUS,Z
        call   ANT_TRAS
```

```
        movf   RCREG,W          ;Revisa si el motor 2 debe girar a la
derecha
        subwf AD_VT,W
        btfsc  STATUS,Z
        call   HOR_VERT

        movf   RCREG,W          ;Revisa si el motor 2 debe girar a la
izquierda
        subwf AT_VT,W
        btfsc  STATUS,Z
        call   ANT_VERT

        movf   RCREG,W          ;Revisa si el motor 3 debe girar a la
derecha
        subwf AD_HL,W
        btfsc  STATUS,Z
        call   HOR_SUP

        movf   RCREG,W          ;Revisa si el motor 3 debe girar a la
izquierda
        subwf AT_HL,W
        btfsc  STATUS,Z
        call   ANT_SUP

VOLVER
        retfie
AUTOMATICO
GIRAR
        btfsc  PORTD,5
        goto   GIRAR_2
        call   HOR_TRAS
```

```
        goto    GIRAR
GIRAR_2
        btfsc   PORTD,6
        goto    GIRAR_3
        call    HOR_VERT
        goto    GIRAR_2
GIRAR_3
        call    ANT_VERT
        call    ANT_VERT
        return
;COMIENZO DEL PROGRAMA PRINCIPAL(CONFIGURACION)
INICIO
        bsf     STATUS,RP0              ;Cambio banco 1
        movlw   b'00000000'     ;Puerta B como salida
        movwf   TRISB
        movlw   b'11111100'     ;Puerta D como salida y entradas
        movwf   TRISD
        movlw   b'00000000'     ;Puerta E como salida
        movwf   TRISE
        movlw   b'10110000'     ;RC7/RX entrada, RC6/TX salida
        movwf   TRISC
        movlw   b'00100100'     ;Configuración del USART y activación de
                                 transmisión
        movwf   TXSTA
        movlw   d'25'           ;9600 baudios
        movwf   SPBRG
        bsf     PIE1,RCIE       ;Habilita interrupción en recepción
        bcf     STATUS,RP0      ;Cambio banco 0
        movlw   b'10010000'     ;Configuración del USART para recepción
                                 continua
        movwf   RCSTA
```

```
        movlw   b'11000000'     ;Habilita las interrupciones en general
        movwf   INTCON

        movlw   d'83'           ;MOTOR 1
        movwf   AD_TR
        movlw   d'87'
        movwf   AT_TR
        movlw   d'82'           ;MOTOR 2
        movwf   AD_VT
        movlw   d'84'
        movwf   AT_VT
        movlw   d'68'           ;MOTOR 3
        movwf   AD_HL
        movlw   d'65'
        movwf   AT_HL
        movlw   d'79'           ;ENTRA EN MODO AUTOMATICO
        movwf   MODO_MANUAL
        movlw   d'77'           ;ENTRA EN MODO MANUAL
        movwf   MODO_AUTOM
        movlw   d'0'            ;BANDERA
        movwf   TM

        clrf    PORTB           ;limpia las salidas
        clrf    PORTD           ;Limpia las salidas
        clrf    PORTE           ;Limpia las salidas

BUCLE
        btfsc   RCSTA,OERR      ;Revisa si se produce un error (Buffer lleno)
        call    ERORR
        bsf     PORTE,0
        movlw   d'1'
```

