

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA**

**AUTOMATIZACIÓN DE LA ESTACIÓN SATELITAL DEL
OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE QUITO**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN ELECTRÓNICA Y CONTROL**

MILTON RENÉ CUSHICÓNDOR LOJA

DIRECTOR: Dr. ERICSON LÓPEZ

Quito, octubre 2007

DECLARACIÓN

Yo MILTON RENÉ CUSHICÓNDOR LOJA, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

MILTON RENÉ CUSHICÓNDOR LOJA

CERTIFICACIÓN

Certificó que el presente trabajo fue desarrollado por MILTON RENÉ CUSHICÓNDOR LOJA, bajo mi supervisión.

Dr. ERICSON LÓPEZ
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme en el camino correcto de mi vida. A la Escuela Politécnica Nacional, por ser ejemplo de formación profesional dentro de la sociedad. Al Sr. Miguel Cushicóndor por la asesoría en la parte mecánica, los mecanismos de sujeción y alineación para los motorreductores.

Así como también al Dr. Ericson López por su valioso asesoramiento para el desarrollo de este proyecto.

DEDICATORIA

A mis padres quienes con sus esfuerzos y apoyo supieron colaborar en todo momento, con el único fin de contribuir en mi superación profesional.

A mi hermana en quién encontré un apoyo para superar los momentos difíciles.

CONTENIDO

RESUMEN

PRESENTACIÓN

CAPÍTULO 1

AUTOMATIZACIÓN DE LAS CUBIERTAS DE LA ESTACIÓN SATELITAL

1.1	Introducción	1
1.2	Motorreductores.....	3
1.2.1	Datos de placa de los motorreductores.....	4
1.2.2	Montaje de los motorreductores.....	4
1.3	Diseño de los circuitos de fuerza.....	6
1.3.1	Diagrama implementado para cada circuito derivado.....	6
1.3.2	Dimensionamiento de los alimentadores.....	7
1.3.2.1	Conductor para el alimentador.....	7
1.3.2.2	Conductor para los motorreductores.....	7
1.3.3	Dimensionamiento de contactores.....	8
1.3.4	Dimensionamiento de guardamotors.....	10
1.3.5	Dimensionamiento del disyuntor general.....	12
1.4	Diseño de los circuitos de control.....	13
1.4.1	Final de carrera.....	13
1.4.2	Pulsadores.....	13
1.4.3	Diagrama implementado para cada circuito derivado.....	13
1.5	Montaje e instalación de los dispositivos eléctricos.....	13
1.5.1	Montaje de dispositivos del circuito de fuerza.....	16
1.5.1.1	Montaje del disyuntor general.....	16
1.5.1.2	Montaje de los guardamotors y contactores.....	17
1.5.1.3	Montaje de los pulsadores.....	18
1.5.1.4	Montaje de los finales de carrera.....	18
1.5.2	Instalación eléctrica del circuito de fuerza.....	19
1.5.3	Instalación eléctrica del circuito de control.....	20

CAPÍTULO 2

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL MONITOREO AUTOMÁTICO DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

2.1	Parámetros meteorológicos.....	21
2.1.1	Presión atmosférica.....	21
2.1.2	Temperatura.....	21
2.1.3	Humedad relativa.....	21
2.1.4	Pluviosidad.....	22
2.2	Diagrama de bloques del sistema electrónico.....	22
2.3	Sensores seleccionados para el sistema electrónico.....	25
2.3.1	Sensor de presión atmosférica (MPX4115AP).....	25
2.3.1.1	Circuito de acondicionamiento del sensor de presión atmosférica.....	26
2.3.2	Sensor de humedad relativa (VERNIER).....	28
2.3.3	Sensor de temperatura (LM35).....	29
2.3.3.1	Circuito de acondicionamiento del sensor de temperatura.....	30
2.3.4	Sensor de pluviosidad.....	31
2.3.5	Cobertizo meteorológico.....	33
2.4	Microcontrolador PIC16F877A.....	34
2.5	Reloj de tiempo real (RTC).....	36
2.6	LCD (Display de cristal líquido).....	38
2.7	Memoria eeprom (24C16A).....	40
2.8	Circuito integrado MAX 232.....	41
2.9	Circuitos para el funcionamiento, monitoreo, visualización y comunicación del sistema electrónico.....	42
2.9.1	Fuente de alimentación.....	42
2.9.1.1	Diseño del circuito para cargar la batería.....	43
2.9.2	Teclado básico.....	44
2.9.3	Reloj de tiempo real (DS1307).....	45
2.9.4	Memoria eeprom (24C16A).....	45

2.9.5	LCD (Display de cristal líquido).....	46
2.9.6	Comunicación serial.....	46
2.10	Diagramas de flujo del programa.....	49

CAPÍTULO 3

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA DE LA ESTACIÓN SATELITAL

3.1	Sistema de vigilancia.....	57
3.1.1	Sistemas de vigilancia analógicos.....	57
3.1.2	Sistemas de vigilancia digitales.....	57
3.2	Sistema de vigilancia de la estación satelital.....	59
3.2.1	Instalación del hardware.....	60
3.2.2	Conexión del cable ethernet.....	61
3.2.3	Instalación del software.....	61
3.2.4	Instalación del asistente de instalación.....	63
3.2.5	Configuración de la cámara con el asistente de instalación....	65
3.2.6	Instalación del administrador.....	68
3.2.7	Instalación de la iluminación para la cámara D-LINK DCS-2100.....	73
3.2.7.1	Circuito de iluminación.....	73
3.3	Sistema de seguridad.....	75
3.3.1	Sistema de seguridad de la estación satelital.....	75
3.3.2	Circuitos para el funcionamiento y monitoreo del sistema de seguridad.....	76
3.3.2.1	Sonido.....	76
3.3.2.2	Teclado de control.....	77
3.3.2.3	Contacto magnético.....	78
3.3.2.4	Sirena.....	78

CAPÍTULO 4

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE LA ESTACIÓN SATELITAL

4.1	Pruebas de funcionamiento de la automatización de las cubiertas de la estación satelital.....	80
4.2	Pruebas de funcionamiento del sistema electrónico para el monitoreo automático de los parámetros meteorológicos.....	81
4.3	Pruebas de funcionamiento del sistema de vigilancia y seguridad de la estación satelital.....	87
4.3.1	Sistema de vigilancia de la estación satelital.....	87
4.3.2	Sistema de seguridad de la estación satelital.....	89
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
	ANEXOS.....	95

RESUMEN

Para describir el presente proyecto se lo ha dividido en cuatro capítulos, conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 1

Se inicia haciendo una descripción breve de la Estación Satelital durante las dos últimas décadas anteriores. A continuación se realiza la automatización de las cubiertas de la Estación Satelital. Primeramente el diseño y construcción de la parte mecánica para el montaje de los motorreductores.

Luego se muestran los criterios de diseño que se siguieron para implementar los circuitos de fuerza y control que comandan y protegen a los motorreductores. Se hace mención de las normas que se siguieron para el montaje e instalación de los dispositivos y equipos eléctricos de los circuitos de fuerza y control.

CAPÍTULO 2

Trata del diseño y construcción del sistema electrónico para el monitoreo automático de los parámetros meteorológicos. Se detallan los parámetros meteorológicos que componen el sistema electrónico, así como también la descripción y circuitos de acondicionamiento de los sensores utilizados.

Se incluye todos los dispositivos electrónicos con sus características técnicas y específicas de cada fabricante. Los circuitos para el funcionamiento, monitoreo, visualización y comunicación del sistema electrónico.

CAPÍTULO 3

Aquí se diseña y se construye un sistema de vigilancia y seguridad para la Estación Satelital. Se hace mención de los sistemas de vigilancia analógicos y digitales, además se detallan las ventajas y facilidades que presenta la cámara IP.

La instalación del hardware y software de la cámara IP, además una descripción de los sistemas de seguridad y los circuitos para el funcionamiento y monitoreo del sistema de seguridad de la Estación Satelital.

CAPÍTULO 4

En este capítulo se detallan todas las pruebas que fueron llevadas a cabo para comprobar el correcto funcionamiento de todos los sistemas automáticos de la Estación Satelital.

Finalmente se tiene las conclusiones obtenidas durante los diseños y las pruebas de los sistemas automáticos, y las recomendaciones referentes al mantenimiento y buen uso de los dispositivos electrónicos utilizados.

PRESENTACIÓN

El objetivo fundamental de este proyecto es automatizar el funcionamiento de la Estación Satelital del Observatorio Astronómico de Quito.

Realizando un estudio previo de cómo la Estación Satelital se encontraba, entonces surge la necesidad de que las cubiertas de la Estación Satelital del Observatorio Astronómico de Quito se abran y se cierren automáticamente. Para lo cual se implementa un sistema electromecánico, el mismo que funciona con la utilización de motorreductores, cremalleras, contactores, guardamotors, aparatos de maniobra y las debidas seguridades que este sistema requiere.

En el estudio realizado se vio la necesidad de conocer las condiciones meteorológicas de la Estación Satelital. Con esta premisa se diseña y se construye un sistema electrónico con tecnología local, para el monitoreo automático de los parámetros meteorológicos, con capacidad de almacenar información y revisar los parámetros meteorológicos.

También la necesidad de tener un sistema de seguridad y vigilancia para el telescopio MEADE. Por lo cuál se ha desarrollado un sistema de vigilancia que está monitoreado por medio de una cámara IP, la misma que permite la monitorización y vídeo vigilancia digital de alto rendimiento. Y un sistema de seguridad magnético, constituido por un contacto magnético, teclado de control, sirena exterior y una batería que garantiza el mantenimiento del sistema en caso de fallo en la corriente alterna.

CAPÍTULO 1

1 AUTOMATIZACIÓN DE LAS CUBIERTAS DE LA ESTACIÓN SATELITAL

1.1 INTRODUCCIÓN

En los últimos años, contados a partir de las dos últimas décadas del siglo pasado, el Observatorio Astronómico experimentó un lamentable declinar, que felizmente tuvo un resurgir vertiginoso antes de terminar la misma centuria.

El 17 de abril de 1975, por gestión del Ing. José Orellana, se firmó en Quito el convenio entre la Escuela Politécnica Nacional y la Academia de Ciencias de la aquel entonces Unión Soviética, para la instalación de la estación ecuatoriana-soviética, destinada a observaciones ópticas de los objetivos cósmicos, que entre otras aplicaciones incluía el control de satélites artificiales.

Para llevar adelante el convenio se hicieron presentes en el Ecuador varios astrónomos. Entre los primeros que llegó al Ecuador estuvo el Dr. Yurevich, el mismo que los últimos años fue nombrado como director del Observatorio. Durante la vigencia del convenio, en 1977 el primer envió de instrumentos que contenía una cámara astronómica-fotográfica AFU-75, para fotografiar posiciones estelares y planetarias. La cámara fue instalada en la terraza del edificio de administración de la Escuela Politécnica Nacional.

Entre los años 1977-1979 se realizaron observaciones sistemáticas de los satélites artificiales. De 1979 a 1984 se realizaron observaciones de satélites geoestacionarios sobre la línea ecuatorial. En 1985 se realizaron observaciones de los cometas Jacobini-Tziner y Halley, con la ayuda de la cámara AFU, instalada en la estación de observación satelital de la Escuela Politécnica Nacional.

Desde el año de 1985, la estación de observación satelital de la Escuela Politécnica Nacional, ya no era utilizada para realizar observaciones, quedando como un sitio abandonado.

Gracias a las gestiones realizadas por el actual director del Observatorio Astronómico de Quito, el Dr. Ericson López se pudo remodelar la estación que hoy se conoce como la Estación Satelital del Observatorio Astronómico de Quito.



Figura 1.1 Cubiertas antes de la automatización.

Entonces de lo dicho anteriormente y observando la figura 1.1 de cómo estaban las cubiertas entonces surge la necesidad de que estas se muevan por lo que se realizó la implementación del sistema electromecánico.

1.2 MOTORREDUCTORES

Los motorreductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente.

Al emplear motorreductores se obtiene una serie de beneficios. Algunos de estos beneficios son:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje
- Menor tiempo requerido para su instalación

Los motorreductores se suministran normalmente acoplado a la unidad reductora un motor eléctrico, totalmente cerrado y refrigerado por ventilador para conectar a redes trifásicas de 220/440 voltios y 60 Hz.

Para seleccionar adecuadamente los motorreductores debe tenerse en cuenta las siguientes características:

Características de operación:

- Potencia (HP tanto de entrada como de salida)
- Velocidad (RPM de entrada como de salida)
- Torque (par) máximo a la salida en kg-m.
- Relación de reducción

Características del trabajo a realizar:

- Tipo de carga uniforme, con choque, continua, discontinua etc.
- Duración de servicio horas/día
- Arranques de hora, inversión de marcha

Condiciones del ambiente:

- Humedad
- Temperatura

Ejecución del equipo:

- Ejes a 180°, ó, 90°.
- Eje de salida horizontal, vertical, etc.

Tomando en cuenta todas las características citadas anteriormente, se seleccionó los motorreductores los mismos que son apropiados para la automatización de las cubiertas en una forma segura y eficiente.

1.2.1 DATOS DE PLACA DE LOS MOTORREDUCTORES

Motorreductor	Potencia nominal (HP)	Voltaje nominal (V)	Corriente nominal (A)	Velocidad nominal (RPM)
Motorreductor 1 (Azúl)	0,6	220	2,2*	90
Motorreductor 2 (Negro)	1	220	4,2*	75
Motorreductor 3 (Tomate)	1	220	4,4	68

Tabla 1.1 Características de placa de los motorreductores

* Valor de corriente asignado por la tabla 430-150 (Ver anexo 1)

1.2.2 MONTAJE DE LOS MOTORREDUCTORES

Para el montaje de los motorreductores, se partió primeramente realizando la parte mecánica. La parte mecánica está constituida por cremalleras que son barras metálicas con dientes en uno de sus cantos las mismas que están sujetas y soldadas con platinas.

También se realizó las bases con ángulos metálicos que están soldados en la parte inferior de las cubiertas, las mismas que sirven para sujetar a cada uno de los motorreductores.

En cada eje de los motorreductores se construyó los piñones para engranar con los dientes de los cantos de las cremalleras.

El montaje de los motorreductores se puede apreciar en las figuras 1.2 y 1.3.



Figura 1.2 Cubierte implementado el sistema electromecánico.



Figura 1.3 Cubierte implementado el sistema electromecánico.

1.3 DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DE FUERZA

El diseño de los circuitos de fuerza comprende el dimensionamiento de los alimentadores de los circuitos derivados así como también de los aparatos de maniobra y protección que fueron instalados en el sistema electromecánico.

1.3.1 DIAGRAMA IMPLEMENTADO PARA CADA CIRCUITO DERIVADO

El diagrama implementado para cada uno de los circuitos derivados, para los tres motorreductores descritos anteriormente, se muestra en la figura 1.4 .

En esta configuración se tiene un guardamotor, para la protección del motorreductor y los contactores de mando.

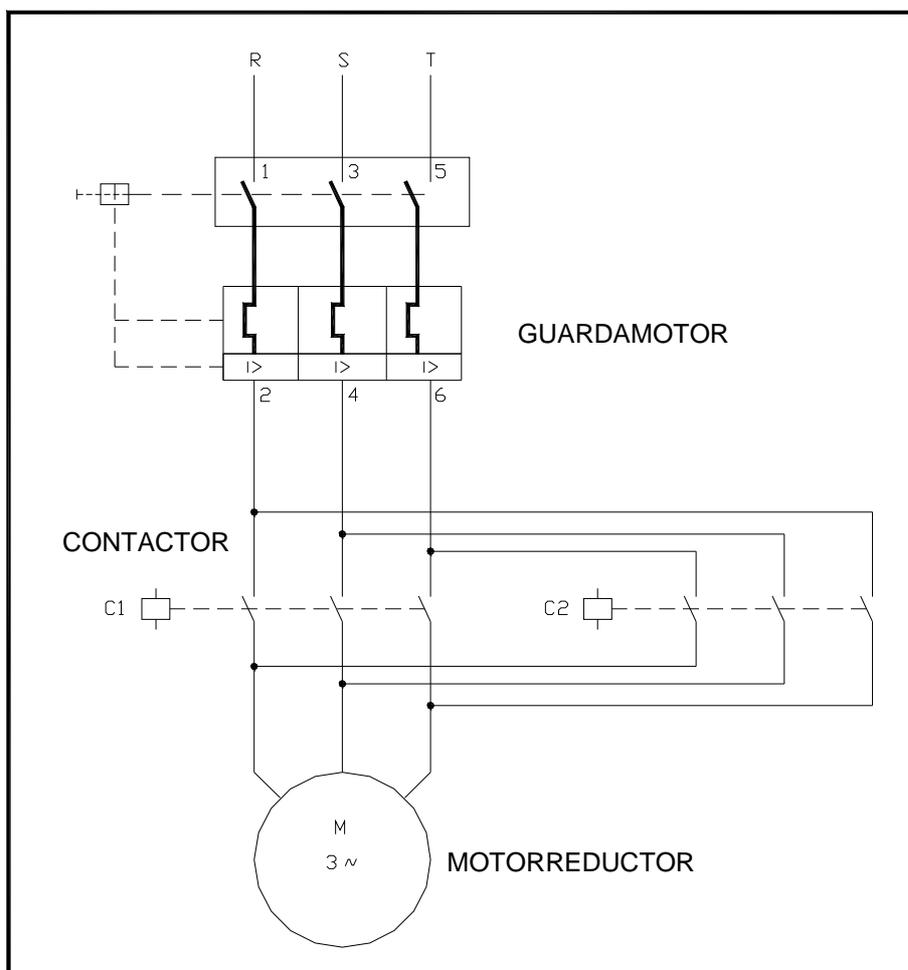


Figura 1.4 Circuito de fuerza

1.3.2 DIMENSIONAMIENTO DE LOS ALIMENTADORES

1.3.2.1 Conductor para el alimentador

El conductor para el alimentador se dimensiona aumentando el 125% a la corriente nominal del motorreductor más grande y luego agregando los valores de corriente de los otros motorreductores y demás dispositivos (tabla 430-150, ver anexo 1).

$$I = Factor \times I_{pc}(M.G) + \sum I_{pc}(M.R) + I(C.C)$$

En donde:

$I_{pc}(M.G)$ = Corriente a plena carga del motorreductor más grande

$I_{pc}(M.R)$ = Corriente a plena carga de motorreductores restantes

$I(C.C)$ = Corriente aproximada de los circuitos de control

$$I = 1.25 \times 4.4 + 2.2 + 4.2 + 10 = 21.9(A)$$

Con este valor de corriente y en base a la tabla el calibre del conductor corresponde:

Cable: # 10 AWG sólido de cobre tipo: THHN Y TFN-600V-90 °C.

1.3.2.2 Conductor para los motorreductores

La norma NEC en la sección 430-22, establece que el conductor que alimenta a un solo motor de corriente alterna, debe tener una capacidad no menor del 125% de la corriente nominal del motor.

Ejemplo:

Para la elección del conductor del motorreductor 1 se tiene:

$$I = 1.25 \times \frac{I_{pc}}{Factor}$$

$$I = 1.25 \times \frac{2.2}{0.80} = 3.4(A)$$

Se considera un factor de 0.80 que corresponde al cableado de 4 a 6 conductores portadores de corriente por ducto.

Motorreductor	I_{pc} (A)	Factor	$I = 1.25 \times \frac{I_{pc}}{Factor}$
Motorreductor 1 (Azúl)	2.2	0.80	3.4
Motorreductor 2 (Negro)	4.2	0.80	6.6
Motorreductor 3 (Tomate)	4.4	0.80	6.9

Tabla 1.2 Dimensionamiento de los conductores.

Para el cableado de los circuitos de fuerza los fabricantes recomiendan utilizar el conductor flexible # 14 AWG que tiene una capacidad de conducción de 26 Amp.

1.3.3 DIMENSIONAMIENTO DE CONTACTORES

Para el dimensionamiento del contactor se debe considerar:

- Tipo de accionamiento
- Voltaje nominal
- Intensidad nominal del motorreductor
- Categoría de utilización establecido por la norma IEC(Comisión Electrotécnica Internacional)
- Frecuencia
- Voltaje de aislamiento U_i
- Clase de servicio
- Voltaje de la bobina y números de contactos auxiliares

Para criterio de seguridad se considera un sobre dimensionamiento de 125% de la potencia nominal del motorreductor.

Ejemplo:

Para la elección del contactor del motorreductor 1 se tiene:

$$P_{\text{contactor}} = 1.25 \times P_n \text{ Motorreductor}$$

$$P_{\text{contactor}} = 1.25 \times 0.6 = 0.75 \text{ (HP)}$$

De acuerdo a este criterio se tienen los siguientes resultados:

Motorreductor	Potencia nominal (HP)	Voltaje nominal (V)	Corriente nominal (A)	Categoría de servicio	Potencia contactor (HP)
Motorreductor 1 (Azúl)	0,6	220	2,2	AC3	0,75
Motorreductor 2 (Negro)	1	220	4,2	AC3	1,25
Motorreductor 3 (Tomate)	1	220	4,4	AC3	1,25

Tabla 1.3 Dimensionamiento de los contactores

Los contactores utilizados tienen las siguientes características:

- Tipo de accionamiento: Electromagnético
- Voltaje nominal: 220V
- Intensidad nominal del motorreductor: De acuerdo a cada motorreductor
- Categoría de utilización: Establecido por la norma IEC 947-4: AC3
- Frecuencia: 60Hz
- Voltaje de aislamiento U_i : 600V
- Clase de servicio: Intermitente
- Voltaje de la bobina: 110V

- Contactos auxiliares: 1NA Y 1NC

1.3.4 DIMENSIONAMIENTO DE GUARDAMOTORES

El guardamotor es un dispositivo que permite reunir todas las necesidades de un arranque directo en un solo aparato.

El mismo es básicamente un interruptor automático cuya característica de disparo es exactamente igual a la del relé térmico. Puede incluir el disparo por falta de fase, la compensación de temperatura ambiente y un disparo magnético ajustado para proteger adecuadamente al térmico.

Por eso el guardamotor, dentro de ciertos límites, reemplaza al conjunto [contactor + térmico + fusibles].

Para el diseño de las protecciones contra sobrecargas se debe considerar:

- La corriente nominal, de arranque y de funcionamiento en régimen estacionario del motorreductor.
- Las curvas características de intensidad – tiempo.
- Los valores de tablas de la casa distribuidora.
- Tamaño del contactor.

La norma IEC 947-4-1-1 responde a esta necesidad definiendo tres tipos de disparo:

- Relés de clase 10

Para motores pequeños, de potencia fraccionaria con aceleración casi instantánea cuyo tiempo de disparo es extremadamente corto.

- Relés de clase 20

Para la mayoría de los motores de uso general clasificados por NEMA.

- Relés de clase 30

Para motores con tiempos de aceleración de más de 10 segundos con altas cargas de inercia. Para arranques con un máximo de 30 segundos de duración.

Clase de disparo	Tiempo de disparo t_p (s)
10 A	$2 < t_p \leq 10$
10	$4 < t_p \leq 10$
20	$6 < t_p \leq 20$
30	$9 < t_p \leq 30$

Tabla 1.4 Clases de disparo de los relés térmicos

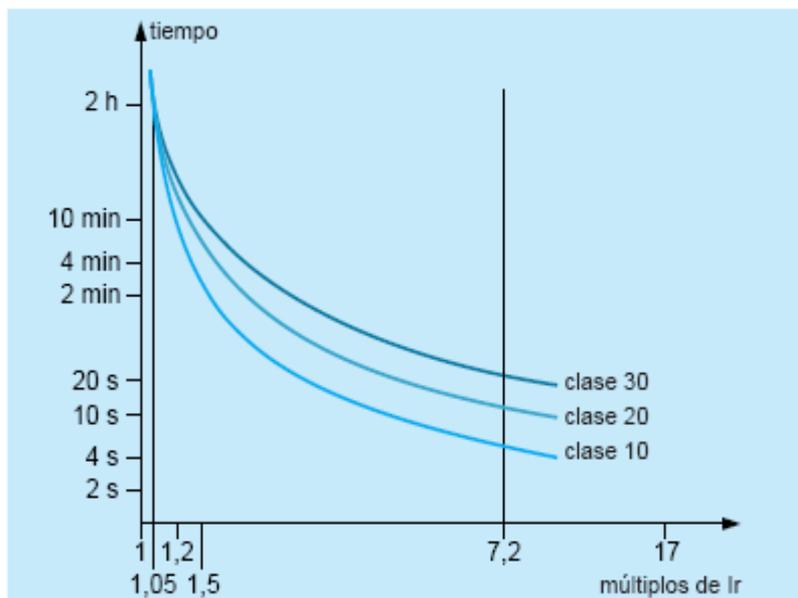


Figura 1.5 Curva característica intensidad-tiempo

Partiendo de que la característica de disparo es exactamente igual a la del relé térmico tenemos que la clase de disparo del guardamotor es de 20, que corresponde para la mayoría de motores de uso general.