```
        subwf TM,W
        btfss   STATUS,Z
        goto    BUCLE
        call    AUTOMATICO
        goto    BUCLE
;ERROR DE RECEPCION (SE HA LLENADO EL BUFFER)
ERORR
        bcf     RCSTA,CREN
        movlw b'10010000'
        movwf RCSTA
        return
RETAR
        movlw d'60'
        movwf CONT_2
CICLO_2
        movlw         d'70'
        movwf         CONT_1
CICLO_1
        decfsz        CONT_1,1
        goto    CICLO_1
        decfsz CONT_2,1
        goto    CICLO_2
        return
END
```

4.4 SENSORES DE MOVIMIENTO (Pyroelectric Infrared Detectors)

El sensor detector de movimiento detecta las ondas infrarrojas que el cuerpo emite gracias al calor del mismo; el sistema de efecto piroelectrico consiste cuando unos materiales cambian su temperatura, esta produce electricidad, este sensor tiene dos cristales que son sensibles a las ondas infrarrojas debido a la temperatura de los cuerpos al cual esta detectando.

Cuando el voltaje que es aplicado en la compuerta del sensor que trabaja similar a un MOSFET, esta genera un flujo de corriente desde el recurso (source) al drenador (drain), de esta manera detecta la radiación infrarroja produciendo un voltaje en la compuerta y esto genera los cambios de corrientes ya mencionados. En la utilización de estos sensores son eficientes debido a que estos no les interfieren las señales de radio el cual generaría una interferencia en su medida.

El alcance de los sensores es de alrededor de los 12 metros, esto quiere decir que se puede detectar a la persona en el instante que es necesario y así tener una reacción inmediata para que la cámara pueda captar a la persona.

Figura No.39: Sensor de movimiento

La comunicación entre el sensor de movimiento y la cámara se utilizara un sistema punto a punto que consiste con un diodo láser enviar el bit si ha detectado o si no, esto lo interpreta la consola de la cámara el cual hace enfocar la misma al lugar que ha detectado, este sistema implementado evita que se utilicen señales inalámbricas que puedan perturbar la señal que envía los datos que es el BLUE232.

Para la comunicación entre el Sensor de movimiento con el microcontrolador, estará compuesto por diodos láser de un gran alcance con unos receptores infrarrojos para poder captar la señal enviada por el sensor de movimiento. Esta señal esta conformado por un solo estado o encendido o apagado.

Los transistores utilizados son los 2n2222A que tienen las siguientes características Eléctricas a una temperatura de 25 grados centígrados:

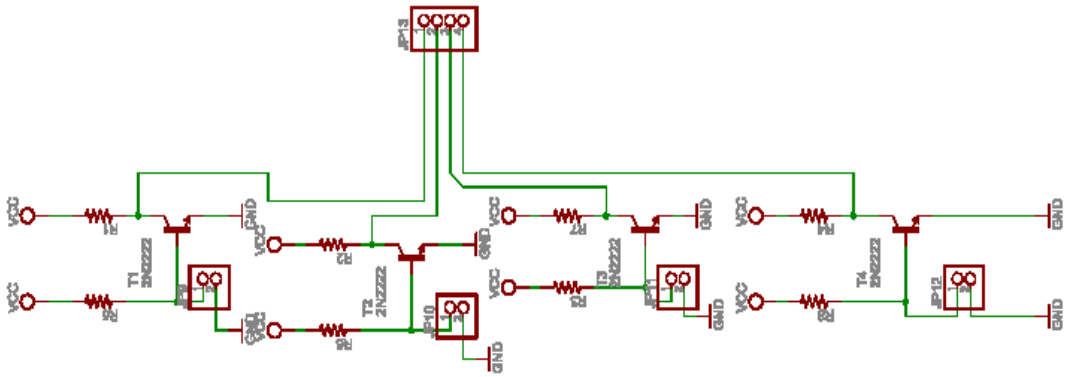
Figura No.40: Características de transistor

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
Off Characteristics					
$BV_{(BR)CEO}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage *	I_C = 10mA, I_B = 0	40		V
$BV_{(BR)CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage	I_C = 10µA, I_E = 0	75		V
$BV_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	I_E = 10µA, I_C = 0	6.0		V
I_{CEX}	Collector Cutoff Current	V_{CE} = 60V, $V_{EB(off)}$ = 3.0V		10	nA
I_{CBO}	Collector Cutoff Current	V_{CB} = 60V, I_E = 0 V_{CB} = 60V, I_E = 0, T_a = 125°C		0.01 10	µA µA
I_{EBO}	Emitter Cutoff Current	V_{EB} = 3.0V, I_C = 0		10	µA
I_{BL}	Base Cutoff Current	V_{CE} = 60V, $V_{EB(off)}$ = 3.0V		20	µA
On Characteristics					
h_{FE}	DC Current Gain	I_C = 0.1mA, V_{CE} = 10V I_C = 1.0mA, V_{CE} = 10V I_C = 10mA, V_{CE} = 10V I_C = 10mA, V_{CE} = 10V, T_a = -55°C I_C = 150mA, V_{CE} = 10V * I_C = 150mA, V_{CE} = 10V * I_C = 500mA, V_{CE} = 10V *	35 50 75 35 100 50 40	 300 	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage *	I_C = 150mA, V_{CE} = 10V I_C = 500mA, V_{CE} = 10V		0.3 1.0	V V
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage *	I_C = 150mA, V_{CE} = 10V I_C = 500mA, V_{CE} = 10V	0.6	1.2 2.0	V V

* Pulse Test: Pulse Width ≤ 300µs, Duty Cycle ≤ 2.0%

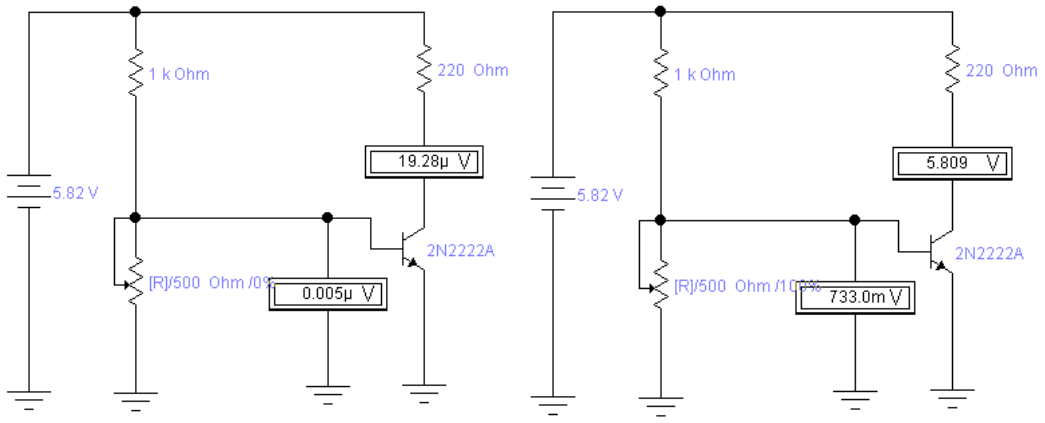
Este transistor funcionara como interruptor para el microcontrolador el cual recibirá esta señal para poder identificar el estado del sensor de movimiento, el microcontrolador colocará la cámara en al cual el sensor de movimiento ha detectado algún movimiento.

Figura No.41: Esquema eléctrico de sensor de movimiento



El cálculo del comportamiento del transistor al actuar como un interruptor y los voltajes que son importantes son los siguientes:

Figura No.42: Calculo del comportamiento del transistor



Los voltajes de trabajo en cada una de las simulaciones tanto cuando no se esta enviando ninguna señal que es analógicamente es como si se tuviera una resistencia variable entre la base del transistor y tierra, para cuando no se esta enviando ninguna señal su resistencia esta es su totalidad y esto quiere decir que se envía por el puerto del microcontrolador un “1” lógico, y ahí con la programación del microcontrolador hace la acción pertinente. Al caso contrario cuando su resistencia en la base del transistor esta en el mínimo llegando a cero el voltaje es mínimo que seria apreciado por el microcontrolador como un “0” lógico.

4.5 CRITERIO DE SELECCIÓN DEL DRIVER ULN2004

El criterio de selección para este driver se debió a que se tenia que diseñar el control de paso para los motores, debido a que el impreso de este circuito quedaría muy grande tanto en tamaño como en numero de componentes, por esta razón la electrónica ya ha diseñado una gran gama de encapsulados que compacto estos circuitos, ahora tendremos que mirar las características técnicas de trabaja, ya que tenemos que partir de la mínima capacidad de corriente (300mA) para controlar los motores.

El controlador o driver ULN2004 tiene la capacidad de manejar corrientes de hasta 500mA DC gracias a esto se puede conectar motores paso a paso de mayor fuerza; pero esto no quiere decir que tenga una tolerancia a un manejo de corrientes mas alto. Este driver se puede conseguir con facilidad que otros, ya que es comercial y más económico.

Las características térmicas de este controlador como muestra la figura No.43, tiene un rango de disipación cuando la temperatura esta a 25 grados centígrados de 950mW de consumo con un factor cerca de 7.6mW/ºC, el cual nos indica que a este rango de temperatura el consumo de este integrado no es alto.

Como nuestro sistema de monitoreo esta en lugares donde no excede la temperatura de 35 ºC, esto hace que los cambios eléctricos en el integrado no sean apreciables, puede manejar un voltaje de 30V, maneja corriente pico y de salida a 25 ºC de 500mA.

Figura No.43: Características eléctricas del driver ULN2004

electrical characteristics, T_A = 25°C (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST FIGURE	TEST CONDITIONS		ULN2003A			ULN2004A			UNIT
					MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
$V_{I(on)}$	On-state input voltage	6	V_{CE} = 2 V	I_C = 125 mA						5	V
				I_C = 200 mA			2.4			6	
				I_C = 250 mA			2.7				
				I_C = 275 mA						7	
				I_C = 300 mA			3				
				I_C = 350 mA						8	
$V_{CE(sat)}$	Collector-emitter saturation voltage	5	I_I = 250 µA,	I_C = 100 mA		0.9	1.1		0.9	1.1	V
			I_I = 350 µA,	I_C = 200 mA		1	1.3		1	1.3	
			I_I = 500 µA,	I_C = 350 mA		1.2	1.6		1.2	1.6	
I_{CEX}	Collector cutoff current	1	V_{CE} = 50 V,	I_I = 0			50			50	µA
		2	V_{CE} = 50 V, T_A = 70°C	I_I = 0			100			100	
				V_I = 1 V						500	
V_F	Clamp forward voltage	8	I_F = 350 mA			1.7	2		1.7	2	V
$I_{I(off)}$	Off-state input current	3	V_{CE} = 50 V, T_A = 70°C	I_C = 500 µA,	50	65		50	65		µA
I_I	Input current	4	V_I = 3.85 V			0.93	1.35				mA
			V_I = 5 V						0.35	0.5	
			V_I = 12 V						1	1.45	
I_R	Clamp reverse current	7	V_R = 50 V				50			50	µA
			V_R = 50 V,	T_A = 70°C			100			100	
C_i	Input capacitance		V_I = 0,	f = 1 MHz		15	25		15	25	pF

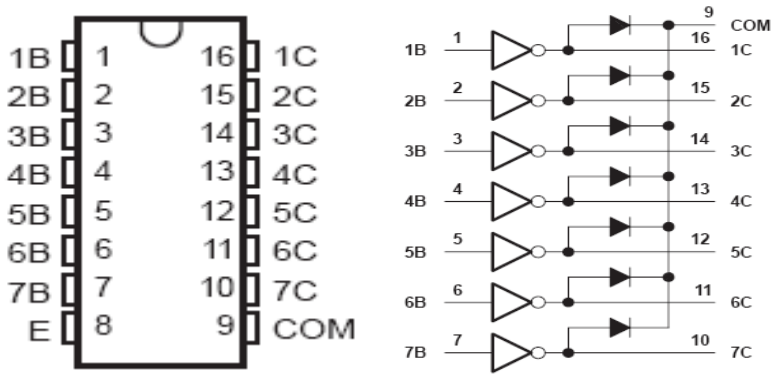
switching characteristics, T_A = 25°C

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output	See Figure 9		0.25	1	µs
t_{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output			0.25	1	µs
V_{OH}	High-level output voltage after switching	V_S = 50 V, I_O = 300 mA, See Figure 10	V_S−20			mV

4.5.1 Conexión drivers motores paso a paso

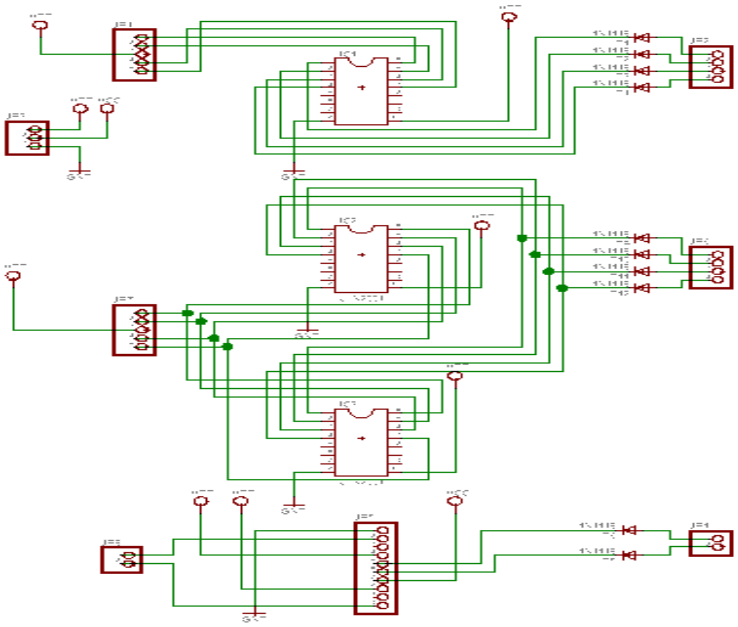
El controlador para que los motores paso a paso puedan dar giros, esta constituido por una serie de arreglos con darlington el cual tienen un gran manejo de corriente cuando el motor es exigido para dar cualquier giro. El controlador para este caso es el **ULN2004** el cual su conexión:

Figura No.44: Driver ULN2004



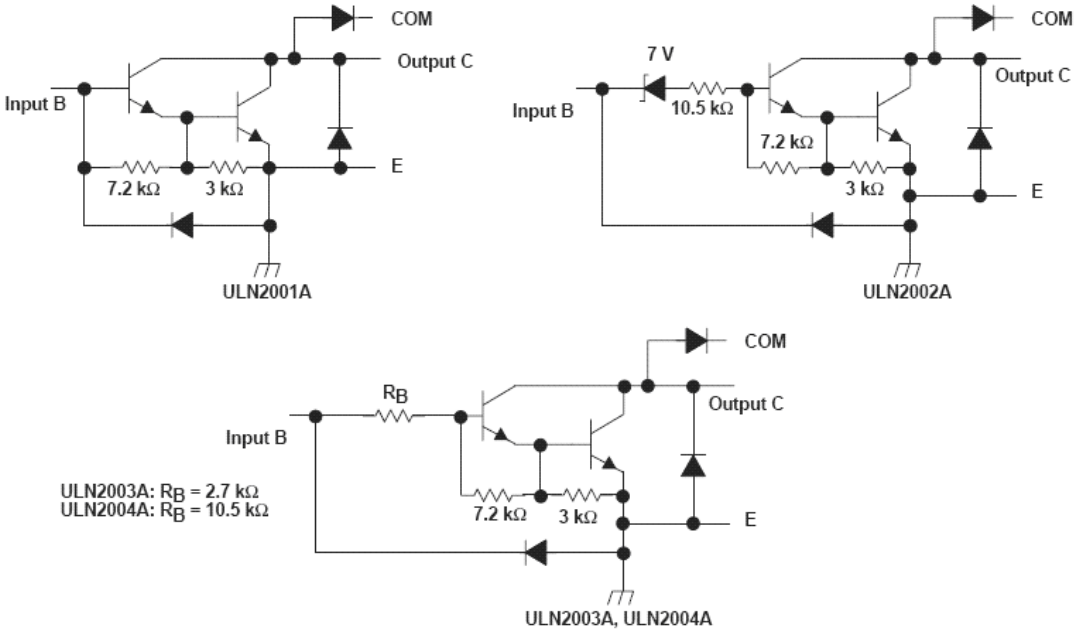
La conexión con el microcontrolador esta de la siguiente manera:

Figura No.45: Diagrama de conexión para los motores paso a paso



La entrada del microcontrolador esta ubicada en la parte izquierda en donde se localizan tres controladores de paso del motor paso a paso, estos controladores pueden soportar corrientes de 500mA, pero para el diseño se vio limitado por que uno de los motores paso a paso requiere corrientes cercanas a 1 amperio, lo cual con este controlador no se hubiera podido realizar a menos de colocarlos en paralelo como se muestran en los dos últimos controladores en el diagrama electrónico, con esto pueden soportar hasta corrientes de 1.1 Amperios sin producir altas temperaturas en el dispositivo, este controlador soporta motores paso a paso de 1.8 grados por giro, pero debido a que se requieren giros demasiados rápidos, se colocaron pasos de 90 grados por giro así que el controlador solamente tiene que inicializarse solamente cuatro veces para dar el giro completo.

Figura No.46: Diagrama del circuito del driver ULN2004



Conexión de darlington de cada una de las entradas del integrado, con diodos de protección para la entrada lógica. Con el darlington se puede manejar corrientes evitando que el microcontrolador tenga daños en sus puertos además con este integrado se simplifica mucho mas todos los circuitos ya que no se requieren que se armen placas bases de gran tamaño.

4.6 SELECCIÓN DE LOS MOTORES PASO A PASO

El motor paso a paso que se utilizó para el movimiento vertical de la cámara es el PM35S-048, el cual garantiza un torque necesario para mover la cámara verticalmente 90 grados, este motor trabaja a 24 voltios y requiere una corriente de 600 mA. En este proyecto se utilizara un motor paso a paso a 12 voltios y con una corriente de 400 mA, con esto el driver controlador para este motor que es el ULN2004 puede soportar esta corriente con facilidad.

Figura No.47: Características del motor paso a paso PM35S-048[13]

NMB-MAT
Minebea-Matsushita Motor Corporation
eMINEBEA.COM

Reference Characteristics

Motor Size	PM35S-048	
Number of Steps per Rotation	48(7.5°/Step)	
Drive Method	2-2 PHASE	
Drive Circuit	UNIPOLAR CONST. VOLT.	BIPOLAR CHOPPER
Drive Voltage	24[V]	24[V]
Current/Phase		600[mA]
Coil Resistance/Phase	50[Ω]	6.6[Ω]
Drive IC	2SC3346	UDN2916B-V
Magnet Material	Ferrite plastic magnet (MSPL) Polar anisotropy ferrite sintered magnet (MS50) Nd-Fe-B bonded magnet (MS70)	
Insulation Resistance	100M[Ω] MIN	
Dielectric Strength	AC 500[V] 1[min]	
Class of Insulation	CLASS E	
Operating Temp.	-10[°C] ~ 50[°C]	
Storage Temp.	-30[°C] ~ 80[°C]	
Operating Hum.	20[%] RH ~ 90[%] RH	

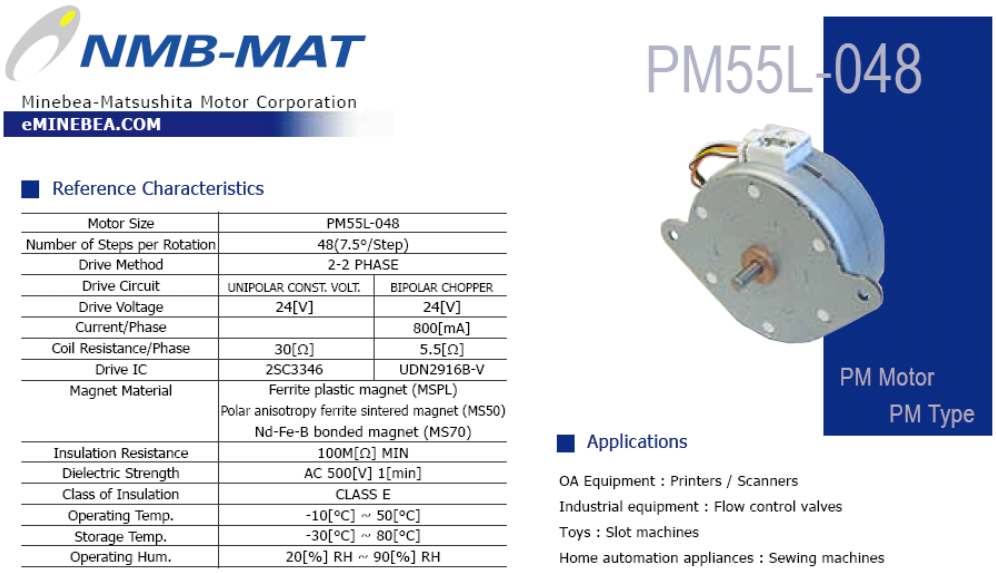
Applications

OA Equipment : Printers / Scanners
Industrial equipment : Flow control valves
Automotive : Meters / Optic axis control device
Home automation appliances : Sewing machines

[13] Imágenes proporcionadas por Minebea-Matsushita motor company.

El motor paso a paso utilizado para la rotación, de la cámara que necesariamente requiere mas torque es el PM55L-048, utiliza una corriente de 800 mA a 24 voltios DC, pero para el proyecto se va a utilizar a 12 voltios con una corriente de trabajo a 700 mA, como para este motor no se encontró driver para manejarlo, se decidió utilizar dos driver ULN2004 en paralelo para que pueda resistir la corriente nominal de trabajo del motor, gracias a esto pueden resistir una corriente de 1 amperio.

Figura No.48: Características del motor paso a paso PM55L-048



NMB-MAT

Minebea-Matsushita Motor Corporation

eMINEBEA.COM

PM55L-048

PM Motor

PM Type

■ Reference Characteristics

Motor Size	PM55L-048	
Number of Steps per Rotation	48(7.5°/Step)	
Drive Method	2-2 PHASE	
Drive Circuit	UNIPOLAR CONST. VOLT.	BIPOLAR CHOPPER
Drive Voltage	24[V]	24[V]
Current/Phase		800[mA]
Coil Resistance/Phase	30[Ω]	5.5[Ω]
Drive IC	2SC3346	UDN2916B-V
Magnet Material	Ferrite plastic magnet (MSPL) Polar anisotropy ferrite sintered magnet (MS50) Nd-Fe-B bonded magnet (MS70)	
Insulation Resistance	100M[Ω] MIN	
Dielectric Strength	AC 500[V] 1[min]	
Class of Insulation	CLASS E	
Operating Temp.	-10[°C] ~ 50[°C]	
Storage Temp.	-30[°C] ~ 80[°C]	
Operating Hum.	20[%] RH ~ 90[%] RH	

■ Applications

OA Equipment : Printers / Scanners

Industrial equipment : Flow control valves

Toys : Slot machines

Home automation appliances : Sewing machines

El paso a utilizar en cada uno de los motores paso a paso son los mismos que se vieron en la teoría, lo único diferente es la frecuencia en la cual funciona el motor puede genera que este se mueva a una velocidad mucho mas rápida o mas lento.

Figura No.49: Logica del motor paso a paso PM55L-048

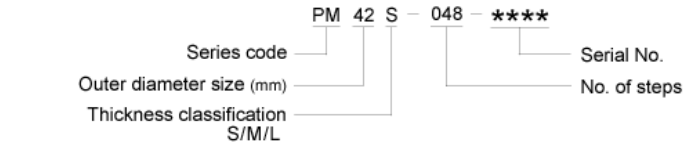
	Paso1	**Paso2**	**Paso3**	**Paso4**
1	4.65V	0	0	0
2	0	4.65V	0	0
3	0	0	4.65V	0
4	0	0	0	4.65V

Con esta configuración en la entrada del driver en cada una de las entradas A, B, C, D produce un giro de 90 grados y con esta configuración se puede saber en donde esta ubicada la cámara que es un control que lleva el microcontrolador para cada giro.

Figura No.50: Cuadro comparativo de motores paso a paso serie PM

Product Name	Torque Range [$x10^{-4}$Nm]	Outer Diameter [mm]	Step No.	Length [mm]	PDF
PM10S-020	15~3	10	20	10.2	[39 KB]
PM15S-020	25~5	15	20	12.0	[37 KB]
PM20S-020	50~15	20	20	15.5	[39 KB]
PM20L-020	90~25	20	20	19.6	[41 KB]
PM25S-024	50~10	25	24	12.5	[41 KB]
PM25S-048	50~15	25	48	12.5	[44 KB]
PM25L-024	125~25	25	24	17.0	[51 KB]
PM35S-024	200~100	35	24	15.5	[43 KB]
PM35S-048	200~100	35	48	15.5	[59 KB]
PM35L-024	300~200	35	24	22.2	[46 KB]
PM35L-048	400~200	35	48	22.2	[58 KB]
PM42S-048	400~200	42	48	15.5	[56 KB]
PM42S-096	400~250	42	96	15.5	[45 KB]
PM42S-100	400~250	42	100	15.5	[44 KB]
PM42M-048	600~300	42	48	20.0	[60 KB]
PM42L-048	700~400	42	48	22.2	[57 KB]
PM55L-048	1200~700	55	48	25.7	[58 KB]
PM55L-096	1200~800	55	96	25.7	[46 KB]
PM55L-100	1200~800	55	100	25.7	[46 KB]

(PM Type - Example of Product Number Explanation)



4.7 SELECCIÓN DEL MOTOR DC

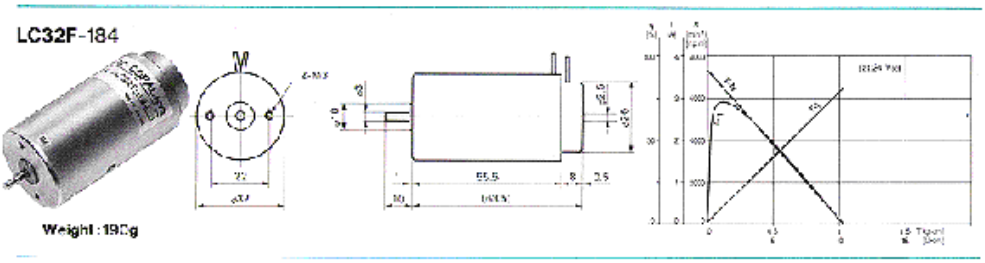
El motor que se escogió es un motor cuyas característica es que tiene un troqué de 150 g/cm tiene una velocidad de 6400 revoluciones por minuto consume 550 mA, esto quiere decir que con estas características de motor es de utilidad para que sea capaz de mover el carro por el riel sin ningún inconveniente, además estas características son a 24 voltios, ya que al utilizar un voltaje de 12 voltios

tendrá un consumo menor de 550 mA, por lo cual el puente “H” anterior se puede utilizar ya que este no supera el umbral de trabajo del puente H.

Figura No.51: Cuadro comparativo de motores DC serie LC

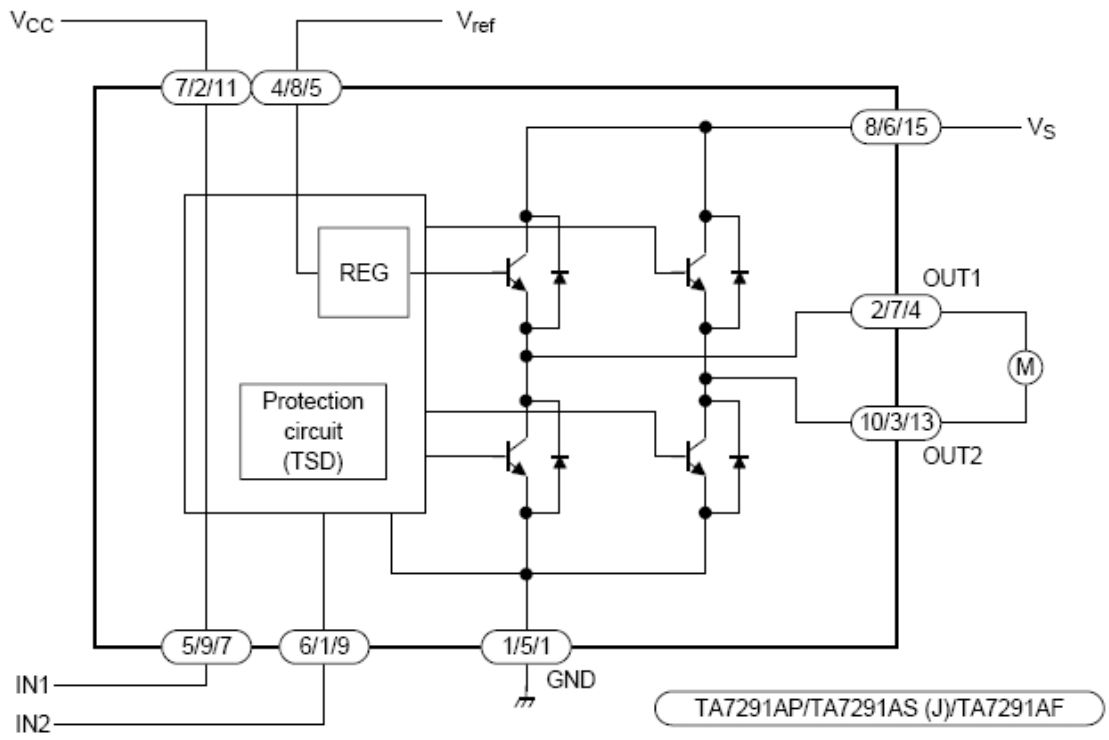
DC High Power Motors with TACHOMETER Standard Specifications

Models	Rated Voltage V	Rated Torque g-cm (N-cm)	Rated Speed min^{-1} (r.p.m.)	Rated Current mA	Stall Torque g-cm (N-cm)	Rated Power mW	Freq. Hz/r	Out Voltage Vrms(10Kohms) 1000rpm	DC Resist ohms
LC30F-191	24	100(0.98)	5400	370	450(4.4)	5.5	8	1.3	180
LC32F-184	24	150(1.47)	6400	550	950(9.31)	6.9	16	0.8	35
LC37F-177	12	50(0.49)	5400	480	145(1.42)	1.2	10	1.0	180
LC38F-188VG	24	200(1.96)	6100	800	1600(15.68)	9.2	16	0.8	35
LC38F-188VP	24	270(2.60)	4800	830	1800(17.6)	13	16	0.8	35



4.7.1 Conexión del puente “H”

Figura No.52: Conexiones del puente “H”, TA7291P[14]



Conexiones al microcontrolador por RD0 en IN1 RD1 en IN2 con protección de diodos 1N4148 el cual evita que existan voltajes inversos que puedan afectar el buen funcionamiento del microcontrolador.

Figura No.53: Descripción del funcionamiento lógico del driver TA7291P

Input		Output		Mode
IN1	IN2	OUT1	OUT2	
0	0	∞	∞	Stop
1	0	H	L	CW/CCW
0	1	L	H	CCW/CW
1	1	L	L	Brake

[14] Imágenes proporcionadas por Toshiba Semiconductors.

Descripción del funcionamiento lógico de las entradas del driver tiene una parada y la acción que ejecuta en la salida del driver, también este driver cuenta con una parada en la cual coloca en activo las dos salidas, esto hace que sea importante para que el motor no se mueva de la posición en la que esta.

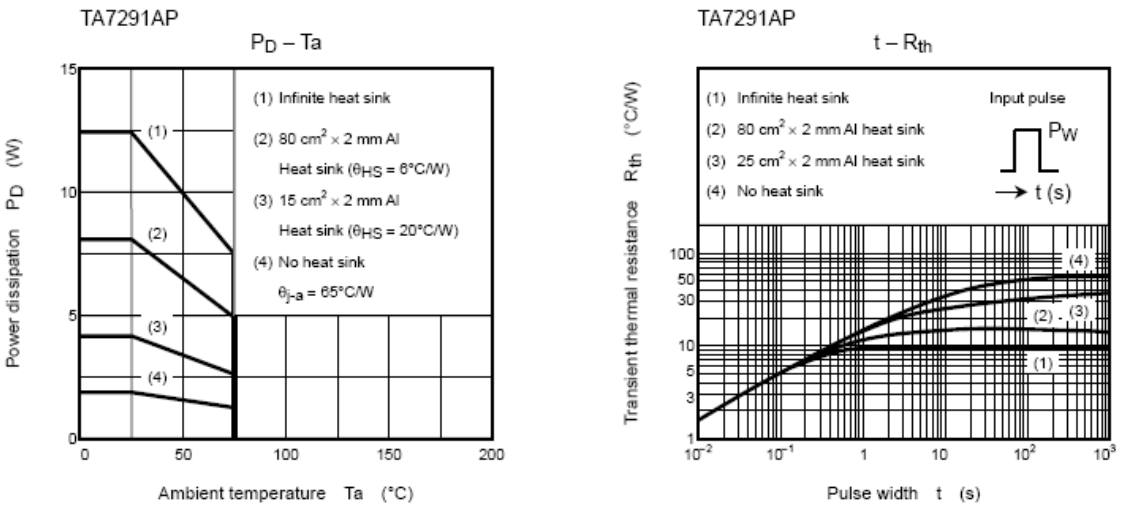
4.7.2 Criterios de selección del driver Puente "H"

El puente "H" a utilizar es el TA7291P fabricante Toshiba este puente H tiene un manejo de corriente lo suficiente para poder mover el carro de la cámara, este driver maneja 1 amperio constantes con picos de hasta 2 amperios. También maneja voltajes de hasta 30 voltios DC y la etapa de control es totalmente independiente para evitar daños en el microcontrolador.

El driver TA7291P trabaja entre 30 y 75 grados centígrados, y no necesita diseñarle un disipador de calor debido a que este trae en la parte superior uno.

Tiene un rango operativo de voltaje de 4.5v DC a 27v DC usa el mismo voltaje de referencia y puede variar como un controlador de velocidad.

Figura No.54: Diagrama de conexiones TA7291P



En cada una de las graficas proporcionadas por los datasheet nos muestra el desempeño a utilizar del puente H, y ya que la corriente del motor no alcanza a superar los 800 mA no requiere de disipador de calor, en estas graficas se muestra el desempeño del dispositivo con el disipador y sin disipador.

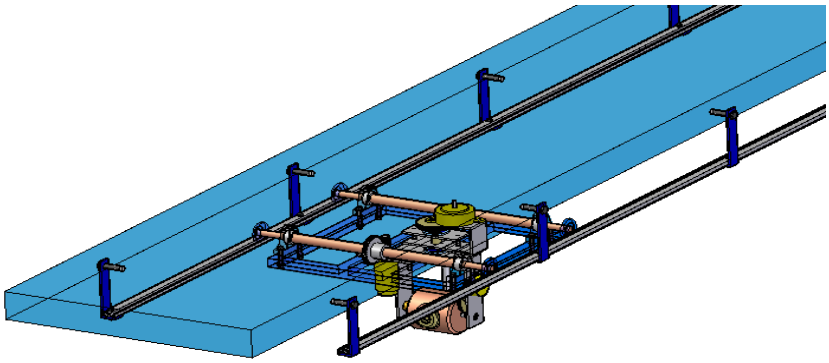
Debido a que este puente H es muy comercial y sobre todo es muy resistente en casos de cambios rápidos de estado en el mismo la desventaja es que si este cambio se produce en voltajes superiores a los 24 voltios este no puede controlar la potencia que se produce instantáneamente en el dispositivo ocasionando un daño en el puente H.

5 DISEÑO MECÁNICO

El lugar de trabajo de la estructura se presenta en un recinto cerrado de 12 m de largo por 8,50 m de ancho, la cual se encuentra dividido en dos secciones; la parte de oleoneumática y la otra parte de celda integrada de manufactura, por estas razones se consideró ubicar la estructura en la parte superior y entre las dos divisiones del recinto para tener una clara visión de los dos lugares.

La estructura esta compuesta en cuatro secciones las cuales son: el riel, donde se desplazan los carros para el movimiento de la cámara, además es el que soporta toda la estructura; el carro de desplazamiento en un eje, es el que permite desplazar la cámara a lo largo de todo el riel y donde se acoplan los otros dos carros permitiéndole otros dos movimiento de la cámara; el carro para el giro horizontal, este permite que a la cámara dar giros de 360 grados sobre el carro de desplazamiento; y el carro para el giro vertical, este le permite a la cámara dar giros de 180 grados desde la horizontal y se encuentra montado sobre el carro de giro horizontal. Toda la estructura esta echa en aluminio y sus dimensiones costa de 300cm de largo por 40cm de ancho y 30cm de alto.

Figura No.55: Estructura de soporte

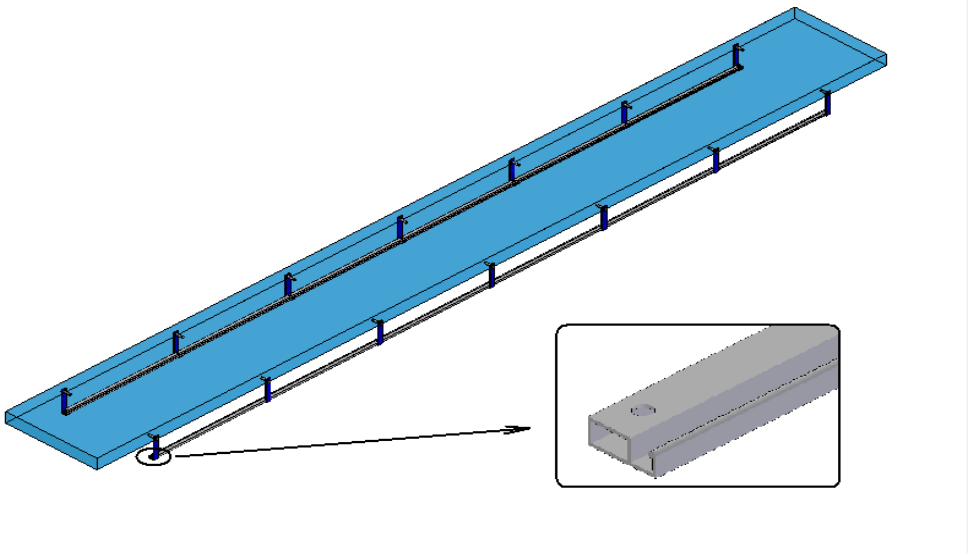


Autor. (Ver Anexo planos)

5.1 EL RIEL

Este riel presenta una longitud de 300cm de largo (para mayor información de sus dimensione ver anexos planos), ya que va a llevar todo el peso de la estructura se realizaron cálculos para soportar una carga de 10Kg en cada riel y con soportes ubicados cada 50cm a todo lo larga de el, el desarrollo de análisis se llevo acabo en ANSYS y se arrojaron los siguientes resultados.

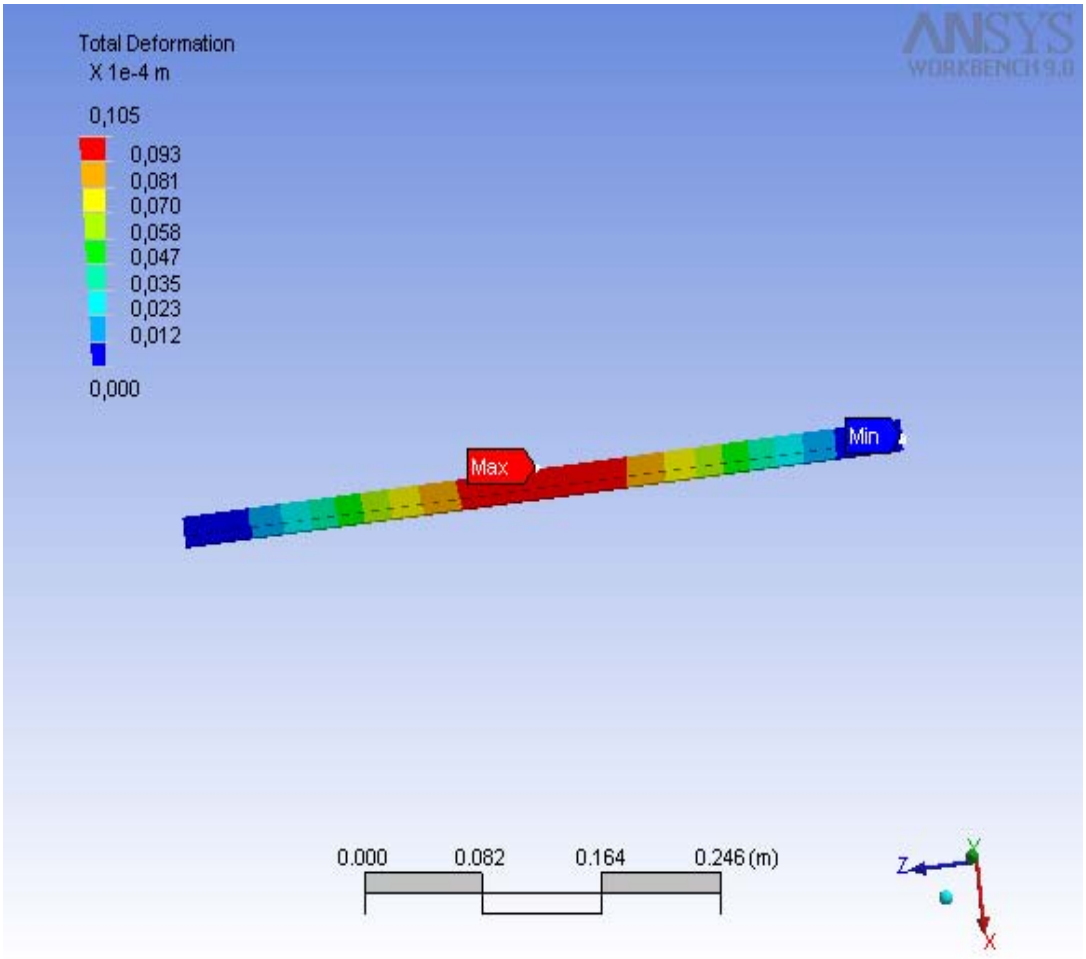
Figura No.56: Riel



Autor. (Ver Anexo planos)

DEFORMACION TOTAL

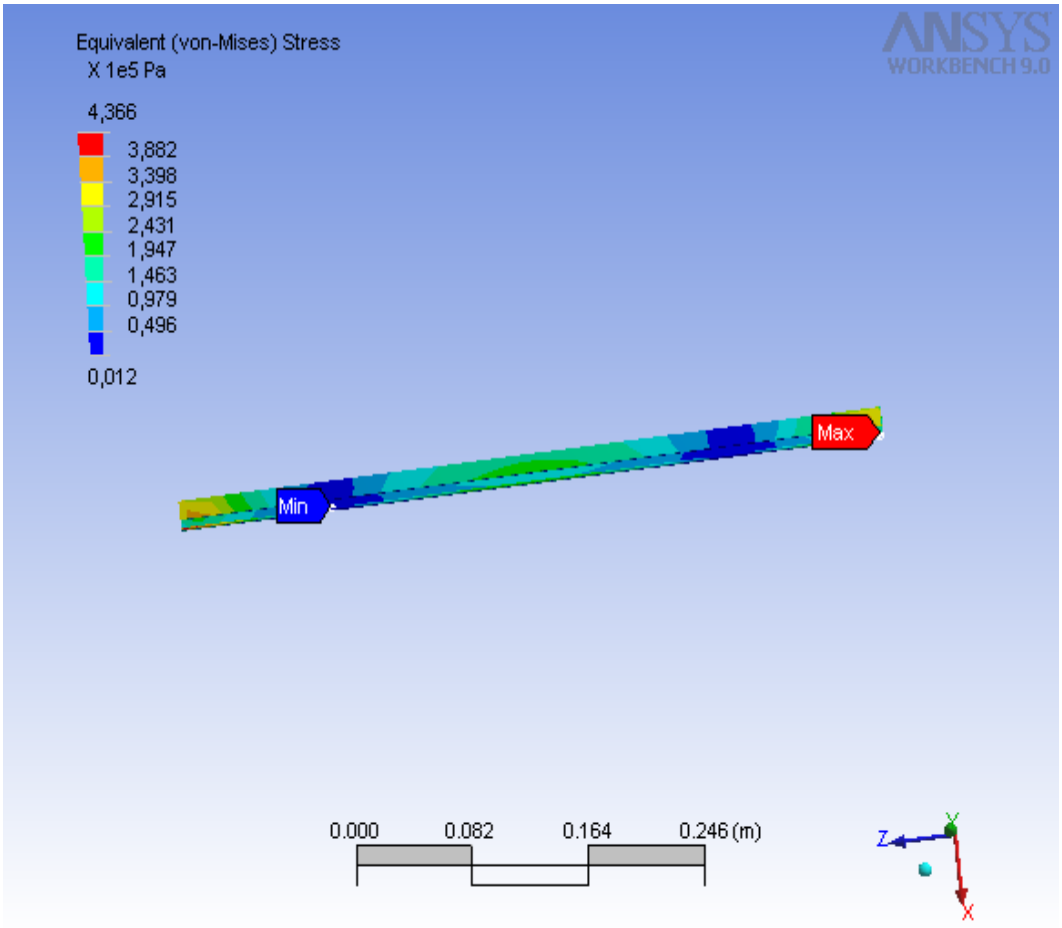
Figura No.57: Deformación riel



Como la deformación se puede presentar en el centro de la pieza de acuerdo a la separación que existe entre un soporte y el otro, según podemos observar en la grafica, esto nos indica que cada sección del riel fallaría en esa parte, aunque son deformaciones muy pequeñas se acortaron las distancia entre los soporte a 36cm.

ESFUERZO EQUIVALENTE

Figura No.58: Esfuerzo en el riel



El esfuerzo máximo de tensión se presenta en los extremos (esto quiere decir en los soportes), representado por el color naranja, sin embargo el análisis realizado nos indica que el riel resiste la carga sin inconvenientes, el valor máximo de tención arrojado por Von-Mises es de 4.36MPa, lo que indica que habría que aplicar esta carga para lograr romper el riel, el esfuerzo mínimo de tensión se presenta por el color azul.

FACTOR DE SEGURIDAD

Figura No.59: Factor de seguridad del riel

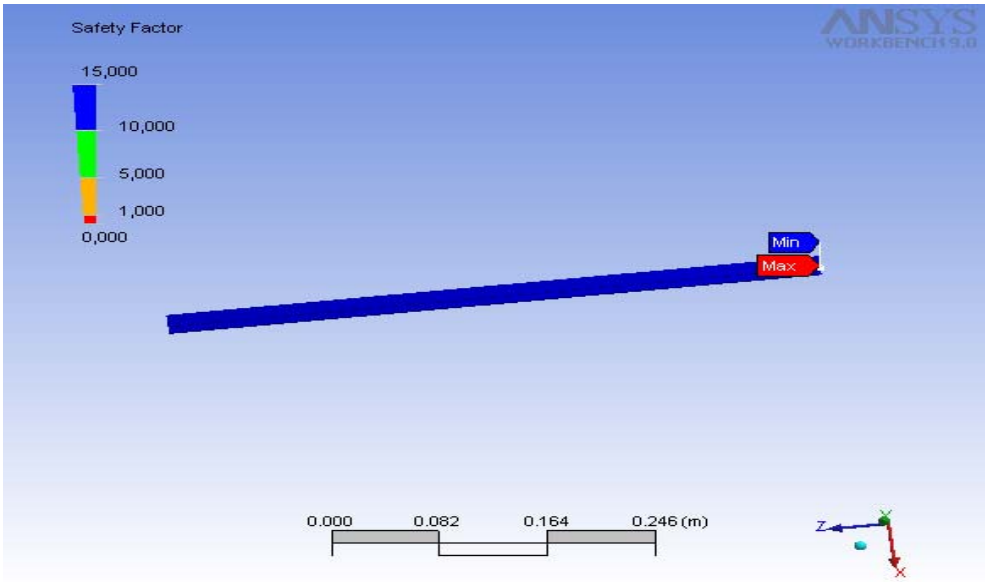
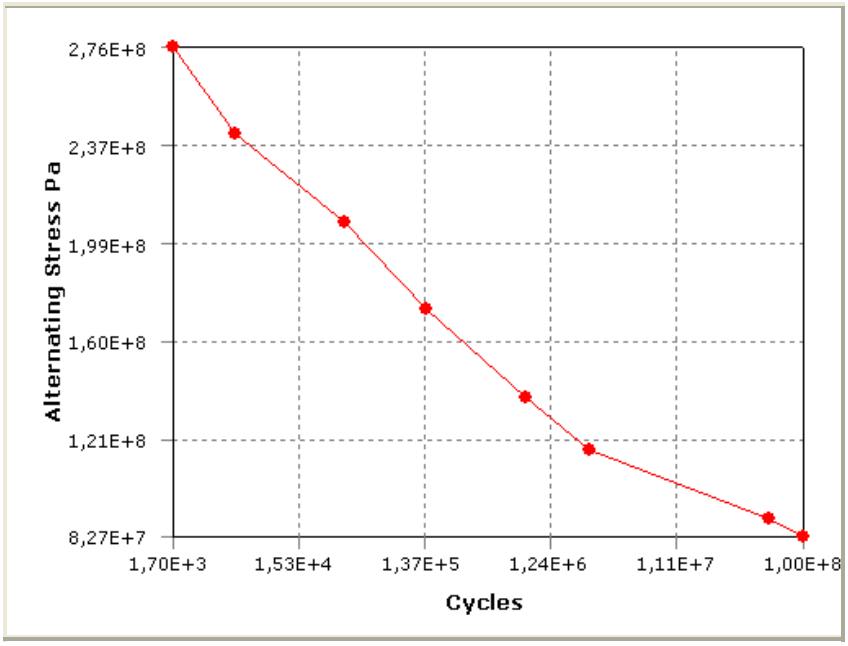


Tabla 5. Resultados para el riel				
Nombre	**Alcance**	**Tipo**	**Mínimo**	**Criterio de Alerta**
"Sección de riel"	*"Modelo"*	Factor de Seguridad	14.85	Ninguno



Al analizar las graficas arrojadas por **ANSYS WORBENCH,** se concluye que la estructura esta sobredimensionada, esto se determina por que el material al momento de aplicarle la carga de 10Kg, nos muestra que nos encontramos en la zona de color azul, en la tabla de resultados se observa también, que no hay criterios de alerta y que el material arroja los resultados esperados, sin problemas al momento de reaccionar con la carga.

Si el análisis para el riel de **ANSYS WORBENCH** arrojara la pieza de color rojo; el, material se encontraría en la zona critica, y que pude ser factible que tengamos inconvenientes al momento de aplicarles carga mayor. Este análisis es uno de los criterios de selección más importantes ya que por medio de este se elige el material por el cual se diseñara la máquina.

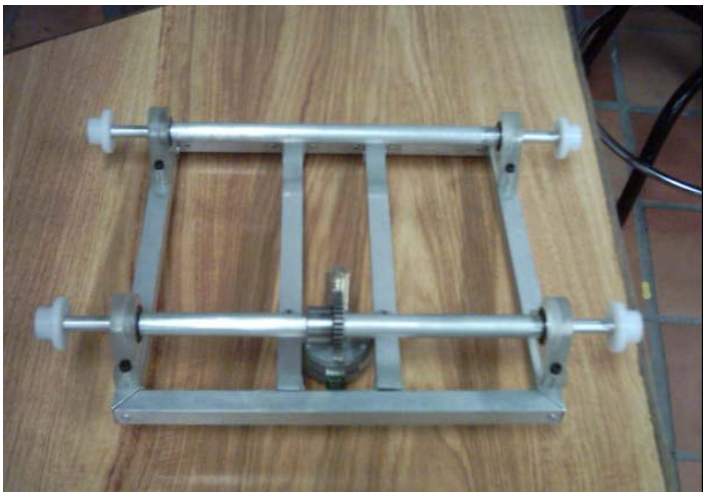
Figura No.60: Riel

Autor

5.2 CARRO DE DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL

Este vehiculo le permite a la cámara tener un desplazamiento horizontal a lo largo de todo el riel, el carro esta conformado con dos ejes en la cuales estos van montados sobre los rieles, soportan el chasis a la cual se encuentra acoplado con chumaceras y rodamientos.

Figura No.61: Carro de desplazamiento horizontal



Autor

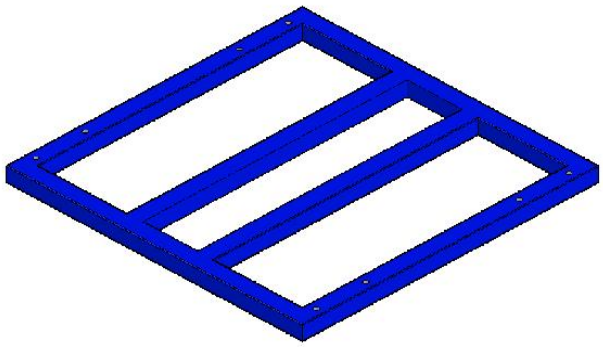
5.2.1 El chasis

El chasis de un robot da soporte a los elementos esenciales como motor, batería, circuito electrónicos y todos los elementos útiles para la tarea requerida. Pero los brazos manipuladores, las patas del robot o incluso ciertos sensores no están protegidos por esta estructura, en este sentido los robots se parecen a los vertebrados.

La forma y tamaño de un robot varia mucho y no son proporcionales a su complejidad. Normalmente la forma general depende de la composición interna y de las tareas que tenga que llevar a cabo por su aspecto general, los robots se clasifican en diferentes categorías. Para nuestro caso son: los coches, aquellos que se construyen sobre chasis de vehículos radio controlados.

Entre los diferentes materiales que se puedan utilizar para la construir el chasis de un robot, el aluminio y el acrílico son los mas apreciados. El aluminio tiene numerosas ventajas, como ser muy ligero y fácil de trabajar.

Figura No.62: Chasis

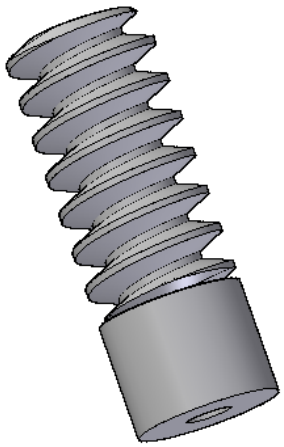


Autor. (Ver Anexos planos)

5.2.2 Diseño del tornillo de potencia

Los tornillos de potencia se usan para transmitir movimiento haciéndolo en forma suave y uniforme. En este caso de utilizó el tornillo de potencia para convertir un movimiento rotacional en un movimiento lineal; para trasladar todo el chasis con sus componentes a lo largo del riel.

Figura No.63: Tornillo De Potencia



Autor. (Ver Anexos planos)

Diámetro mayor del tornillo = 14,7mm
Paso del tornito = 5mm
Avance = 5mm
Coeficiente = 0,1
Carga = 20N
Diámetro medio = 13,2mm
Altura de la rasca = 2mm
Numero de cuerda en contacto = 2

Angulo de la Hélice

$$tam\alpha = \frac{5mm}{2 * \pi * 6,6mm} = \frac{5mm}{41,4690} = 0,1205$$

Si decimos que $\theta = 0$ entonces el par requerido es:

$$T = 20N\frac{13,2mm}{2}\left(\frac{0,1 + 01205}{1 - 0,1205}\right) + \frac{20N * 0,1 * 14,7}{2}$$