Ejemplo:

Para la elección del guardamotor del motorreductor 1 se tiene:

Analizando la curva característica de la figura 1.5 y tomando en cuenta que la corriente de arranque aproximada de los motorreductores está en un rango de 4 a 6 I_n , tenemos que:

El tiempo de disparo de corriente es de 8 a 18 segundos (aproximadamente).

Los fabricantes recomiendan un ajuste de $\pm 25\%$ de corriente nominal del motorreductor.

A.C= Ajuste de corriente

$$A.C = I_n \pm 0.25I_n$$

$$A.C = 2.2 \pm 0.25 * 2.2 = 2.2 \pm 0.55$$

Motorreductor	I_n (A)	A.C (A)	Clase de disparo
Motorreductor 1 (Azúl)	2.2	1.65-2.75	20
Motorreductor 2 (Negro)	4.2	3.15-5.25	20
Motorreductor 3 (Tomate)	4.4	3.3-5.5	20

Tabla 1.5 Dimensionamiento de guardamotores

1.3.5 DIMENSIONAMIENTO DEL DISYUNTOR GENERAL

Este aparato de maniobra protege todo el sistema. La norma NEC en la sección 430-57, establece que los disyuntores para protección de derivaciones de motores, tendrán una intensidad de régimen de carga continuo no inferior al 115 % de la intensidad a plena carga.

$$I = Factor \times I_{pc}(M.G) + \sum I_{pc}(M.R) + I(C.C)$$

En donde:

M.G=Motorreductor más grande

M.R=Motorreductores restantes

C.C=Circuitos de control

$$I = 1.15 \times 4.4 + 2.2 + 4.2 + 10 = 21.4(A)$$

1.4 DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DE CONTROL

1.4.1 FINAL DE CARRERA

Son interruptores que detectan la posición de un elemento móvil, mediante un accionamiento mecánico. Los finales de carrera actúan cuando los motorreductores llegan a una determinada posición.

1.4.2 PULSADORES

Los pulsadores son los elementos de mando más utilizados en la operación de contactores y fundamentalmente, en el mando de motores eléctricos.

1.4.3 DIAGRAMA IMPLEMENTADO PARA CADA CIRCUITO DERIVADO

El diagrama implementado para cada uno de los circuitos derivados, para los tres motorreductores, se muestra en la figura 1.6.

En esta configuración se tiene un pulsador de paro y dos de marcha, para el mando del motorreductor y los finales de carrera para detectar la posición del motorreductor.

Para el cableado de los circuitos de control los fabricantes recomiendan utilizar el conductor flexible # 16 AWG que tiene una capacidad de conducción de 10 Amp.

1.5 MONTAJE E INSTALACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS

Se presentan todos los dispositivos y equipos eléctricos utilizados en el tablero de control así como también su instalación.

En las tablas siguientes se describen todos los dispositivos y equipos eléctricos utilizados en el tablero de control.

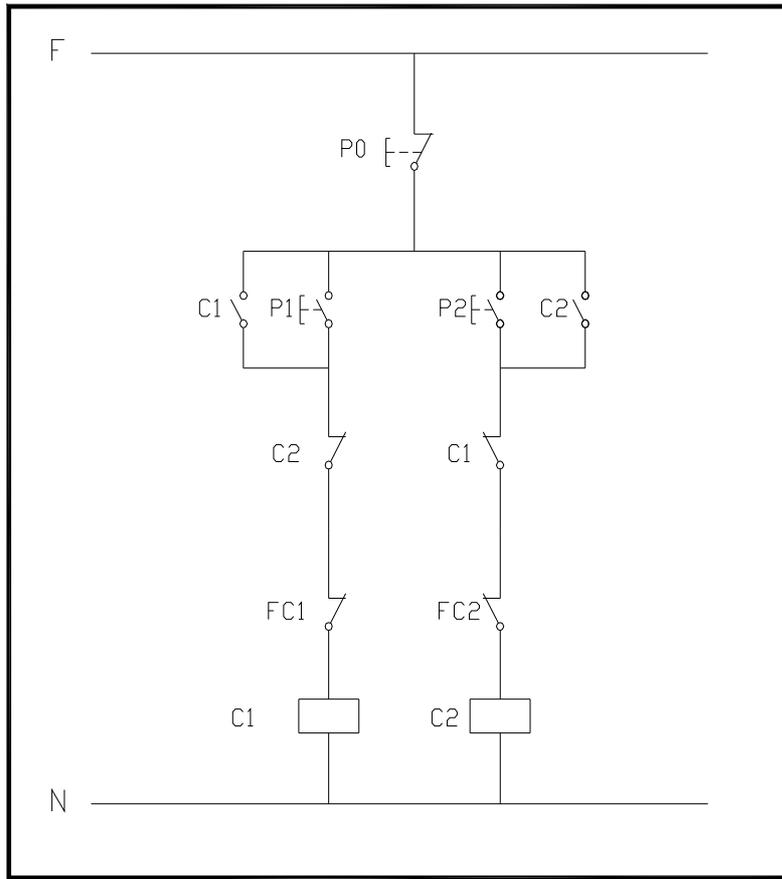


Figura 1.6 Circuito de control

Dispositivos y equipos eléctricos del circuito de fuerza implementado:

Item	Características generales	Marca	Cantidad
Contactor (con bobina 110 VAC y contactos auxiliares: 1NA Y 1NC)			
1	220 VAC, 3 HP, AC3	Telemecanique	6
Guardamotor			
2	220 VAC, 4.0-6.3A	Squared	2
3	220 VAC, 2.5-4.0A	Squared	1

Disyuntor general			
4	220 VAC, 30A	Squared	1
Caja metálica			
5	Dimensión:40 cm ancho / 40 cm largo	Beaucoup	1
Riel din			
6	Dimensión: 3.5 cm ancho / 80 cm largo	-----	1
Amarras plásticas			
7	Dimensión: 10cm	-----	100
Libretín			
8	Libretín marcad	Dexson	1
Manguera para compresor			
9	Dimensión: 3/8"	-----	45 mts
Cable			
10	Flexible # 14 AWG-amarillo	Phelps dodge	45 mts
Cable			
11	Sólido #10 AWG-negro	Phelps dodge	30 mts
Canaleta			
12	Dimensión: 2,5 cm ancho / 80 cm largo	-----	2

Tabla 1.6 Dispositivos y equipos eléctricos del circuito de fuerza

Dispositivos y equipos eléctricos del circuito de control implementado:

Item	Características generales	Marca	Cantidad
Pulsador			
1	220 VAC de 1 contacto-color rojo	Sasin	3
2	220 VAC de 1 contacto-color verde	Cams	6
Terminal riel hembra			
3	Terminal 18-22	-----	12
Final de carrera			
4	110 VAC	Luye	6
Cable			
5	Flexible # 16AWG-negro	Phelps dodge	45 mts
Grapas plásticas			
6	Grapas plásticas 4x7	-----	100
Clavos de acero			
7	Clavos de acero de 3/4" negro	-----	100

Tabla 1.7 Dispositivos y equipos eléctricos del circuito de control

1.5.1 MONTAJE DE DISPOSITIVOS DEL CIRCUITO DE FUERZA

Se montó primeramente el tablero de control, tomando en cuenta que el tablero de control es el encargado de organizar y proteger a los elementos de mando, maniobra y control.

1.5.1.1 Montaje del disyuntor general

La función principal del disyuntor general es la de proteger todo el sistema, su montaje se realizó en una parte cerca del tablero de control como se observa en la figura 1.7.



Figura 1.7 Montaje del disyuntor general

1.5.1.2 Montaje de los guardamotores y contactores

El montaje de los contactores y guardamotores se realizó sobre la riel din que esta fija dentro del tablero de control como se muestra en la figura 1.8.

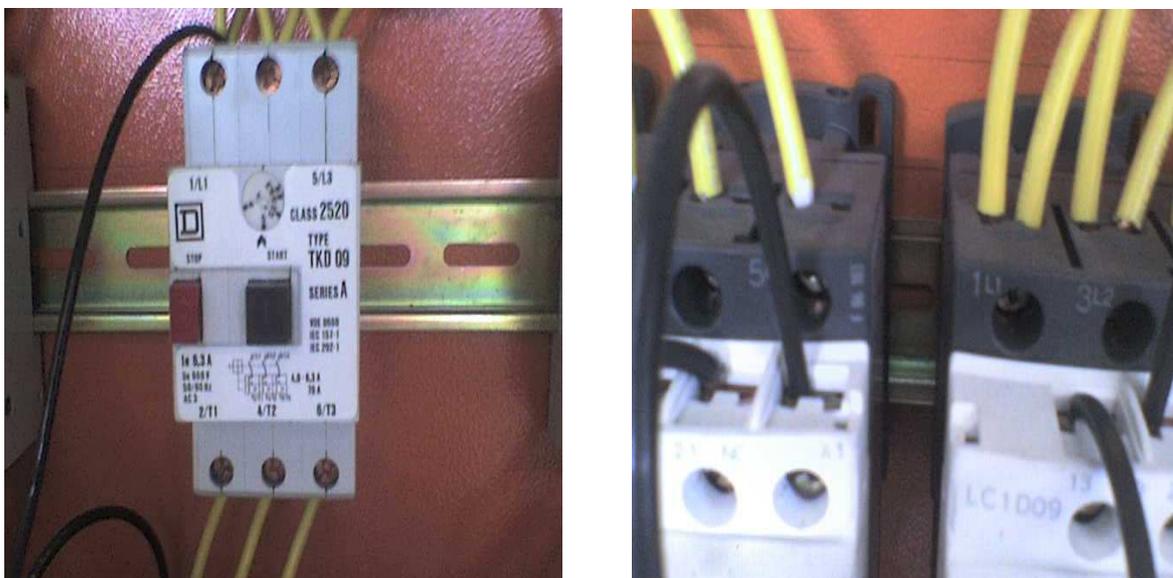


Figura 1.8 Montaje de guardamotores y contactores

1.5.1.3 Montaje de los pulsadores

Este dispositivo eléctrico su montaje se lo realizó en la puerta del tablero de control como se muestra en la figura 1.9.



Figura 1.9 Montaje de pulsadores

1.5.1.4 Montaje de los finales de carrera

Los finales de carrera se montaron tomando en cuenta que actúan cuando los motorreductores llegan a una determinada posición. Se lo realizó en unas platinas sujetadas por medio de unos pernos como se muestra en la figura 1.10.



Figura 1.10 Montaje de finales de carrera

1.5.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CIRCUITO DE FUERZA

La instalación eléctrica de los circuitos de fuerza es la más importante, los cables fueron instalados cuidadosamente. Los cables fueron sujetos mediante grapas metálicas como se muestra en la figura 1.11.



Figura 1.11 Instalación de los cables del circuito de fuerza

El sistema de fuerza fue instalado por medio de canaletas como se muestra en la figura 1.12.

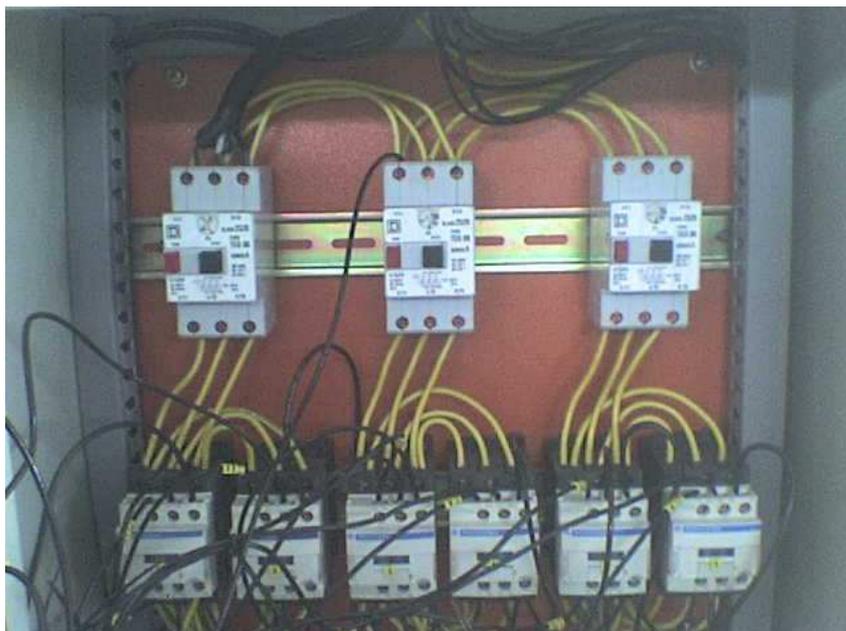


Figura 1.12 Cableado de los contactores y guardamotores

1.5.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DEL CIRCUITO DE CONTROL

En el sistema de control se instaló los cables en los pulsadores, estos cables fueron identificados por medio de números para cada pulsador ya sea este de paro o de marcha como se muestra en la figura 1.13.