$$T = 132N.mm\left(\frac{0,2205}{0,8795}\right) + 14,7N.mm$$

$$T = 47,7938N.mm = 0,04779N.m$$

Eficiencia

$$\lambda = 0{,}1205\left(\frac{1-0{,}1*0{,}1205}{0{,}1205+0{,}1}\right) = 0{,}5399 = 53{,}99\%$$

Presión de aplastamiento

$$\sigma_B = \frac{20N}{\pi * 13{,}2mm * 2mm * 2} = 0{,}12057\,{}^{N}\!/_{mm^2} = 120571{,}9\,{}^{N}\!/_{m^2}$$

Flexión

$$\sigma_b = \frac{2 * 20N * 2mm}{\pi * 13{,}2mm * (2mm)^2 * 2} = 0{,}24114\,{}^{N}\!/_{mm^2} = 241143{,}8\,{}^{N}\!/_{m^2}$$

Corte del tornillo

$$tb = {}^{3}\!/_{2}\,\frac{20N}{\pi * 13{,}2mm * 2mm * 2} = 0{,}180857\,{}^{N}\!/_{mm^2} = 180857{,}8\,{}^{N}\!/_{m^2}$$

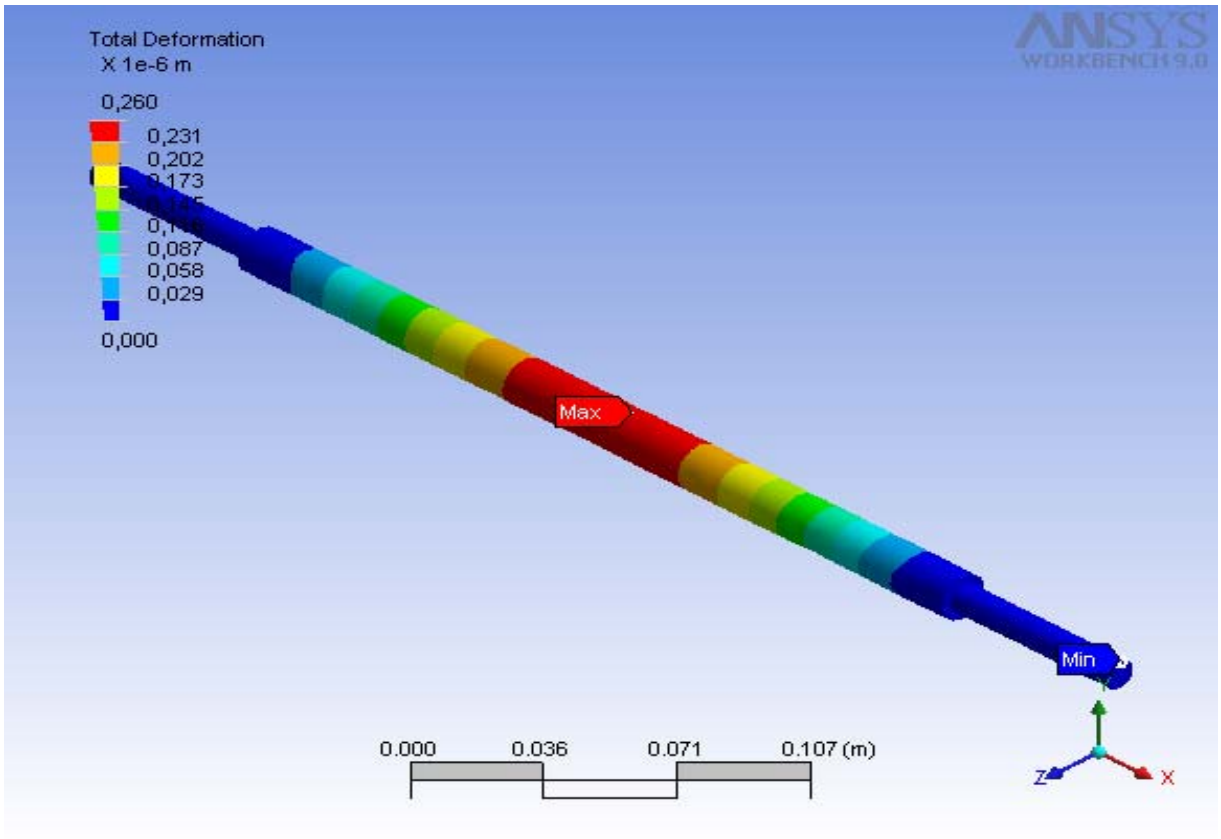
Figura No.64: Tornillo De Potencia

5.2.3 Diseño del eje

Para realizar el análisis del diseño del los ejes tomamos sus dos extremos como los apoyos ya que es hay donde están sujetada las ruedas y a su ves estas se encuentran sobre los rieles. Suponemos una carga total 10kg en el centro de la pieza ya que este seria nuestro caso mas critico como se demuestra a continuación:

DEFORMACIÓN TOTAL

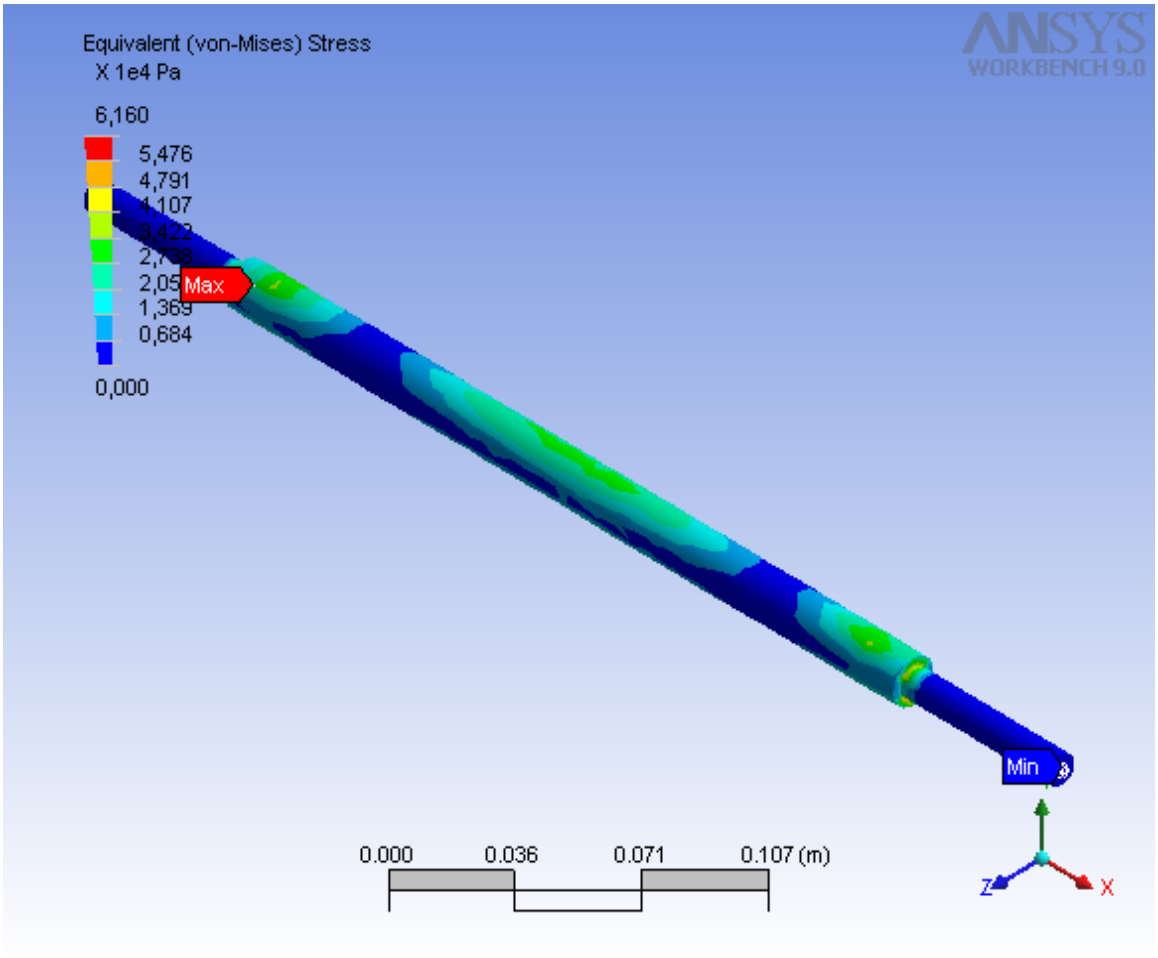
Figura No.65: Deformación Eje



Como la deformación se puede presentar en el centro de la pieza de acuerdo a la carga aplicado, se puede apreciar en la grafica que la pieza tiene posibilidades de fallar en esta parte si fuera el caso, debido a que nuestra carga se debe a el peso de los carros que permiten el movimiento, esta carga se distribuye en los dos ejes que lo sujetan, además estas sujeciones se encuentran dos por cada eje y muy cercanas a los apoyos, esto demuestra que no hay falla.

ESFUERZO IQUIVALENTE

Figura No.66: Esfuerzo del Eje



Para los ejes el esfuerzo máximo de tensión se presenta justo donde se encuentra nuestra cargas aplicada por el poso, representado por el color verde, sin embargo el análisis realizado nos indica que el eje resiste la carga sin inconvenientes, el valor máximo de tención arrojado por Von-Mises es de 6.16MPa, lo que indica que habría que aplicar esta carga para lograr romper el eje, el esfuerzo mínimo de tensión se presenta por el color azul.

FACTOR DE SEGURIDAD

Figura No.67: Factor de seguridad del eje

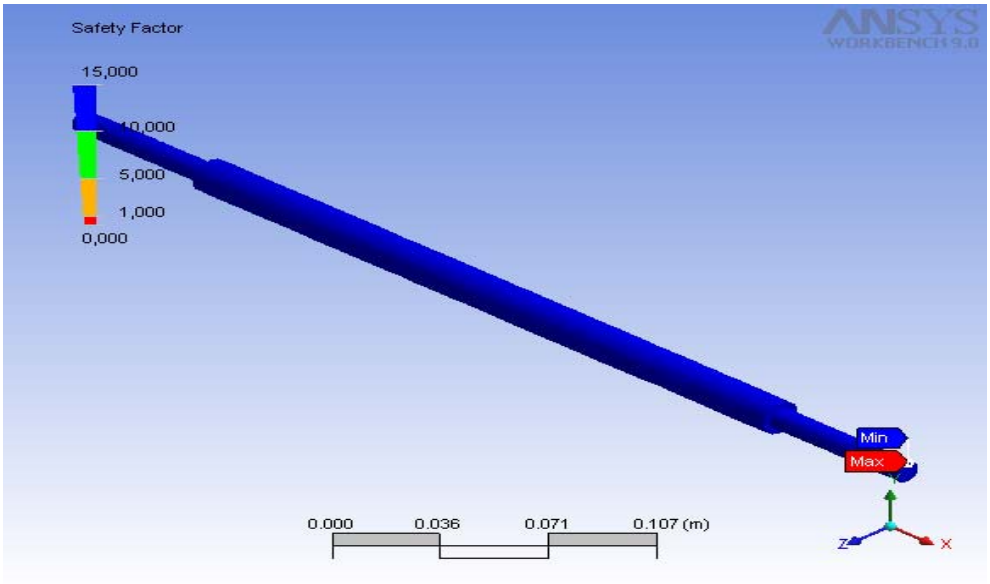
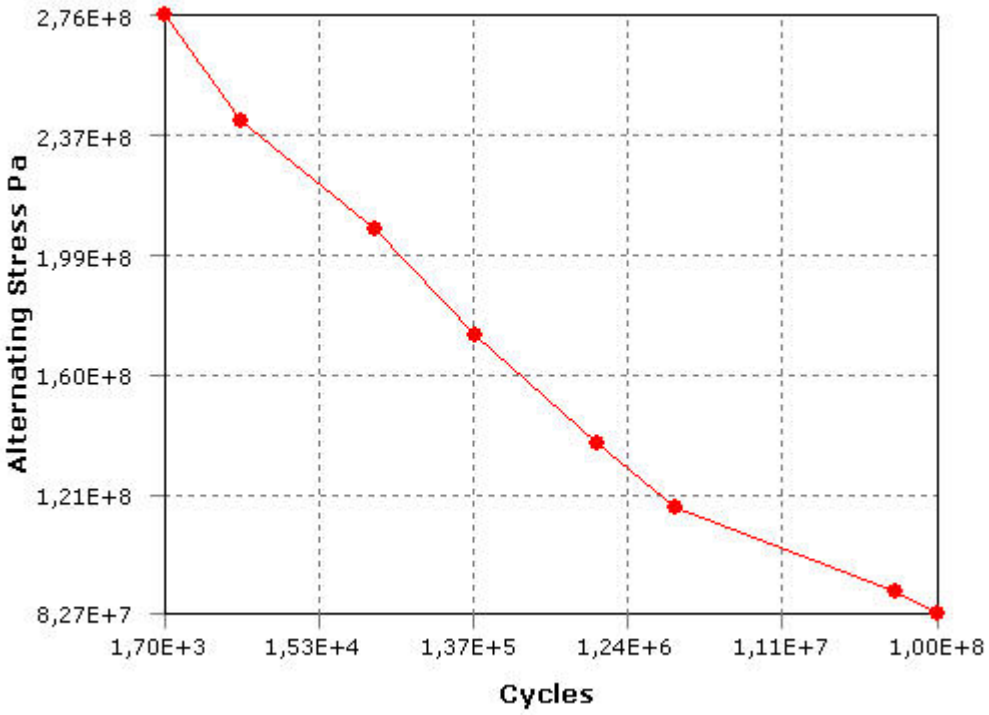


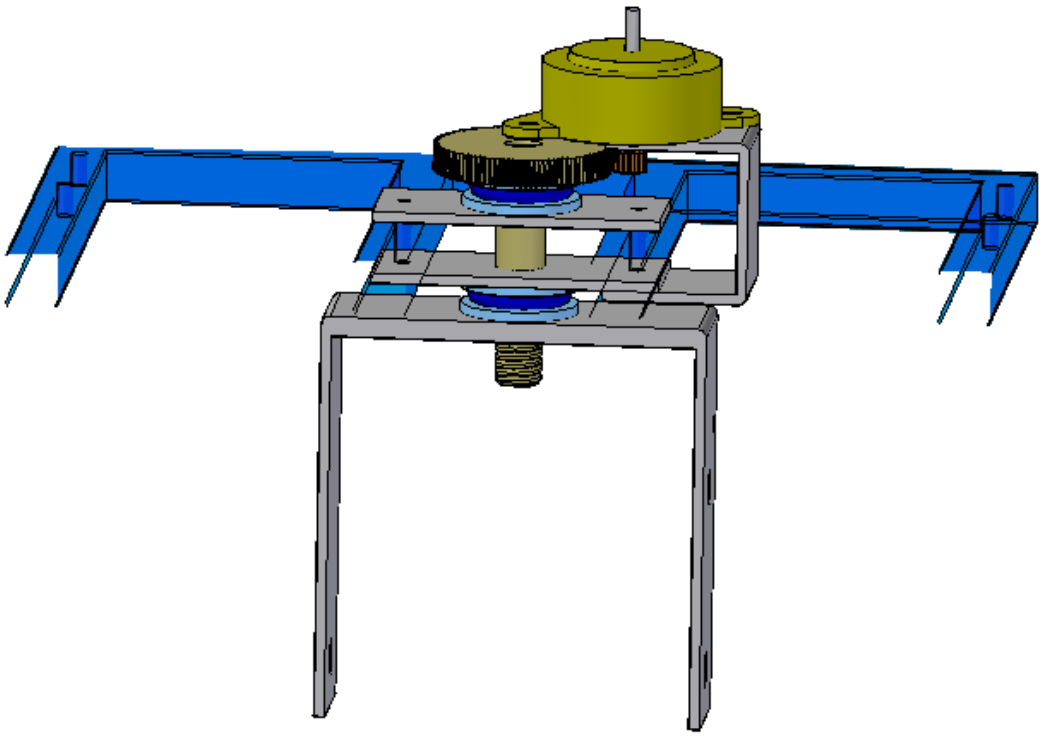
Table 3.1.1. Bodies						
Name	**Material**	**Bounding Box(m)**	**Mass (kg)**	**Volume (m^3)**	**Nodes**	**Elements**
"eje2"	*"Aluminum Alloy"*	0.38, 1.6×10^{-2}, 1.6×10^{-2}	0.17	6.28×10^{-5}	2692	1397



5.3 CARRO DE ROTACIÓN HORIZONTAL

El carro de giro horizontal le permite a la cama dar un giro de 360 para visualizar a su alrededor. Este carro se encuentra montado sobre el chasis, y esta conformado por un eje en una posición vertical o perpendicular al chasis con dos láminas que lo acoplan, teniendo dos rodamientos axiales en los extremos de cada lámina para permitir que este gire libremente; en su parte inferior se fija la base donde se encuentra montada la cámara, en su parte superior se encuentra un engranaje recto con el motor y es el quien nos da el movimiento rotacional tal como lo muestra la siguiente figura.

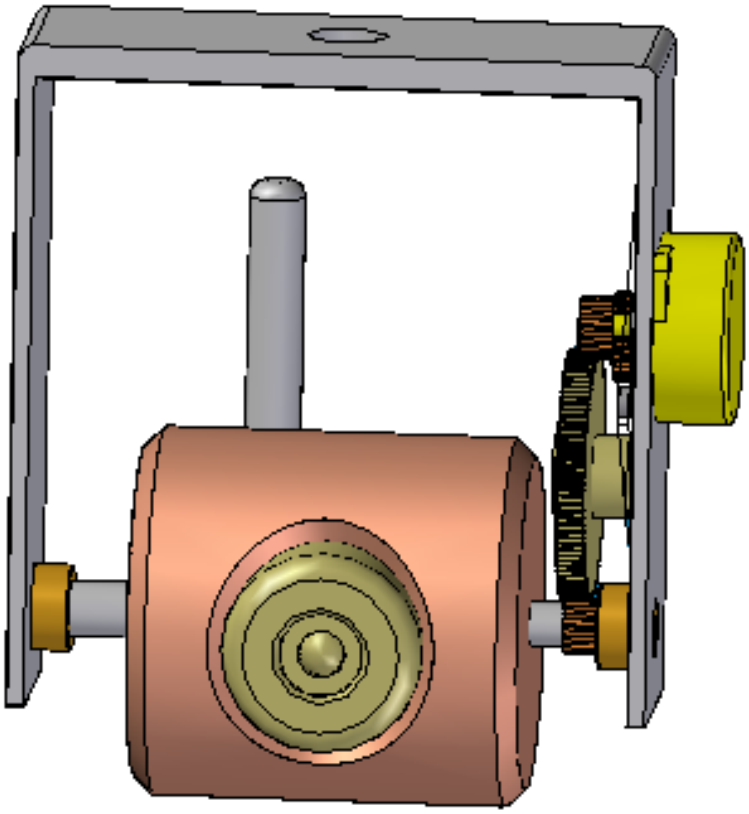
Figura No.68: Carro de rotación Horizontal



5.4 CARRO DE ROTACIÓN VERTICAL

Nuestro carro rotacional consiste en un tren de engranaje la cual su función es evitar que se gire la cámara por el poso de la antena al momento de ubicarla en una posición. La cámara la soporta dos bujes acoplados a la base del carro de rotación horizontal.

Figura No.69: Carro de rotación Vertical

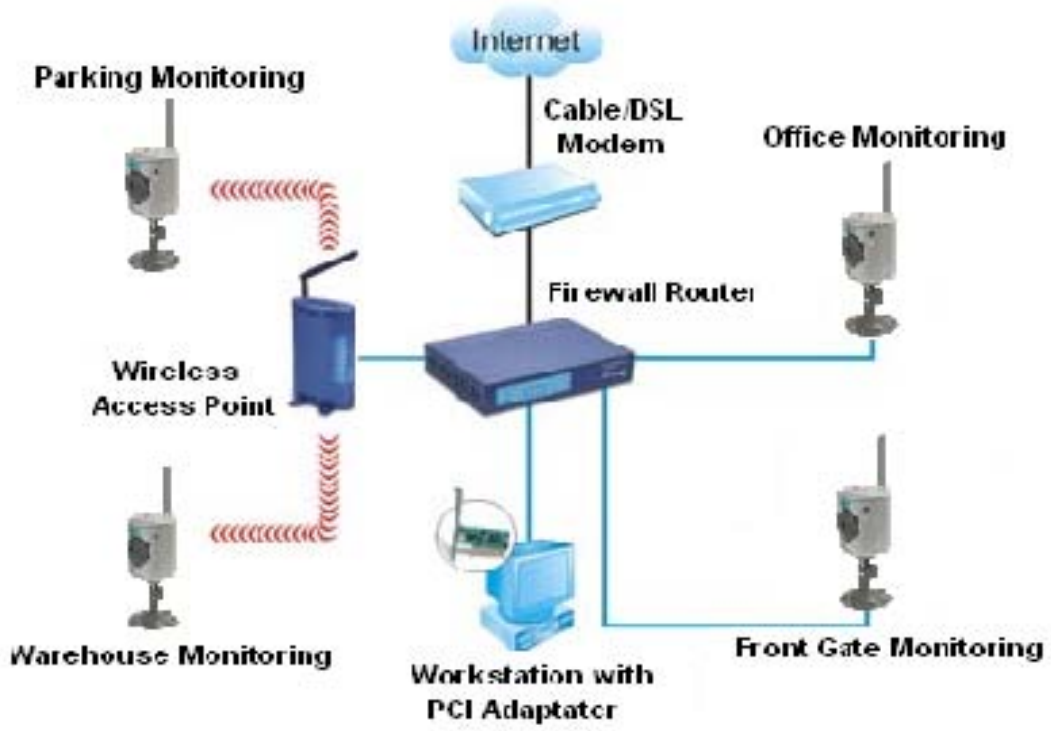


6 DISEÑO DEL SOFTWARE

La finalidad del desarrollo implementado en el proyecto es básicamente poder ingresar desde un lugar que se tenga acceso a Internet en cualquier parte del mundo, e ingresar a la pagina Web diseñada y tomar control del movimiento de las cámaras, además de tener una perspectiva de lo que esta ocurriendo en el sitio de trabajo o el lugar donde estén instaladas las cámaras

.

Figura No.70: Diagrama de comunicación



6.1 IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO

Para el desarrollo del software fue diseñado en dos fases, una de estas fases se empleo el lenguaje de programación Visual Basic para crear la interfaz entre el PC que se utiliza como servidor y el mecanismo de la cámara, y en la segunda fase se empleo un lenguaje de programación Dreamwever para el navegador en la plataforma Web.

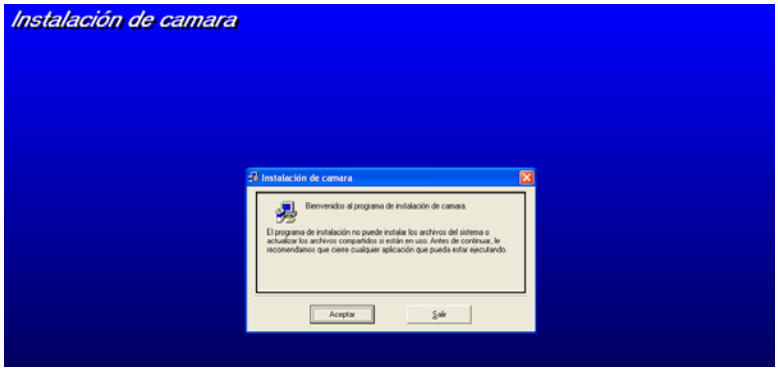
Para una adecuada utilización e inhalación del software se deben seguir los conceptos tal y como se ilustran a continuación:

- Instalación del software “Cámara”
- Creación de una conexión de datos ODBC
- Instalación de Apache 2.0.X
    - Instalación de PHP4
    - Configuración del archivo php.ini
    - Configuración del archivo httpd.conf de Apache
- Usar el setup Wizard
- Ejecución del aplicativo Web para el monitoreo

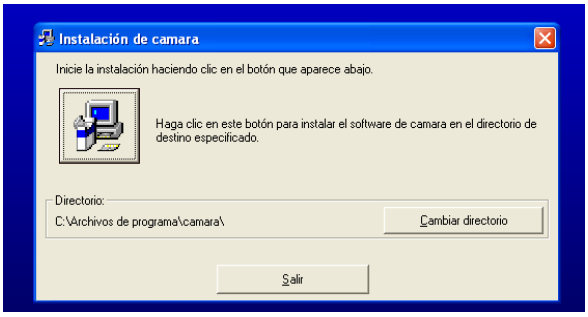
6.1.1 Instalación de software “Cámara”

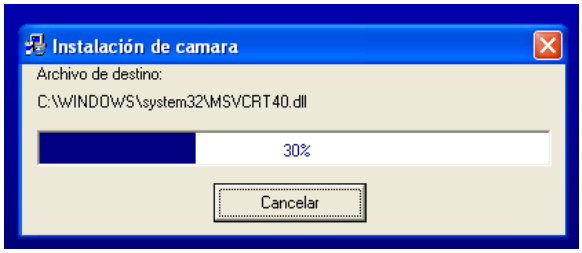
La función de este software es administrar la interfaz electro-mecánica puesta en el mecanismo que soporta la cámara, donde se haya los diferentes carros.

Para la instalación se abre el programa SETUP.EXE ubicado en la carpeta instaladores, este inicializará la instalación del software.



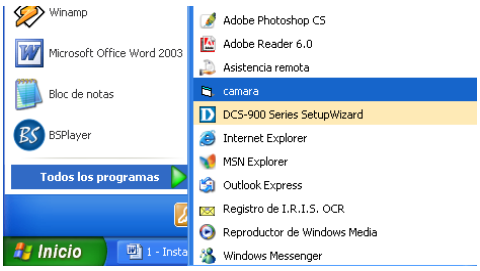
Al hacer click en el botón ACEPTAR se inicia la instalación del software, posteriormente al hacer click con el Mouse sobre el botón instalar para iniciar la copia de archivos al disco duro en la dirección **“C:\Archivos de Programa \ cámara”.**



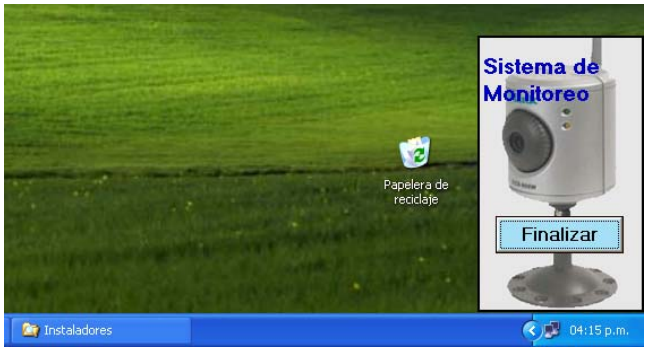


Una vez terminada la copia de archivos muestra un mensaje notificando que la instalación ha terminado correctamente.

Una vez instalado se accede a el a través del menú Inicio -> Todos los Programas -> cámara.



Y muestra que se ubica en la parte derecha inferior de nuestro monitor una pequeña ventana, la cual indica que el software se encuentra en ejecución.



Haciendo click en el botón FINALIZAR de la ventana hará que esta aplicación finalice.

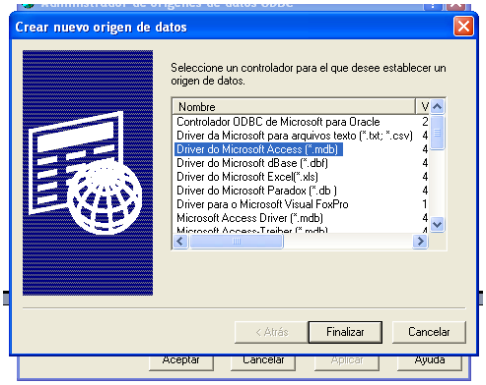
NOTA: Es importante que este programa se este ejecutándose en el PC donde se encuentran conectadas las cámaras para que la aplicación Web no tenga ningún problema.

6.1.2 Creación de una conexión de datos ODBC

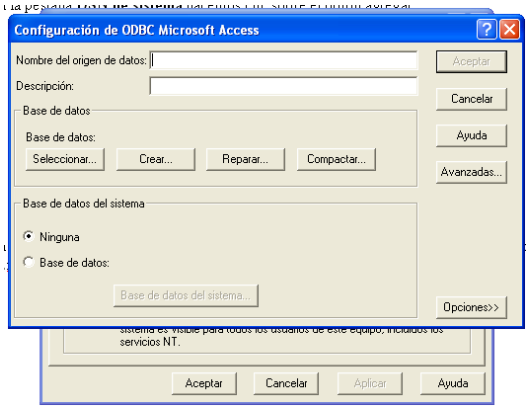
Una vez terminada la instalación del software se debe crear una conexión de datos ODBC para que el aplicativo Web no tenga ningún problema en su funcionamiento.

En el **panel de control** en el icono **Herramientas Administrativas**, y luego al icono **Orígenes de Datos (ODBC).**

En la pestaña **DSN de sistema** se hace click con el Mouse sobre el botón agregar.



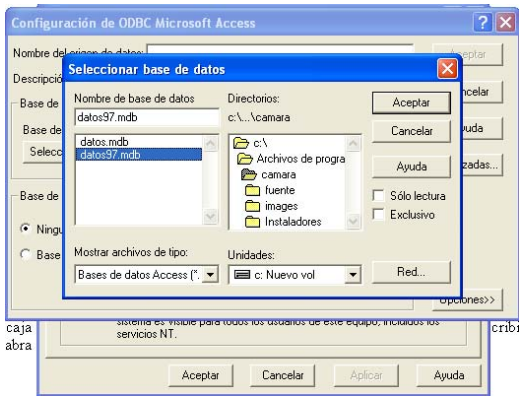
En la ventana Crear nuevo origen de datos, se selecciona **Driver de Microsoft Access (*.mdb)** y click en el botón finalizar.



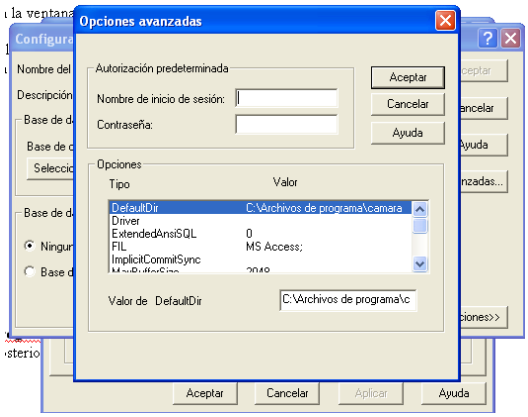
En la ventana de **configuración de ODBC**.

La caja de texto correspondiente a **Nombre de origen de datos**: se debe escribir la palabra **datos** en minúscula y sin espacios.

En el la sección de **base de datos** se hace click con el Mouse en el botón **seleccionar.**



Y se ubica el archivo **datos97.mdb**, el cual se encuentra en la ruta **C:\Archivos de Programa \ cámara** y se hace click con el Mouse en **Aceptar;** posteriormente en el botón **Avanzadas.**



Para el **Nombre de inicio de sesión:** se coloca la palabra **user** en minúscula y sin espacios, y para el campo **Contraseña** se escribe **12345** sin espacios, luego click en **Aceptar.**

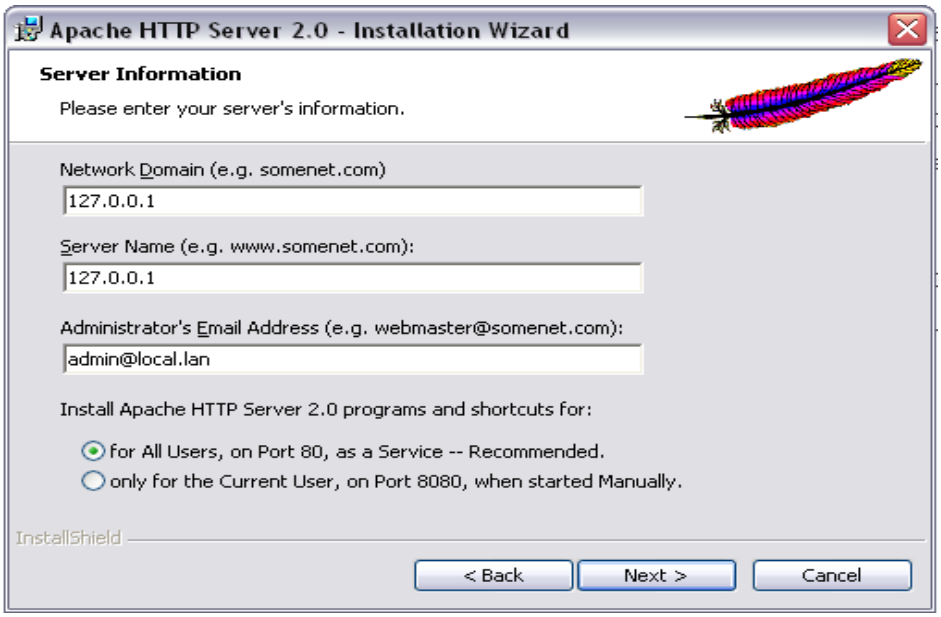
Luego se hace click con el Mouse en **Aceptar** de la ventana de **Configuración de ODBC** y luego en **Aceptar** en la ventana de **Administrador de orígenes de datos ODBC**.

6.1.3 Instalación de Apache 2.0.X

Para esta versión, en la fecha de actualización del manual la última versión disponible era la 2.0.53, por lo que el archivo que se descarga, puede ser: **apache_2.0.54-win32-x86-no_ssl.exe** También puede existir el mismo archivo pero con extensión msi, en este caso se puede bajar si se disponen del Windows Installer, la ventaja es que ocupa menos.

Bien, una vez hecho se ejecuta el instalador y se va recorriendo las pantallas hasta que salga una donde piden unos datos, en cuyo caso se coloca:

Network Domain: 127.0.0.1
Server Name: 127.0.0.1
Administrator's Email Address: nuestro e-mail, aunque no es totalmente necesario.
For All Users, on Port 80, as a Service: seleccionamos esta opción.



La IP 127.0.0.1 es la dirección IP asociada a la máquina, es decir el host local o vulgarmente conocido como **Localhost**. Es importante decir que a la hora de probar el script en modo local, da igual colocar 127.0.0.1 o localhost. Finalmente, recordar que el Apache se instala por defecto en la carpeta: **C:\Archivos de programa\Apache Group\Apache**

Bien, ahora se instala el PHP; teniendo en cuenta que este cerrado el Apache.

6.1.4 Instalación de PHGP4

Al descargar el PHP para Windows. El archivo está localizado en la sección Downloads, apartado Windows Binaries, y es el Zip Package (no el installer, aunque éste ocupe menos luego no servirá). Para la versión 4.3.10, que es la versión disponible a fecha de actualización de este manual, es: PHP 4.3.10 zip package [7,405Kb]. Según vayan saliendo nuevas versiones se localizara en la citada sección downloads.

Una vez descargada la carpeta comprimida, se crea una carpeta en el sitio donde se quiere instalar los archivos del servidor (PHP, MySQL...), por ejemplo se crea una carpeta en la raíz del disco duro y que quede así: **C:\Servidor** Ahora se descomprime los archivos del ZIP de PHP dentro de esa carpeta. En este caso se crea la carpeta **C:\Servidor\php-4.3.10-Win32** pero como no es fácil ese nombre se renombra **C:\Servidor\PHP**

Y ahora hay que buscar el **php4ts.dll** (localizado en **C:\Servidor\PHP\php4ts.dll**) y copiarlo al directorio System (en Windows 9x) o System32 (NT,2000,XP,2003) de la carpeta de Windows. Si hay otro archivo en System o System32 lo sobre escribimos. Igualmente los archivos que están en la carpeta **C:\Servidor\PHP\dlls** y copiarlos a la carpeta System o System32 también con el archivo php4ts.dll.

6.1.5 Configuración del archivo php.ini

El siguiente paso es configurar el php.ini. Se renombra o copia el archivo **C:\Servidor\PHP\php.ini-dist** y se coloca **php.ini** Ahora se edita con el mismo block de notas. Si se necesita (leer antes la explicación), editar la línea register_globals = Off y se inserta el valor: register_globals = On

¿Qué hago con register_globals? ¿ON u OFF?

Activar esta directiva permite asumir que las variables son globales y pueden llegar por cualquier método (POST, GET, COOKIE, SERVER, etc). Así, por ejemplo, si se utiliza una variable global de sesión o cookie se puede suplantar fácilmente mediante una variable por url, por lo cual el script no es seguro. Un programador de PHP tendría la directiva en OFF y usaría los arrays globales ($HTTP_X_VARS) o los súper globales $_POST, $_GET, etc., que están disponibles a partir de la versión 4.1.X de PHP. ¿Y por qué? Pues por esos temas de seguridad en los script y porque se acostumbra a no manejar variables globales ya que en un futuro el PHP tendrá la opción en OFF por defecto y no podremos cambiarla. Sin embargo, por temas de compatibilidad con script antiguos o que hagan uso de variables globales, podría ser de interés activar esta característica, pero lo deseable sería tener la opción en OFF y hacer uso de los arrays globales o súper globales.

A continuación se muestra como indicar a PHP dónde se guardan las extensiones. Dentro del php.ini; se busca la **extension_dir** y se coloca en la carpeta que contiene los archivos **php_xxx.dll**, que por defecto es la carpeta extensions dentro de PHP. **IMPORTANTE:** durante toda la configuración de directorios, se debe utilizar esta barra "/" y no esta "\", además de ponerlo entre comillas. O sea, que debe quedar de esta manera:

```
; Directory in which the loadable extensions (modules) reside.
extension_dir = "C:/Servidor/PHP/extensions/"
```

Además al activar las extensiones que se requiera o necesiten, para lo cual se busca **Windows Extensions** y para cargar las extensiones se les quita “el”; de delante. Por ejemplo, si quiere cargar la extensión **gd2.dll** (para manejar las funciones PHP relativas a imágenes) se debe cambiar; la extensión=php_gd2.dll por extension=php_gd2.dll para conocer si sirve cada extensión se busca en el Manual oficial de PHP. Como nota adicional, resaltar que hay algunas extensiones que requieren de librerías extra que no vienen en el paquete completo de PHP, y

para hacerlas funcionar tendremos que buscar dichas librerías. No se recomienda activar todas las librerías a diestra y siniestra porque luego saldrán errores que dicen “no se encuentra tal archivo”; antes de instalar una librería, se debe comprobar que en la carpeta de PHP están los archivos DLL correspondientes.

Ahora, si se va a hacer pruebas con upload de archivos vía HTTP, se debe indicar el directorio donde los archivos se almacenarán temporalmente. Para ello buscamos **upload_tmp_dir** y se le da el valor de una carpeta que exista. Por ejemplo, en el directorio **C:\Servidor\PHP** se crea una carpeta uploads, por lo que quedará algo de la siguiente manera:

```
; Temporary directory for HTTP uploaded fil-es (will use system default if not
; specified).
upload_tmp_dir = "C:/Servidor/PHP/uploads/"
```

Si se quiere cambiar el tamaño máximo de los archivos que pueden subir vía HTTP, se busca **upload_max_filesize** y cambiamos el valor por defecto que trae, 2M (2 MB), por el que queramos. No se recomienda poner un valor alto.

```
; Maximum allowed size for uploaded files.
upload_max_filesize = 2M
```

Para trabajar con sesiones, se debe especificar un directorio donde se guarden los archivos temporales. Al igual que 2 pasos antes, se busca **session.save_path** y le damos el valor de un directorio que exista (o se crea):

```
session.save_path = "C:/Servidor/PHP/sessions/"
```

A continuación se copia el **php.ini** a la carpeta **C:\Windows** o **C:\WinNT** según la versión de Windows.

¡Ahora se le coloca al Apache que tenemos el PHP!

6.1.6 Configuración del archivo httpd.conf de Apache

Se busca el **Dynamic Shared Object (DSO) Support** que es donde se cargan los módulos. Ahí se carga el módulo de PHP para Apache, dando la dirección del archivo php4apache2.dll (PHP4) o php5apache2.dll (PHP5) que lo contiene. Como muestra el ejemplo:

```
# Example:
# LoadModule foo_module modules/mod_foo.so
#
```

Y ahora se agrega justo debajo:

```
LoadModule php4_module C:/Servidor/PHP/sapi/php4apache2.dll
```

De tal manera que para **PHP4** tiene que quedar así:

```
# Example:
# LoadModule foo_module modules/mod_foo.so
#
LoadModule php4_module C:/Servidor/PHP/sapi/php4apache2.dll
```

El directorio predeterminado para guardar las páginas es el htdocs del Apache: **C:\Archivos de programa \ apache Group\Apache\htdocs**

Pero se puede cambiar fácilmente. Se busca **DocumentRoot** y muestra lo siguiente:

```
#
# DocumentRoot: The directory out of which you will serve your
# documents. By default, all requests are taken from this directory, but
# symbolic links and aliases may be used to point to other locations.
#
DocumentRoot "C:/Archivos de programa/Apache Group/Apache/htdocs"
```

Luego se substituye la carpeta htdocs del Apache por la que se desee. Todos los archivos que se van probar con el Apache deben estar localizados en esta carpeta. Por ejemplo se crea una carpeta WEB dentro del directorio del servidor como se muestra a continuación:

```
DocumentRoot "C:/Servidor/WEB/"
```

Por lo que se construye toda la página dentro de ese directorio, que equivale al directorio raíz de nuestro local host.

Ahora se localiza el **DirectoryIndex** y muestra lo siguiente:

```
#
# DirectoryIndex: sets the file that Apache will serve if a directory
# is requested.
#
# The index.html.var file (a type-map) is used to deliver content-
# negotiated documents. The MultiViews Option can be used for the
# same purpose, but it is much slower.
#
DirectoryIndex index.html index.html.var
```

Se modifica la última línea para que si se ingresa en un directorio tipo **http://127.0.0.1/directorio/** auto ejecute el index predeterminado (si existe) y no salga un mensaje de error. Se puede usar más nombres si se requiere. Se ejecutarán por orden: si no encuentra el primero, pasa al segundo; si no está el segundo, pasa al tercero, y así sucesivamente hasta que si no encuentra ninguno entonces da un mensaje de error. En la siguiente línea, si en nuestro directorio tenemos un index.htm y un index.php, por defecto se ejecutará el index.htm ya que está antes.

```
DirectoryIndex index.html index.htm index.php index.php3 index.php4 index.phtml index.html.var
```

Ahora le añadimos debajo estas líneas (en la primera de ellas, si estamos instalando PHP5 también podemos añadir la extensión .php5 además de las que aparecen):