Figura 1.13 Cableado de pulsadores

El cableado de los finales de carrera se realizó con grapas plásticas. En un extremo del cable se sujeto un terminal adaptable para los contactos del final de carrera como se muestra en la figura 1.14.



Figura 1.14 Instalación de los finales de carrera

CAPÍTULO 2

2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL MONITOREO AUTOMÁTICO DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

En este capítulo se desarrolla el diseño y construcción de un sistema electrónico para el monitoreo automático de los parámetros meteorológicos. Se empieza describiendo cada uno de los parámetros meteorológicos que componen el sistema electrónico.

2.1 PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

2.1.1 PRESIÓN ATMOSFÉRICA

El aire que nos rodea, aunque no lo notemos, pesa y, por tanto, ejerce una fuerza sobre todos los cuerpos debida a la acción de la gravedad. Esta fuerza por unidad de superficie es la denominada presión atmosférica.

Existen muy diversas unidades de medida de la presión atmosférica. Las más comunes son: atmósferas, mm de mercurio, pascales, hectopascales y milibares. La conversión entre unas y otras puede realizarse teniendo en cuenta que:

$$1\text{atmósfera} = 760\text{mmHg} = 101300\text{N} / \text{m}^2(\text{oPa}) = 1013\text{mb}(\text{ohPa}).$$

2.1.2 TEMPERATURA

Es una magnitud relacionada con la rapidez del movimiento de las partículas que constituyen la materia. Cuanta mayor agitación presenten éstas, mayor será la temperatura. Se mide en grados Celsius, Kelvin y Fahrenheit.

2.1.3 HUMEDAD RELATIVA

Tipo de humedad que se basa en el cociente entre la presión actual del vapor del aire y la presión del vapor cuando el aire esta saturado. Usualmente se expresa en porcentajes, en otras palabras es la proporción entre la cantidad de vapor de agua que contiene la atmósfera y el máximo que necesitará para la saturación.

2.1.4 PLUVIOSIDAD

En las nubes hay pequeñas gotas de agua que normalmente miden entre 8 y 15 mm de diámetro, dependiendo del tipo de nube. Cuando estas gotas crecen y superan los 0.1 mm caen en forma de precipitación. Así pues, la lluvia es la caída o precipitación de gotas de agua que provienen de la condensación del vapor de agua en la atmósfera. Las gotas de lluvia caen en virtud de su peso, y lo hacen a una velocidad que varía entre 4 y 8 m/seg, según sea el tamaño de las mismas y la influencia del viento. Su tamaño oscila entre 0.7 y 5 mm de diámetro.

2.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

El sistema electrónico diseñado permite, además de detectar valores como la temperatura, presión atmosférica, tiempo, humedad relativa y pluviosidad, la memorización de tales valores. El sistema responderá al diagrama de bloques presentado en la figura 2.1.

Las funciones que desempeñan cada bloque del sistema electrónico se citan a continuación:

Sensor de temperatura ambiente.- Para el caso de la medición de la temperatura se aplicará un sensor que permita medir las variaciones de temperatura en el ambiente, que cumpla con la precisión que se requiere.

Sensor de presión atmosférica.- Para medir la presión atmosférica se requiere utilizar un sensor que cumpla con la sensibilidad y precisión que se requiere.

Sensor de humedad relativa.- Se empleará un sensor que permita cuantificar la humedad relativa del ambiente cumpliendo con la sensibilidad y precisión que se requiere.

Sensor de pluviosidad.- Para cuantificar la precipitación se empleará un sensor que tenga una relación adecuada con la superficie de captación, que al igual que los otros sensores permita cumplir con la sensibilidad y precisión que se requiere.

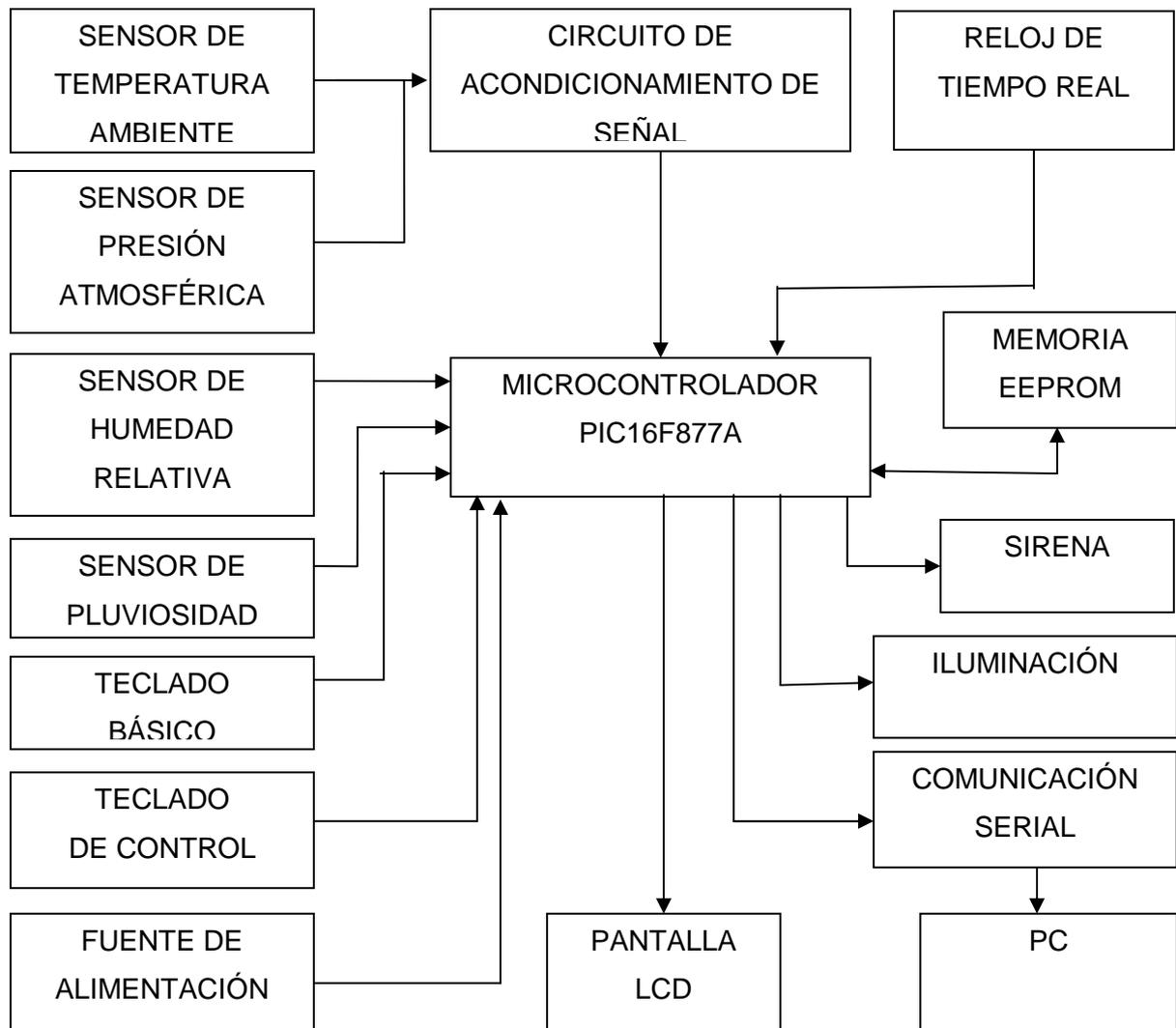


Figura 2.1 Diagrama de bloques del sistema electrónico

Teclado básico.- Para el monitoreo automático de los parámetros meteorológicos se utilizará pulsadores de mando.

Teclado de control.- Este teclado se requiere para que nos permita tener dos claves, una para la activación y la otra para la desactivación del sistema de seguridad.

Fuente de alimentación.- Este bloque es el más importante del sistema electrónico porque tiene que alimentar y regular la polarización de todos los circuitos que tiene el sistema, además debe permitir cargar la batería.

Circuitos de acondicionamiento de señal.- En esta etapa se encuentran los circuitos que permiten funcionar a los sensores en un rango de medición especificada.

Reloj de tiempo real.- Se requiere un reloj en tiempo real, el mismo que debe estar funcionando al mismo instante que se este monitoreando los parámetros meteorológicos.

Microcontrolador.- Se empleará un microcontrolador que con sus características técnicas y periféricos permita de una manera confiable y eficiente el desarrollo del hardware y software del sistema.

Pantalla LCD.- Para la visualización de los parámetros meteorológicos es necesario un LCD (display de cristal líquido), con iluminación tomando en cuenta que las mediciones de los parámetros se realizan también en las noches.

Memoria eeprom.- Para almacenar las mediciones realizadas de los parámetros meteorológicos en una cierta fecha se requiere de una memoria.

Sirena.- En el sistema de seguridad se requiere de una sirena, la misma que sea eficiente y confiable.

Iluminación.- Para el sistema de vigilancia, la misma que está constituida por una cámara IP se empleará un sistema de iluminación.

Comunicación serial.- Los datos almacenados por la memoria deben ser descargados, por lo que se empleará de una comunicación serial, la misma que es un medio sencillo y confiable de comunicación.

PC.- Se empleará una computadora para la descarga de los datos almacenados en la memoria eeprom por medio del puerto serial.

2.3 SENSORES SELECCIONADOS PARA EL SISTEMA ELECTRÓNICO

En el mercado existe una gran variedad de sensores, los mismos que presentan diferentes propiedades de materiales o características de respuesta a la variación de los parámetros físicos relacionados con estos parámetros meteorológicos. De todos estos sensores que existen en el mercado, se realizó una selección basada en la, confiabilidad, precisión y respuesta del elemento dentro del rango establecido para la meteorología.

A continuación se describe cada uno de los sensores seleccionados con sus características específicas, características eléctricas y sus respectivos circuitos de acondicionamiento.

2.3.1 SENSOR DE PRESIÓN ATMOSFÉRICA (MPX4115AP)

Para la medición de la presión atmosférica se utilizó el circuito integrado MPX4115AP de la compañía Motorola, como se observa en la figura 2.2.



Figura 2.2 Sensor de presión atmosférica MPX4115AP

Este sensor requiere una alimentación de 5 VDC, está compensado para variaciones debidas a la temperatura y entrega una señal de salida comprendida

entre 0.2 y 4.8 voltios, tensión que es directamente proporcional al rango comprendido entre 15 y 115 kPa, como se muestra en la figura 2.3.

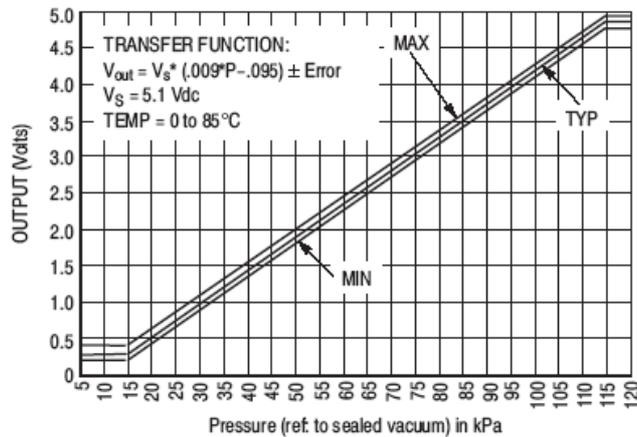


Figura 2.3 Voltaje de salida respecto a la presión absoluta

La Función de transferencia es $V_{out} = V_s * (0.009 * P - 0.095)$, siendo $V_s = 5.1 \text{ VDC}$.

Características principales:

- 1.5% de error máximo sobre 0 y 85°C
- Idealmente diseñado para su uso con microcontroladores
- Gran durabilidad
- Rango de presión: 15 a 115 KPa
- Salida: 0.2 a 4.8 voltios

2.3.1.1 CIRCUITO DE ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Con los datos proporcionados de la presión atmosférica máxima de 733.59 hPa y presión atmosférica mínima de 727.95 hPa registrados en el año 2006 por el Observatorio Astronómico de Quito, se diseñó el circuito de acondicionamiento.

Para tener una mejor medición con el sensor de presión atmosférica se tomó un rango de medición que está entre: 650 hPa a 1100 hPa, valores en la que la presión atmosférica se encuentra en nuestro país.

Entonces a 650 hPa se tiene:

$$V_{out} = V_s * (0.009 * P - 0.095)$$

$$V_{out} = 5.1 * (0.009 * 65 \text{ KPa} - 0.095)$$

$$V_{out} = 2.98 - 0.4845 = 2.5(V)$$

Y a 1100 hPa se tiene:

$$V_{out} = V_s * (0.009 * P - 0.095)$$

$$V_{out} = 5.1 * (0.009 * 110KPa - 0.095)$$

$$V_{out} = 5.049 - 0.4845 = 4.56(V)$$

Con los valores calculados anteriormente, se debe lograr que cuando el sensor marque 2.5 (V) en la salida del circuito de acondicionamiento se tenga 0 (V) y cuando el sensor marque 4.56 (V) a la salida de circuito de acondicionamiento se tenga 5 (V).

Con un amplificador operacional configurado como restador como se muestra en la figura 2.4, se logra cumplir con lo expuesto anteriormente.

Con el potenciómetro POT2, se resta los 2.5 (V) a la salida del sensor de presión atmosférica, con esto el límite inferior de presión atmosférica dará una salida de 0 (V) luego del amplificador operacional sin tomar en cuenta la ganancia.

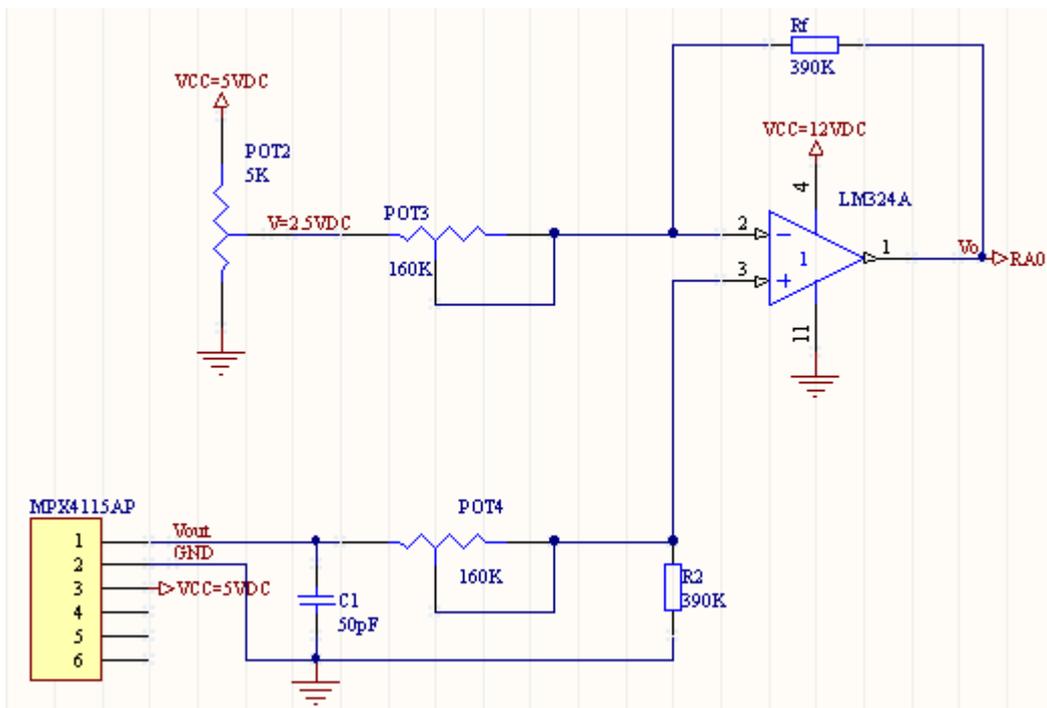


Figura 2.4 Circuito de acondicionamiento del sensor de presión MPX4115AP

Entonces:

$$P = 650hPa \Rightarrow V_{out} = 2.5(V)$$

$$V_0 = A * (V_{out} - 2.5)$$

$$V_0 = A * (2.5 - 2.5) = 0(V)$$

La ganancia se calcula con el límite superior de presión atmosférica, es decir cuando la presión sea de 1100 hPa a la salida del amplificador tengamos 5 (V).

Entonces:

$$P = 1100hPa \Rightarrow V_{out} = 4.56(V)$$

$$V_0 = A * (V_{out} - 2.5)$$

$$V_0 = A * (4.56 - 2.5)$$

$$A = \frac{V_0}{(4.56 - 2.5)} = \frac{5}{(4.56 - 2.5)} = 2.43$$

Para cumplir con la ganancia se utilizó una $R_f=390K$ y un potenciómetro POT3, fijado en un valor de 160k.

$$A = \frac{R_f}{POT3} = \frac{390K}{160K} = 2.43$$

El circuito de acondicionamiento del sensor de presión atmosférica proporciona una salida para la entrada al conversor análogo/digital RA0 del microcontrolador.

2.3.2 SENSOR DE HUMEDAD RELATIVA (VERNIER)

El sensor de humedad contiene un circuito integrado que puede ser usado para controlar la humedad relativa sobre el rango de 0 a 95%. En la figura 2.5 se aprecia el sensor de humedad relativa utilizado.

El sensor es fabricado por la compañía vernier. Este sensor puede ser usado para estudios meteorológicos, para controlar invernaderos o bien para determinar los días en los que la electricidad electrostática podría crear problemas.



Figura 2.5 Sensor de Humedad relativa

Características técnicas:

- Intervalo de medida: de 0% a 95%
- Resolución: 0.04%
- Precisión: $\pm 5\%$

El sensor de humedad relativa proporciona una salida ya preparada para la entrada al conversor análogo/digital RA3 del microcontrolador.

2.3.3 SENSOR DE TEMPERATURA (LM35)

Para la medición de la temperatura se utilizó el circuito integrado LM35 de National Semiconductor, como se muestra en la figura 2.6. El circuito integrado LM35 es un sensor de temperatura cuya tensión de salida es linealmente proporcional con la temperatura en la escala Celsius (centígrada). Posee una precisión calibrada de un $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ aceptable para la aplicación requerida, tiene sólo tres terminales, su alimentación puede ser de 4 a 30 voltios y es de bajo costo.

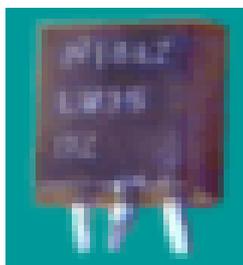


Figura 2.6 Sensor de temperatura LM35

Características principales:

- Factor de escala : $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ (garantizado entre $9,8$ y $10,2\text{mV}/^{\circ}\text{C}$)
- Rango de utilización : $-55^{\circ}\text{C} < T < 150^{\circ}\text{C}$

2.3.3.1 CIRCUITO DE ACONDICIONAMIENTO DEL SENSOR DE TEMPERATURA

Tomando en cuenta las mediciones de temperatura realizadas por el Observatorio Astronómico de Quito en el año 2006, en la ciudad de Quito la temperatura máxima registrada es de 24.4°C y la temperatura mínima es de 6.6°C .

Para tener una mejor medición con el sensor de temperatura se tomó un rango de medición que está entre: 0°C a 30°C , límites que están en el rango de temperaturas a medir. Entonces bajo estas condiciones, el circuito de acondicionamiento a su salida debe presentar 0 (V) para una temperatura de 0°C y 5 (V) para una temperatura de 30°C .

Con un amplificador operacional configurado como no inversor como se muestra en la figura 2.7, se logra cumplir con el objetivo. Como el sensor de temperatura presenta 0 (V) a 0°C , entonces nos interesa el límite superior.

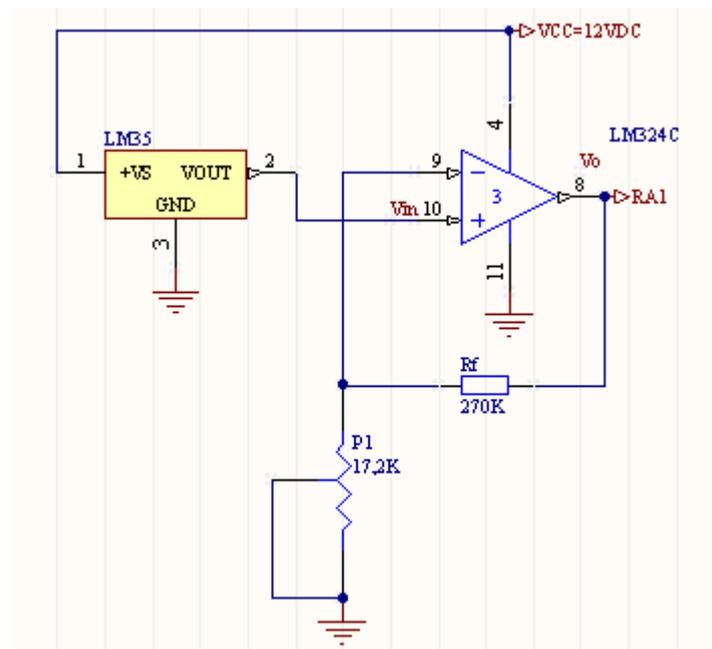


Figura 2.7 Circuito de acondicionamiento del sensor de temperatura LM35

Por lo tanto:

$$T = 30^{\circ}C \Rightarrow V_{in} = 300mV$$

La ganancia del amplificador operacional no inversor es:

$$A = \frac{R_f}{R_1} + 1 = \frac{V_o}{V_{in}}$$

$$\Rightarrow A = \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{5V}{300mV} = 16.6$$

En donde:

V_{in}= voltaje de entrada al circuito de acondicionamiento

V_o= voltaje de salida del circuito de acondicionamiento

Para cumplir con la ganancia se utilizó una R_f=270K y un Potenciómetro P1, fijado en un valor de 17.2K.

$$A = \frac{270K}{17.2K} + 1 = 16.6$$

El circuito de acondicionamiento del sensor de temperatura proporciona una salida preparada para la entrada al conversor análogo/digital RA1 del microcontrolador.

2.3.4 SENSOR DE PLUVIOSIDAD

El sensor de pluviosidad que se utilizó para medir la cantidad de lluvia, fue diseñado y construido tomando como referencia al pluviómetro de marca Isco 674 existente en el Observatorio Astronómico de Quito, como se muestra en la figura 2.8.



Figura 2.8 Sensor de pluviosidad

Este sensor emplea un sencillo mecanismo de basculación para la recolección de la lluvia, como se aprecia en la figura 2.9, tiene un orificio con un diámetro de 20 cm y cada báscula viene calibrada por el fabricante de 0.1 mm de lluvia. Las señales de salida corresponden a pulsos con una duración mínima de 50 milisegundos y opera dentro del rango de temperatura de 0°C a 60°C .



Figura 2.9 Mecanismo de basculación del sensor de pluviosidad

Características técnicas:

- Sensibilidad: 0.1mm
- Capacidad máxima: 38 cm/ hora

Su funcionamiento se basa en un pulso generado por un interruptor magnético, el mismo que está conectado en un extremo a la fuente de alimentación de 5 VDC, con una resistencia de 5.6k y el otro extremo a GND, luego de la cual se conecta directamente al pin RB0 del microcontrolador.

Para determinar a que cantidad en mm/m² corresponde el pulso generado por el sensor de pluviosidad tenemos la siguiente relación:

$$A = \pi * r^2$$

Con los datos de fabricante de sensibilidad de 0.1mm y el diámetro del orificio de 20cm calculamos:

$$r = \frac{d}{2}$$

$$r = \frac{0.2m}{2} = 0.1m$$

Reemplazando tenemos:

$$A = \pi * (0.1m)^2 = 0.0314m^2$$

$$\Rightarrow \text{Pulso} = \frac{0.1mm}{0.0314m^2} = 3.184 \frac{mm}{m^2}$$

2.3.5 COBERTIZO METEOROLÓGICO

Esta caseta es el contenedor de los sensores de medición. Es de tipo cúbico en base rectangular, con puertas abatibles en la parte frontal y techo superpuesto de fibra de vidrio, de forma que no entra el agua de lluvia en el interior, y permite la máxima circulación del aire. Está construida de madera, llevando una capa de esmalte blanco en el exterior como se aprecia en la figura 2.10.



Figura 2.10 Cobertizo meteorológico

En la figura 2.11 se presenta un esquema de todos los circuitos de acondicionamiento de los sensores.