```
AddType application/x-httpd-php .php .php3 .php4 .phtml
AddType application/x-httpd-php-source .phps
```

La primera indica las extensiones que serán interpretadas por el Apache. Por ejemplo se puede añadir la extensión .htm o .html para que el Apache ejecute el código PHP contenido en esas páginas (es decir, el uso de código PHP no está limitado exclusivamente a archivos *.PHP). La segunda sirve para que si se entra en una página **loquesea.phps** entonces se muestra el código PHP a color, muy

útil si se quiere por ejemplo mostrar el código fuente a color en una página. De tal forma que al final todo queda así:

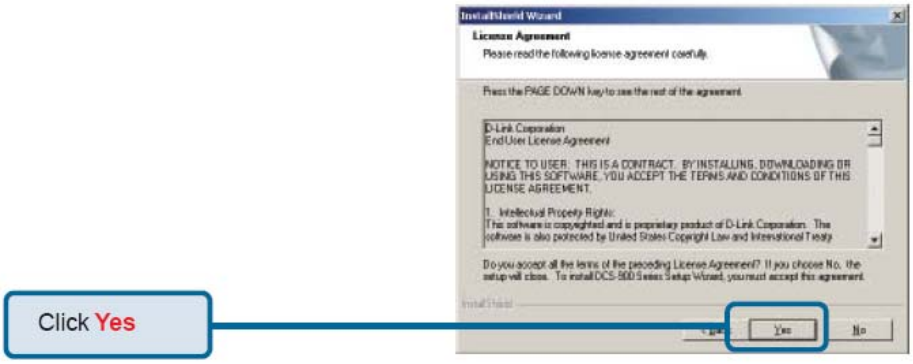
```
#
# DirectoryIndex: sets the file that Apache will serve if a directory
# is requested.
#
# The index.html.var file (a type-map) is used to deliver content-
# negotiated documents. The MultiViews Option can be used for the
# same purpose, but it is much slower.
#
DirectoryIndex index.html index.htm index.php index.php3 index.php4 index.phtml index.html.var
AddType application/x-httpd-php .php .php3 .php4 .phtml
AddType application/x-httpd-php-source .phps
```

Y ya se puede guardar el archivo httpd.conf

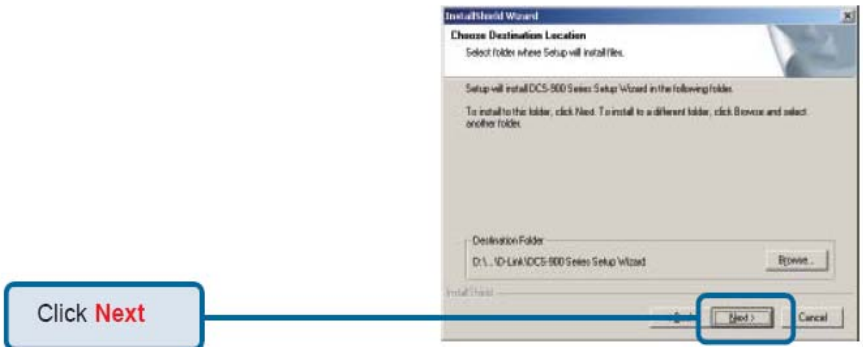
6.1.7 Usar el setup Wizard

Inserte el CD D-Link DCS-900W driver dentro de la unidad de CD-ROM. Cuando la ventana autorun aparezca, se hace click con el Mouse Install Wizard para comenzar la instalación.

La siguiente ventana es sobre argumentos de licencia, se hace click en “Yes” para continuar.



En la siguiente ventana se muestra el destino y localización de la de la carpeta de instalación, si se desea cambiar el destino de esta carpeta se hace click con el Mouse en “Browse...” de lo contrario se da click en “Next”.



Después de instalados los driver mostrara la siguiente ventana confirmando la finalización de la instalación

6.1.8 Ejecución del aplicativo Web para el monitoreo

Se abrirá el Web Browser (Navegador), instalado en nuestro PC (Internet Explorer u otros), y en la barra de dirección se escribe la IP 127.0.0.1 o localhost, y se carga la primera página correspondiente a nuestro aplicativo, el cual nos solicitara un usuario y clave de acceso para el ingreso.

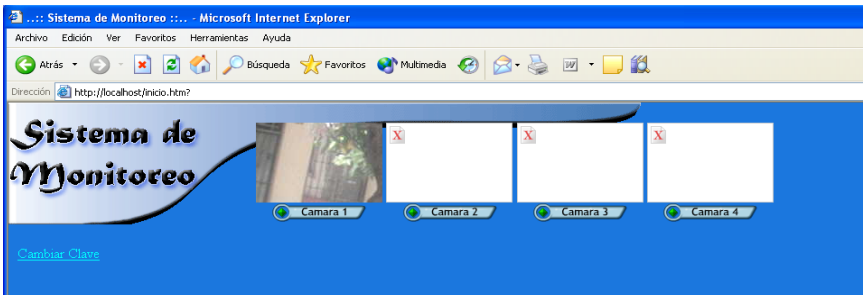
También se ubicaran unas instrucciones para el perfecto funcionamiento del sitio.

Por defecto el nombre de usuario es: **admin.** y la clave es **741**.

Una vez ingresada la información se da click en aceptar, y observamos un mensaje de bienvenida, para posteriormente ingresar a nuestra ventana principal.

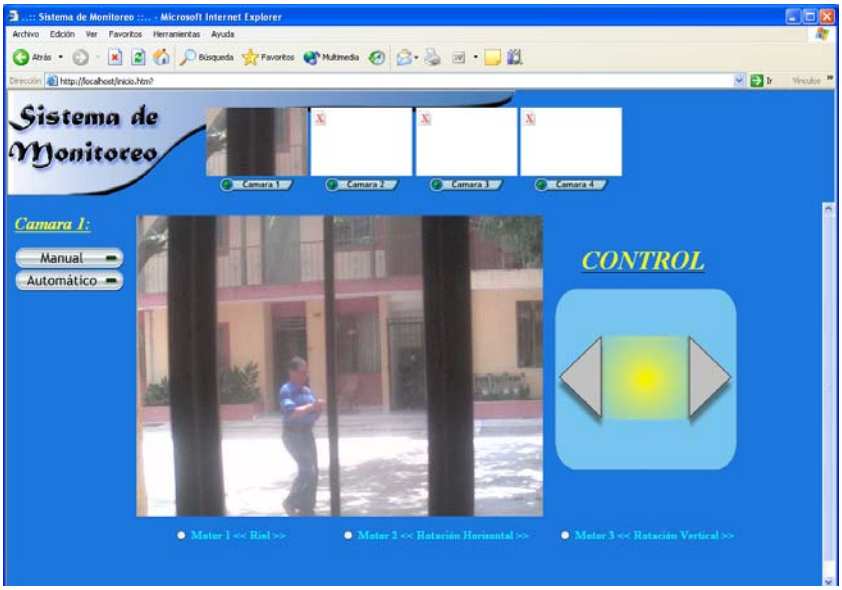
En nuestra ventana principal podrá seleccionar una de las cuatro posibles cámaras para controlar, haciendo click sobre cada uno de sus botones

También se observa una opción para cambiar la contraseña de inicio de sesión.



Una vez elegida una de las cámaras se observa en la parte inferior de la ventana la imagen de la cámara y un control de la misma.

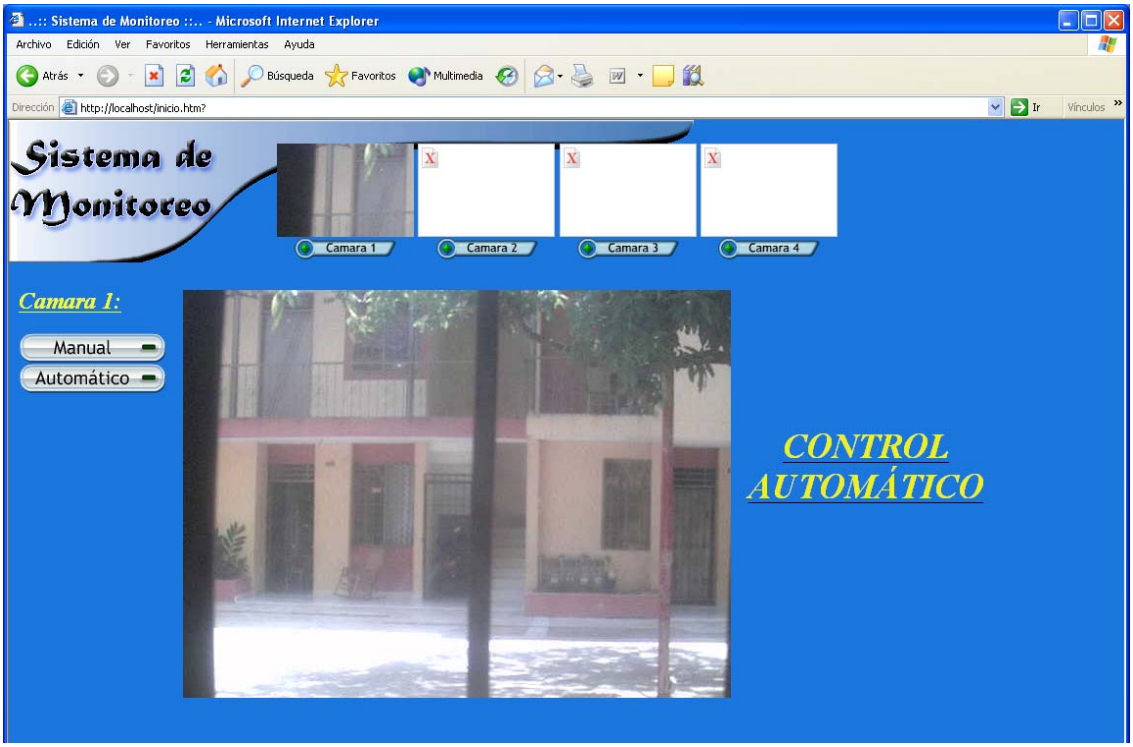
Para poder manipular la cámara se debe seleccionar uno de los motores, los cuales están ubicados en la parte inferior de la ventana, que posteriormente a través de las flechas manipular el sentido del movimiento de la cámara.



En la parte izquierda de la ventana se observa dos botones los cuales acciona el modo de funcionamiento del dispositivo de video, Manual y Automático.

En el modo manual se puede manipular el desplazamiento de la cámara como se ilustra en la imagen anterior.

En el modo automatico el dispositivo entrara en un estado de monitoreo constante hasta que se cambie de modo.


..:: Sistema de Monitoreo ::.. - Microsoft Internet Explorer
Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda
Atrás Búsqueda Favoritos Multimedia
Dirección http://localhost/inicio.htm?
Ir Vínculos
Sistema de Monitoreo
Camara 1
Camara 2
Camara 3
Camara 4
Camara 1:
Manual
Automático
CONTROL AUTOMÁTICO

7 CRITERIO DE SELECION DE LA CAMARA INALAMBRICA

Uno de los parámetros más importantes que se utilizo para seleccionar la cámara fue la implementación de una comunicación inalámbrica, debido a que este es uno de los objetivos para el desarrollo del proyecto, otros de los criterios que se utilizaron son:

- Lugar de trabajo.
- Costo.
- Utilidad.
- Calidad del producto.

A continuación se presenta una tabla comparativa, e imágenes de las cámaras inalámbricas encontradas en el mercado con sus diferentes características y las más opcionales para la selección debido a los criterios mencionados anteriormente.

Figura No.71: Cámaras IP

D-Link DSC900W

MPEG-4 DivX

AXIS 207W

eRize ERZ

Figura No.72: Cuadro Comparativo de Cámaras IP

REFERENCIA	CONEXION	RESOLUCION	LUGAR DE TRABAJO	OTROS	**VALOR**
D-Link DSC900W	- Inalámbrico Ethernet rápido 10/100Mbps (auto detección)	24-bit RGB Resolución 640 x 480	INTERIOR	Relación Señal/ruido: 56dB	**$ 400.000 pesos**
MPEG-4 DivX	WIFI-Cam compatible con IEEE 802.11b.	(640x480:20fps, 320x240:30 fps) que incorpora codificador MJPEG.	INTERIOR	visión nocturna ya que incorpora 6 LEDs de Infrarrojos	**$ 230.84 EUR**
eRize ERZ	Inalámbrica IEEE802.11g 54 Mbps	640*480	INTERIOR	Memoria RAM 16MB SDRAM	**$ 200 EUR**
AXIS 207W	**interfaz de red IEEE802.11g**	**25 ips en resolución VGA**	**INTERIOR**	**Micrófono monodireccional integrado**	**$ 200 EUR**

La cámara que se seleccionó es la DCS-900W fabricada por DLINK, además de los aspectos mencionados anteriormente para la selección también se tomaron en cuenta las características de trabajo como son:

- Utiliza un protocolo de comunicación inalámbrica de 802.11b, esta utiliza velocidades de 5 hasta 11 Mbps, también trabajaba en la frecuencia de 2,4 GHz., siendo este protocolo compatible con los dispositivos de red como es el Router el cual puede asignarle una IP Wireless fácilmente.

- Utiliza una configuración de red compatible con java para página Web, además puede trabajar en un Pentium III de 450Mhz con memoria de 64 mb, tarjeta de video de 8 Mb o superior y Windows 98 segunda edición.

- Esta cámara utiliza un protocolo de red compatible con TCP/IP, HTTP y puede trabajar de manera mixta en un sistema operativo como Windows, y puede trabajar tanto en red de área local o en redes Internet.

- Puede mostrar las imágenes por medio de java o de Active X, dando mas ventaja para la programación de alguna pagina.

7.1 LAS CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS

Usando un navegador de WEB normal, los administradores pueden configurar y pueden manejar las imágenes por Internet. La cámara puede ser configurada directamente de su propia página WEB vía intranet o Internet. A cualquier hora y en cualquier parte acceda.

7.1.1 El Ancho de banda de las aplicaciones

Con el Internet de gran velocidad, la Camera de Internet puede proporcionar la solución para las imágenes videos en vivo por medio de la Intranet o Internet para supervisión remota. La Camera de Internet permite el acceso remoto de un navegador, la imagen en vivo y le permite al administrador manejar y controlar la Camera de Internet cuando quiera, en cualquier parte, del mundo. Muchas de las aplicaciones existen, supervisando industrial y público de casas, las oficinas, bancos, hospitales, centros del niño-cuidado, y parques del entretenimiento.

7.1.2 Conexión por cable de red

Las características de la cámara DCS-900W, utiliza también un conector RJ-45, para configuración de la cámara con una velocidad de 10Base-T Ethernet por cable o de 100Base-T Fast Ehternet, utilizando cable de categoría 5 UTP con pares cruzados. El puerto soporta un protocolo de conexión NWay, el cual la cámara DCS-900W lo detecta y transmite a la velocidad de la red automáticamente.

7.1.3 Conector CD de alimentación

La entrada de alimentación es de 5V DC con una corriente de consumo de 2.5 A.

7.1.4 Botón de reset

El botón de reset al ser activado mostrara el led de encendido intermitentemente y esto quiere decir que los valores por defecto hay sido configurados, y cuando este

también esta por tres segundos oprimidos por defecto asigna una dirección IP de 192.168.0.20.

7.1.5 Antena Inalámbrica 802.11b

La característica de la cámara DCS-900W de su antena inalámbrica para 802.11b, debe utilizar un punto de acceso (Access point) o un router, para una mejor comunicación y rapidez en el envió de imágenes.

7.1.6 Conexión de la cámara

- Cable Ethernet RJ-45
- Conector de alimentación DC
- Botón de Reset
- Antena 802.11b

Figura No.73: Cámara IP DCS-900W

8 PRUEBAS Y RESULTADOS

Una vez instalado el software “Cámara” y ejecutado el programa, se procede a realizar las pruebas correspondientes a la respuesta de cada uno de los elementos así como su funcionamiento en conjunto.
Las primeras pruebas que se realizaron fueron las de la estructura mecánica del movimiento de la cámara, revisando que sus funciones de movimiento estuvieran funcionando adecuadamente.

La segunda prueba que se realizó, fue la comunicación del PC con los circuitos electrónicos para el control de movimiento de los motores paso a paso y el motor de corriente continúa ya en este mecanismo de movimiento montado; el alcance que tiene el dispositivo de comunicación bluetooth entre el receptor y transmisor es de 120 metros aproximadamente.

En esta prueba se presentaron dos inconvenientes, el primero fue que el tornillo de potencia diseñado para el desplazamiento horizontal de la cámara presentaba mucho ruido al momento de encenderlo por su mal diseño en la geometría del diente, debido a esto se volvió a diseñar. El segundo inconveniente fue uno de los circuitos electrónicos para el control de los motores paso a paso, debido a que este consumía más corriente al momento de mover el carro de rotación horizontal y sobrecalentaba el driver que se estaba utilizando, para esto se reemplazó el driver por otro de mayor capacidad aunque no se encontró el deseado.
Seguido de esto se realizaron pruebas del movimiento de la cámara con el programa del microcontrolador con los sensores de movimiento, afortunadamente los errores surgidos eran de la programación del microcontrolador, y una vez solucionado estos problemas, se prosiguió a investigar el funcionamiento de la cámara inalámbrica que llego a un alcance de 100 metros con una imagen adecuada.

Posteriormente se lleva a la verificación de la comunicación del software cámara, software control electrónico del mecanismo y una vez hecho estas pruebas por separado, se ensambla todo el conjunto y se procede a realizar las pruebas de conjunto demostrando su efectividad.

CONCLUSIONES

- Al realizar la implementación del sistema de monitoreo por cámaras inalámbricas, se puede apreciar la aplicación y el desempeño que tiene tanto en grandes y medianas como en pequeñas empresas, ya que todo se reduce a un pequeño circuito para el manejo y alimentación de la cámara y su comunicación con el computador es totalmente inalámbrico.

- En el sistema de monitoreo se puede observar que la calidad de la resolución de la cámara depende de la conexión a Internet que debe ser superior a 256kbps y de las especificaciones del computador igual o mayores a un procesador Pentium 4, además debe contar con un navegador Internet Explorer 6.

- En el control del sistema de monitoreo, se comprobó la eficiencia y estabilidad de conexión que se tiene con la tecnología bluetooth con respecto a la tecnología de infrarrojos, ya que se evita el direccionamiento de emisor y receptor y la interferencia de objetos en la comunicación entre ellos.

- El diseño del software de control y adquisición de imágenes fue desarrollado bajo ambiente Windows que facilita el manejo al operario, además es compatible con Windows 2000 en adelante y puede ser implementado en cualquier computador con las características ya mencionadas.

- Los motores paso a paso y DC utilizados en el sistema, fueron estudiados exhaustivamente ya que estos deberían tener suficiente torque y velocidad para mover el tren de engranajes y su respectiva carga.

- El aluminio, material que es resistente a la corrosión, dúctil y apto para el mecanizado. cuenta con una densidad de aproximadamente un tercio de la del acero o el cobre, fue utilizado en el diseño de la estructura

- Para el movimiento de rotación de la cámara y de su respectivo movimiento vertical y horizontal, se implementaron motores paso a paso, ya que estos cuentan con una precisión de 1.8º por paso que era lo necesario para que la imagen de la cámara no tuviera movimientos bruscos.

- Al momento de hacer la selección de la cámara adecuada para el sistema, se tomaron en cuenta criterios de selección como tamaño, tipo de comunicación, ambiente de trabajo y costos.

- La implementación de sensores, como finales de carrera para indicar el fin del recorrido de los carros que soportan la cámara, como son los movimientos de traslación y rotación, fueron necesarios para evitar forzar los motores al momento de chocar el carro con el limite de su trayectoria.

- Para solucionar el problema del transporte de cableado de alimentación, se implemento una guaya, la cual permitió que la cámara se desplazara libremente a una velocidad de 7,5 cm./s a través de todo el riel, y evitando de este modo que el motor DC que desplaza el carro sobrepase sus características de trabajo.

- Para solucionar el inconveniente del desplazamiento del carro, ya que en primera instancia se empleo un motor paso a paso el cual no tenia la fuerza suficiente para movilizar el peso del carro a una velocidad mínima de 3 cm/s, por lo cual se implemento un motor DC que cumpliera con los requerimientos del sistema.

- Al probar el circuito que controla el motor paso a paso que hace la rotación de la cámara con la implementación del driver, se observó que este se calentaba a una temperatura mayor a 70 grados centígrados excediendo así la temperatura de 40 grados centígrados especificada en su hoja de características, por lo cual se investigó y se concluyo que el motor en el arranque consume una corriente de 800mA y 400mA en funcionamiento normal, y cada driver soporta una corriente máxima de 500mA, por esta razón se tuvo la necesidad de implementar dos driver en paralelo para solucionar el problema..

- El sistema de monitoreo cumplió con todas las expectativas planteadas para el proyecto de grado, por contar con un sistema de cámaras IP y un manejo de los diversos movimientos de esta, mediante comunicación inalámbrica con tecnología Bluetooth , el cual no existe actualmente y hace que este sea un proyecto innovador y de gran utilidad.

BIBLIOGRAFIA

- WILLIAM Bolton, MECATRONICA, sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y electrónica. México D.F. Alfaomega. Grupo editorial, S.A. 2006.

- GROOVER, Mikell. Robótica Industrial tecnología programación y aplicaciones. México D.F. McGraw-Hill, 1990.
-

www.imagrf.com/products/voicedata-products/index.html

ANEXOS DATASHEETS

ANEXOS PLANOS