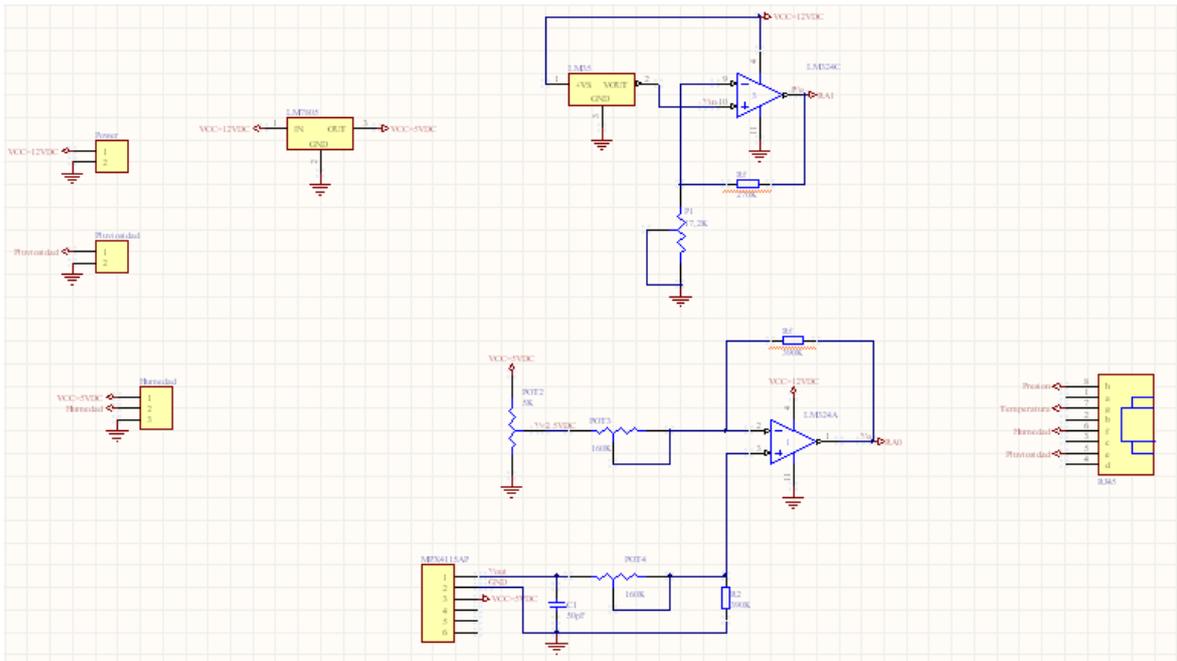


Figura 2.11 Esquema de todos los circuitos de acondicionamiento de los sensores

2.4 MICROCONTROLADOR PIC16F877A

El microcontrolador utilizado para el sistema electrónico es el PIC16F877A, de la compañía Microchip, de 40 pines como se muestra en la figura 2.12.

40-Pin PDIP

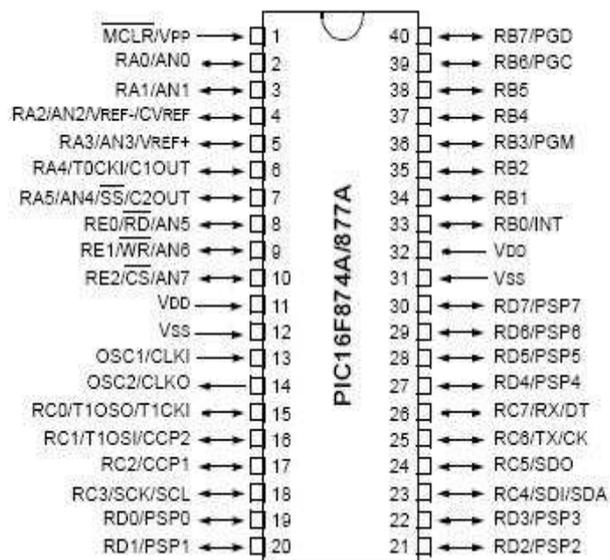


Figura 2.12 Pines de conexión del PIC16F877A

Características principales:

- Memoria de Programa tipo flash 8Kx14
- Memoria Datos 368 bytes
- EEPROM 256 bytes
- 33 pines de Entrada/Salida
- Encapsulado: 40 pines DIP
- Velocidad de operación: 20 MHZ
- Voltaje de operación: 2.0 hasta 5.5VDC

Periféricos:

- 1 Conversor A/D DE 10-bits (8 canales)
- Módulos CCP (Captura, Comparador, PWM)
- 1 Módulo I2C
- 1 USART (Puerto serie)
- Timers de 8 bits
- 1 Timer de 16 bits

El microcontrolador PIC16F877A es el encargado de realizar la conversión análogo/digital para los sensores de presión, humedad y temperatura, para con ello procesar la información, mostrar los mensajes al usuario del sistema en el LCD y almacenar la información en la memoria utilizando su puerto I2C.

Permite al usuario visualizar la hora y fecha que le es suministrada por el reloj de tiempo real, la misma que sirve para establecer en que tiempo se efectúan las mediciones de los parámetros meteorológicos. Contar los pulsos generados por el sensor de pluviosidad.

Tiene la función de activar o desactivar una clave de cuatro dígitos mediante un teclado de control para el sistema de seguridad, permite controlar el encendido y apagado del sistema de iluminación para la cámara IP. Además tiene la función de interfaz entre la memoria y un computador utilizando su puerto serial para esta comunicación.

2.5 RELOJ DE TIEMPO REAL (RTC)

El reloj de tiempo real seleccionado para el desarrollo del sistema electrónico es el modelo DS1307, fabricado por Dallas Semiconductor, siendo su interfaz de comunicación el bus I2C. En la figura 2.13 se aprecia la descripción de pines del DS1307.

Algunas de sus características principales son:

- El DS1307 es un RTC serial que procesa la información de los segundos, minutos, horas, día del mes, día de la semana, mes y año.
- El ajuste para la duración de los meses, incluso en los años bisiestos, es realizado por el propio circuito y es válido hasta el año 2100.
- Contiene 56 bytes de NVRAM (memoria RAM No volátil)
- Permite la operación en modo de 24 ó 12 horas
- Al presentarse fallas en la alimentación (VCC) el DS1307 cambia automáticamente al modo de operación con batería para no perder su configuración. Su consumo en esta condición, es menor de 500nA.
- Puede generar una señal de onda cuadrada de frecuencia programable

Descripción de pines:

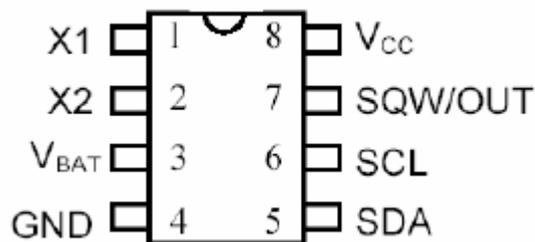


Figura 2.13 Pines de conexión del DS1307

- Entre los pines 1 y 2 se coloca un cristal de cuarzo de 32.768 Khz. Este valor se debe a que $2^{15} = 32.768$, frecuencia que es divisible de forma exacta binariamente para generar milésimas de segundo.
- El pin 3 corresponde al positivo de la batería de resguardo.
- El pin 4 es GND.
- Los pines 5 y 6 corresponden al bus I2C, SDA y SCL respectivamente.

- La salida de pulsos es por el pin 7, con una cadencia de 1 Hz , 4096Hz , 8192Hz o 32768 Hz. Esta salida es de colector abierto. Para inyectarla en otro circuito debemos colocarle una resistencia pull-up de unos 10 Kohm a VCC.
- El pin 8 corresponde a VCC (+5V).

Los registros de función específica del DS1307 se encuentran ubicados en los ocho primeros bytes de la memoria total de 64 bytes. De estos ocho registros, los siete primeros (00h a 06h) se utilizan para almacenar la información del reloj/calendario en formato BCD, mientras que el registro 07h se emplea como registro de control.

La figura 2.14 muestra la distribución de los registros internos del DS1307.

00H	SECONDS
	MINUTES
	HOURS
	DAY
	DATE
	MONTH
	YEAR
07H	CONTROL
08H	RAM 56 x 8
3FH	

Figura 2.14 Mapa de direcciones

La operación y configuración del RTC es sumamente sencilla se limita a la lectura/escritura de los registros adecuados, recordando que la información contenida en estos se codifica en BCD. Al momento de iniciar la operación deberá tenerse especial cuidado de colocar el bit CH del registro 00h en 0 ya que de este modo se habilita el oscilador.

El DS1307 puede funcionar en modo de 12 horas o de 24 horas, para ello, el bit 6 del registro de horas (02h) define el modo de operación, cuando se encuentra en estado alto (1) el reloj trabajará en modo de 12 horas, de lo contrario trabajará en 24 horas. El registro de control del DS1307 (07h). controla la configuración y estado del pin SQW/OUT. El bit SQWE habilita o deshabilita la generación de la señal cuadrada por el Terminal SQW/OUT, la frecuencia de esta señal puede ser definida mediante los bits RS1 o RS0 según se muestra en la tabla 2.1.

RS1	RS0	FRECUENCIA
0	0	1Hz
0	1	4.096KHz
1	0	8.192KHz
1	1	32.768KHz

Tabla 2.1 Frecuencia del pin SQW/OUT

2.6 LCD (DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO)

Para la visualización de los parámetros meteorológicos y la configuración del tiempo que el sistema electrónico dispone, se emplea un display alfanumérico de 2 líneas de 16 caracteres cada una, con lo cual se pueden mostrar 32 caracteres. En la tabla 2.2 se aprecia la descripción de pines del LCD utilizado.

Descripción de pines:

Pin	Símbolo	Descripción
1	Vss	Tierra de alimentación GND
2	Vdd	Alimentación de +5 VCC
3	Vo	Contraste del cristal líquido (0 a +5V)
4	RS	Selección del registro de control/registro de datos: RS=0 Selección registro de control RS=1 Selección registro de datos
5	R/W	Señal de lectura/escritura: R/W=0 Escritura (write) R/W=1 Lectura (Read)
6	E	Habilitación del módulo: E=0 Módulo desconectado E=1 Módulo conectado
7-14	D0-D7	Bus de datos bidireccional
15	A	Alimentación del backlight (+3.5V o +5VCC)
16	K	Tierra GND del backlight

Tabla 2.2 Pines de conexión del LCD

Características principales:

- Pantalla de caracteres ASCII
- Desplazamiento de los caracteres hacia la izquierda o la derecha
- Memoria de 40 caracteres por línea de pantalla
- Permite que el usuario pueda programar 8 caracteres
- Conexión a un microcontrolador usando un interfaz de 4 o 8 bits.

El LCD descrito anteriormente nos permite mostrar los siguientes mensajes:

Pantalla principal:



17:10:21
03/sep/2007

Submenú de los parámetros meteorológicos:



Temperatura:
15 °C



Pluviosidad:
0 mm/m2



Humedad:
54 %



Presión:
730 hPa

Submenú igualación reloj:



IGUALACION RELOJ



HORA: 17

MINUTOS: 44

SEGUNDOS: 45

AÑO: 2007

MES: 9

DIA: 3

RELOJ IGUALADO

Submenú Enviando datos:

Enviando datos

Datos enviados

2.7 MEMORIA EEPROM (24C16A)

La memoria EEPROM utilizada para almacenar las medidas de los parámetros meteorológicos en un tiempo determinado, es la memoria 24C16A fabricada por ATMEL, tiene una capacidad de almacenamiento de 16Kbits (2048 bytes).

En la figura 2.15 se muestra la descripción de pines de la memoria 24C16A.

Descripción de pines:

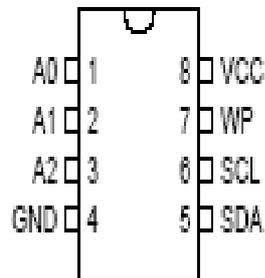


Figura 2.15 Pines de conexión de la memoria EEPROM 24C16A

Esta memoria almacena 12 datos por hora a partir de las 18:00 hasta las 6:00 del día siguiente. A continuación se presenta los 12 datos almacenados:

Primer byte: I (inicio)

Segundo byte: hora

Tercer byte: minutos

Cuarto byte: año

Quinto byte: mes

Sexto byte: día del mes

Séptimo byte: presión

Octavo byte: temperatura

Noveno byte: humedad

Décimo byte: pluviosidad

Undécimo byte: pluviosidad

Duodécimo byte: F (final)

Estos datos almacenados en la memoria eeprom son descargados a un computador mediante vía serial.

2.8 CIRCUITO INTEGRADO MAX 232

Para transmitir los datos almacenados por la memoria eeprom se utiliza un circuito integrado MAX 232, fabricado por Texas Instruments. Este circuito integrado MAX 232 convierte los niveles ($\pm 10V$) a voltaje TTL (0 a 5V) y viceversa.

Para su correcto funcionamiento se debe poner cuatro capacitores externos de $10\ \mu\text{F}$ como se muestra en la figura 2.16.

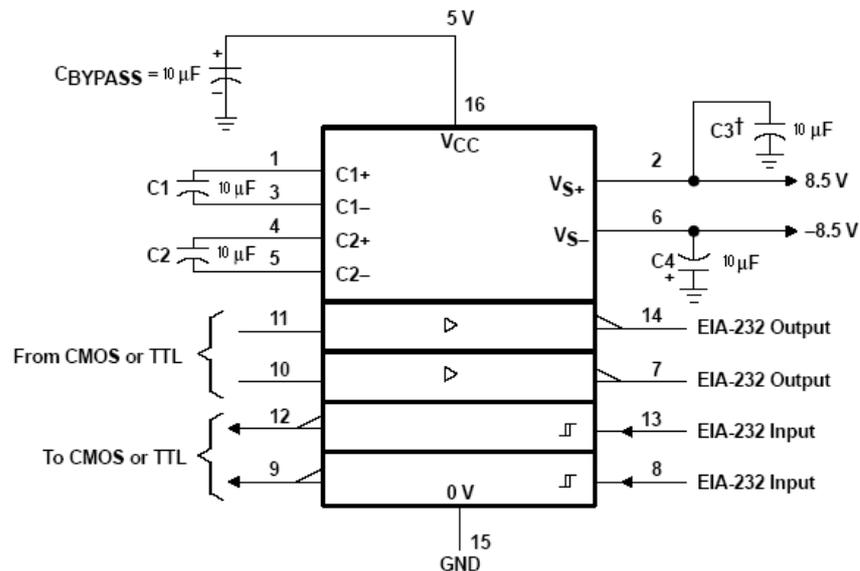


Figura 2.16 Pines de conexión del MAX 232

Este circuito integrado se emplea para transmitir los datos a una mayor distancia, ya que incrementa los voltajes de 5V a $\pm 10\text{V}$, gracias a los capacitores externos que le ayuda a doblar los voltajes, por lo que para su alimentación solo requiere una fuente de 5V.

2.9 CIRCUITOS PARA EL FUNCIONAMIENTO, MONITOREO, VISUALIZACIÓN Y COMUNICACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Estos circuitos externos permiten el funcionamiento de todo el sistema electrónico.

2.9.1 FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La fuente de alimentación cumple dos funciones fundamentales, una que es proporcionar los voltajes de 5 VDC y 12 VDC para energizar al microcontrolador y demás periféricos y la segunda es dar un voltaje de 13.2 VDC necesario para cargar la batería de 12 VDC.

2.9.1.1 DISEÑO DEL CIRCUITO PARA CARGAR LA BATERÍA

Tomando en cuenta las especificaciones que el fabricante tiene para el LM338K y utilizando la ecuación que también entrega el fabricante se tiene:

$$V_O = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{ADJ} * R_2$$

En donde $V_{REF} = 1.25V$, voltaje que el LM338K tiene entre sus terminales de salida y ajuste el mismo que es generado en condiciones de operación, R_1 es generalmente de 240Ω y $I_{ADJ} = 100 \mu A$ todos son datos de fabricante. Entonces considerando un voltaje de salida igual a $13.2 V$ necesario para cargar la batería entonces se tiene lo siguiente:

$$13.2V = 1.25V \left(1 + \frac{R_2}{240\Omega} \right)$$

$$\frac{13.2V}{1.25V} = \left(\frac{240\Omega + R_2}{240\Omega} \right)$$

$$10.56 = \left(\frac{240\Omega + R_2}{240\Omega} \right)$$

$$R_2 = 240\Omega * 10.56 - 240\Omega = 2294.4\Omega$$

$$R_2 \approx 2.4k\Omega \Rightarrow Pot1 = 5k\Omega$$

La resistencia R_S sirve para una carga lenta cuando la batería este cargada y el valor recomendado por el fabricante es de 0.22Ω .

Es una práctica recomendable conectar capacitores C2 y C3. El capacitor C2 que reduce al mínimo los problemas causados por terminales largas que existen entre el rectificador y el LM338K y el capacitor C3 que mejora la respuesta transitoria.

Antes del circuito diseñado se tiene un transformador de $12 VAC$, un puente rectificador de $6 A$ capacidad suficiente para mantener la carga de todo el sistema.

Se usaron dos reguladores de voltaje integrados de cinco voltios con sus respectivos filtros para eliminar el rizado, el primer regulador para alimentar al microcontrolador, memoria eeprom, reloj de tiempo real, MAX 232 y LCD.

El segundo regulador para energizar a los sensores de: presión, humedad y pluviosidad.

En esta fuente diseñada también se tiene 12 VDC con su filtro, voltaje necesario para alimentar a los amplificadores operacionales, sensor de temperatura, las bobinas de los relés para la sirena y los focos. Toda la fuente de alimentación diseñada se muestra en la figura 2.16.

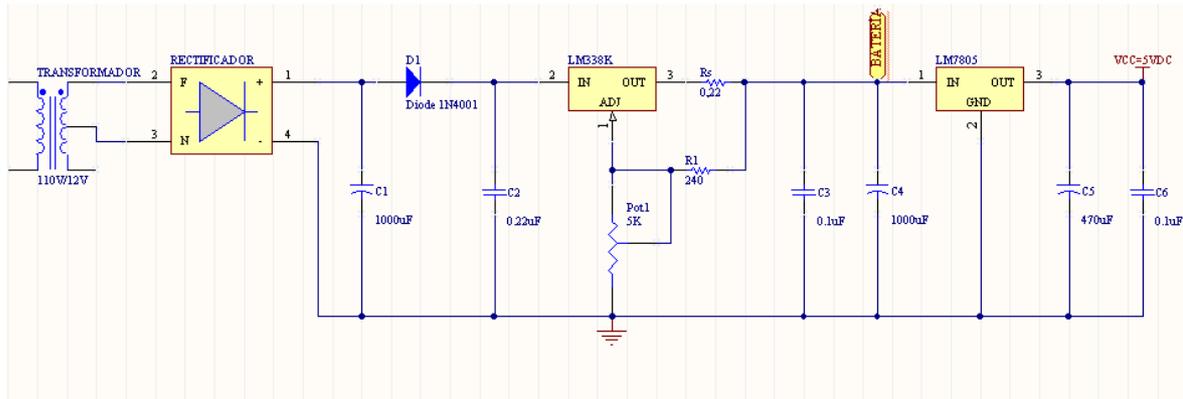


Figura 2.16 Fuente de alimentación del sistema electrónico

2.9.2 TECLADO BÁSICO

El teclado básico nos permite el monitoreo de los parámetros meteorológicos y enviar los datos almacenados de la memoria eeprom a la computadora. Tiene resistencias para mantener la corriente de operación como se muestra en la figura 2.19.

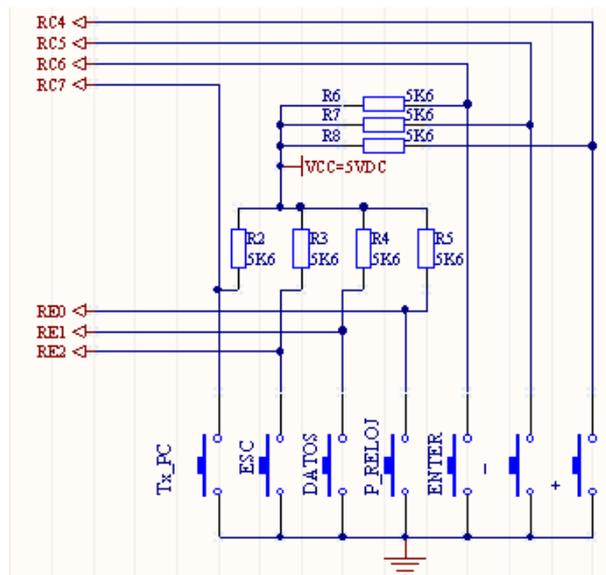


Figura 2.19 Circuito del teclado básico del sistema electrónico

2.9.3 RELOJ DE TIEMPO REAL (DS1307)

En la figura 2.21 se muestra el circuito implementado para el reloj de tiempo real, en el cual se colocó resistencia de pull up en la línea SDA.

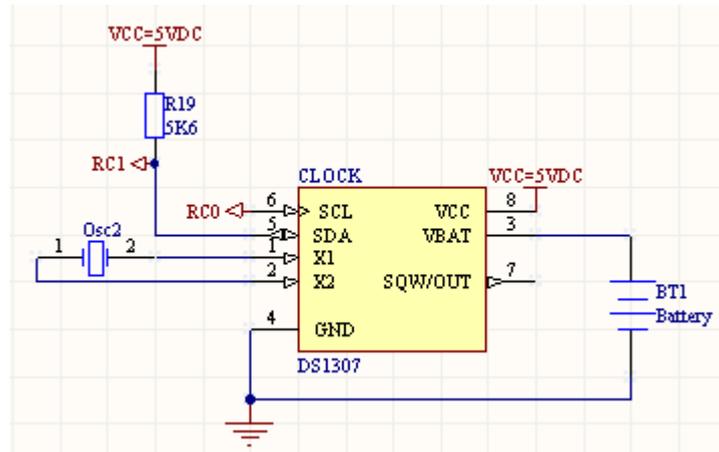


Figura 2.21 Circuito del reloj de tiempo real

2.9.4 MEMORIA EEPROM (24C16A)

Como la memoria eeprom utiliza comunicación I2C para recibir y transmitir la información del microcontrolador se conecta directamente a sus terminales que dispone, la misma que tiene una resistencia de pull up en la línea SDA especificada por el fabricante. En la figura 2.22 se aprecia el circuito implementado para la memoria.

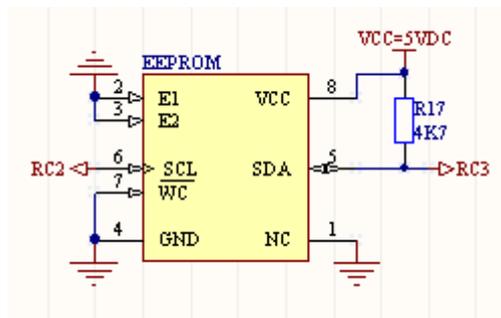


Figura 2.22 Circuito de conexión de la memoria

2.9.5 LCD (DISPLAY DE CRISTAL LÍQUIDO)

El LCD se conectó al PIC mediante un bus de cuatro bits más altos al puerto D del microcontrolador. A más se emplea un potenciómetro para el ajuste de contraste del cristal líquido como se muestra en la figura 2.23.

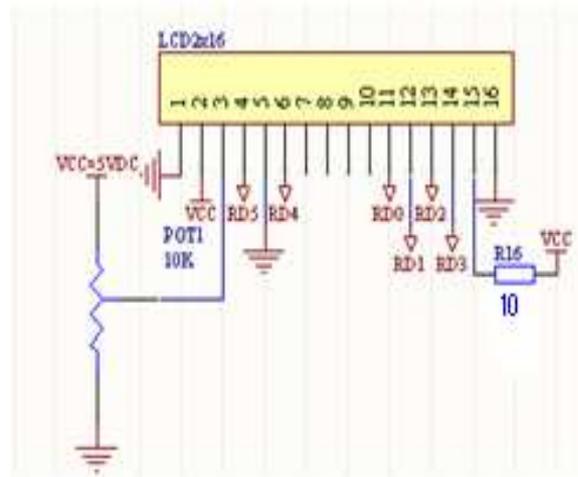


Figura 2.23 Circuito de conexión del LCD

2.9.6 COMUNICACIÓN SERIAL

En la figura 2.24 se utiliza un diseño que permite el enlace entre el MAX 232 y el pórtico serial de la PC, por medio de un conector DB9.

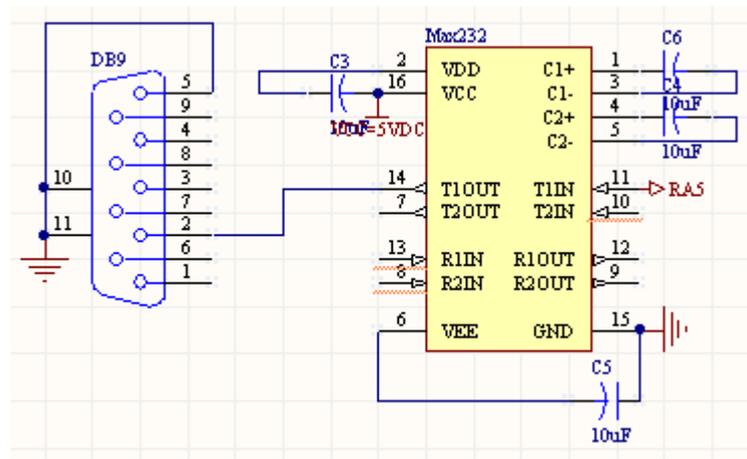
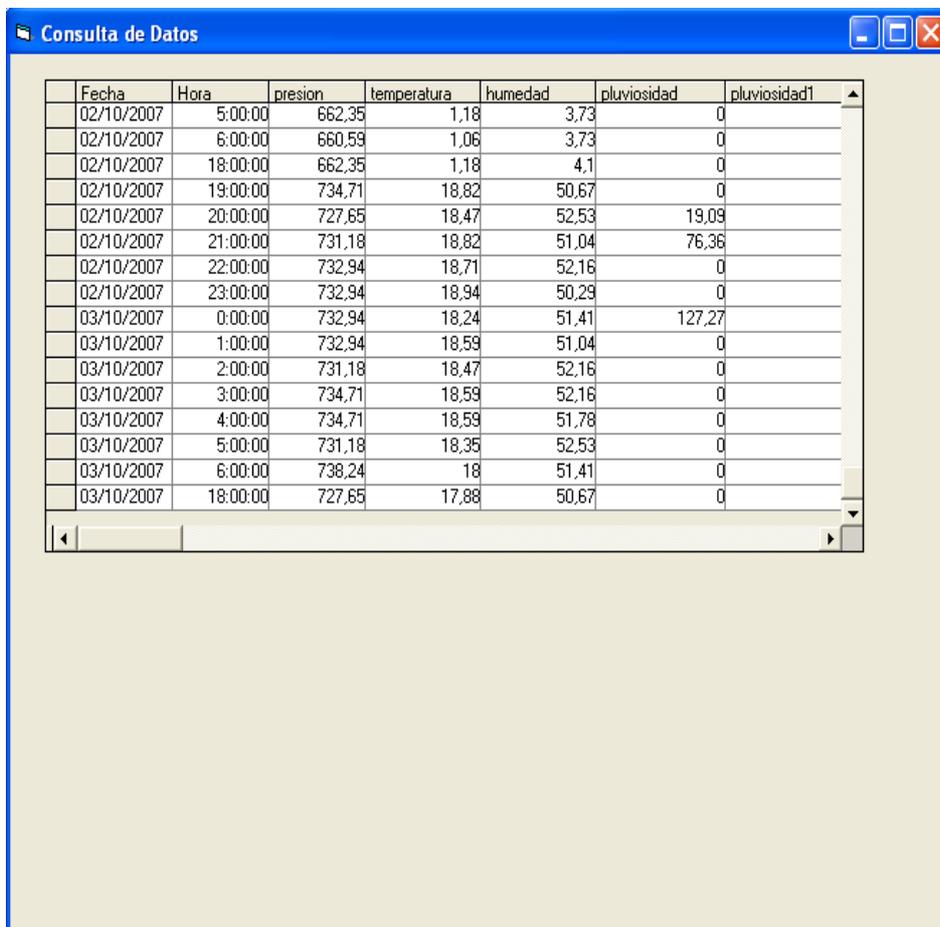


Figura 2.24 Circuito para la comunicación serial

Para realizar la comunicación serial, se utiliza un programa diseñado en visual basic, el mismo que se encarga de recibir toda la información almacenada de la memoria eeprom del sistema electrónico, ordenarla y clasificarla de acuerdo a cada uno de los parámetros meteorológicos.

Para el ordenamiento y clasificación se crea una base de datos, mediante la cual se genera una hoja electrónica en Access. La base datos que el programa maneja presenta una clasificación de acuerdo al código de la fecha y la hora en la que fue medida, de tal manera que en la base de datos final se producen datos reales los mismos que no son repetidos ni erróneos, como se pueden apreciar en la siguiente figura 2.25.



Fecha	Hora	presion	temperatura	humedad	pluviosidad	pluviosidad1
02/10/2007	5:00:00	662,35	1,18	3,73	0	
02/10/2007	6:00:00	660,59	1,06	3,73	0	
02/10/2007	18:00:00	662,35	1,18	4,1	0	
02/10/2007	19:00:00	734,71	18,82	50,67	0	
02/10/2007	20:00:00	727,65	18,47	52,53	19,09	
02/10/2007	21:00:00	731,18	18,82	51,04	76,36	
02/10/2007	22:00:00	732,94	18,71	52,16	0	
02/10/2007	23:00:00	732,94	18,94	50,29	0	
03/10/2007	0:00:00	732,94	18,24	51,41	127,27	
03/10/2007	1:00:00	732,94	18,59	51,04	0	
03/10/2007	2:00:00	731,18	18,47	52,16	0	
03/10/2007	3:00:00	734,71	18,59	52,16	0	
03/10/2007	4:00:00	734,71	18,59	51,78	0	
03/10/2007	5:00:00	731,18	18,35	52,53	0	
03/10/2007	6:00:00	738,24	18	51,41	0	
03/10/2007	18:00:00	727,65	17,88	50,67	0	

Figura 2.25 Base de datos

En la figura 2.26 se presenta todos los circuitos implementados en el sistema electrónico.

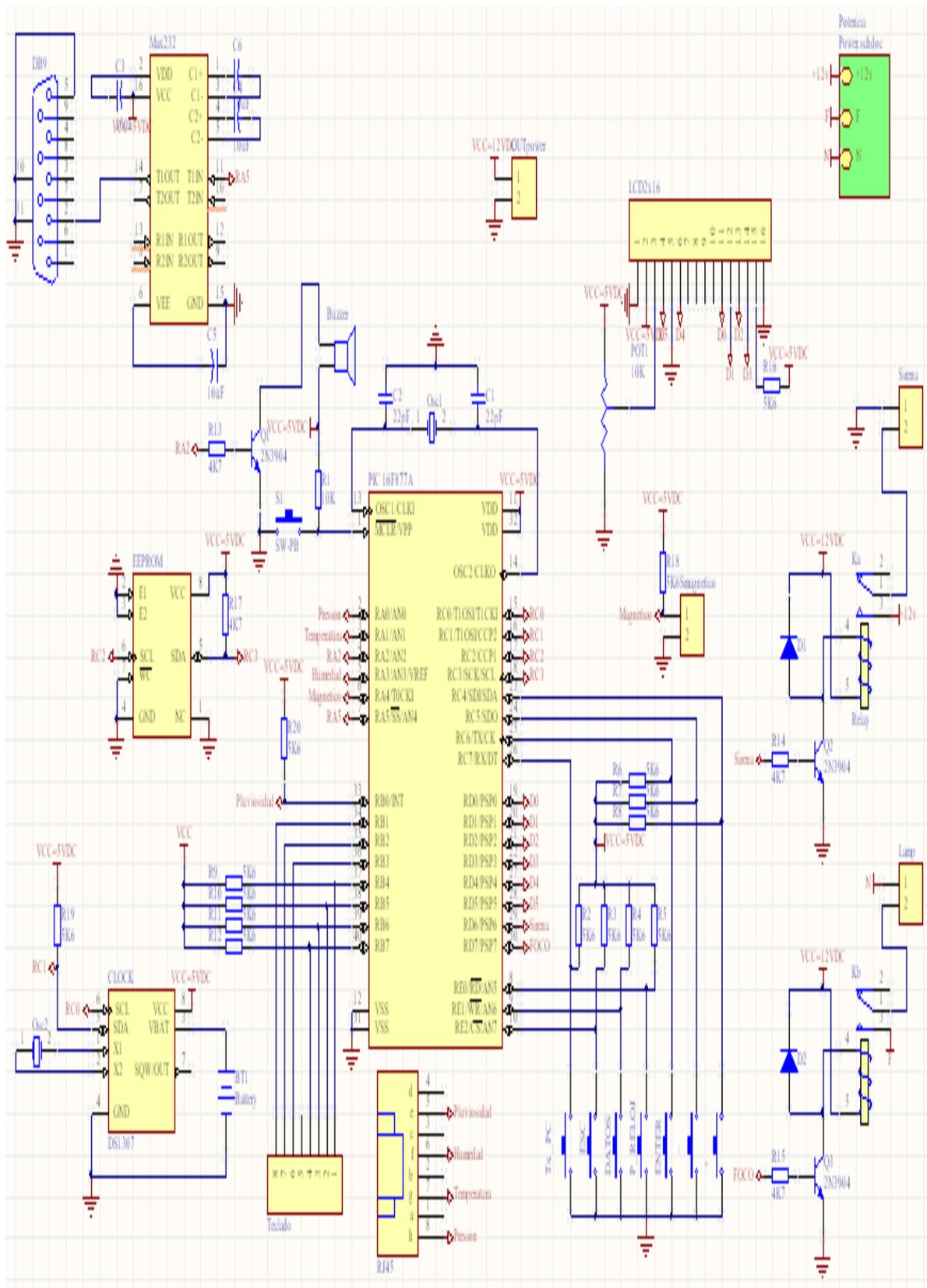
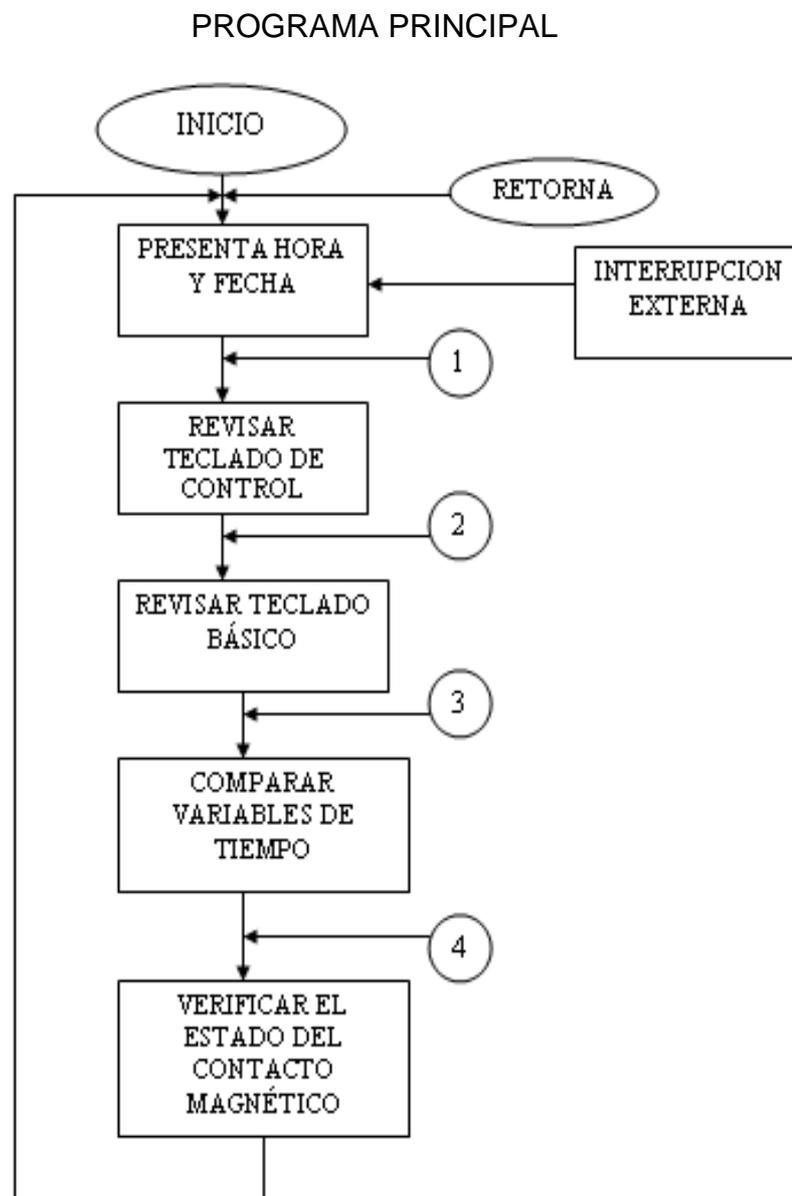


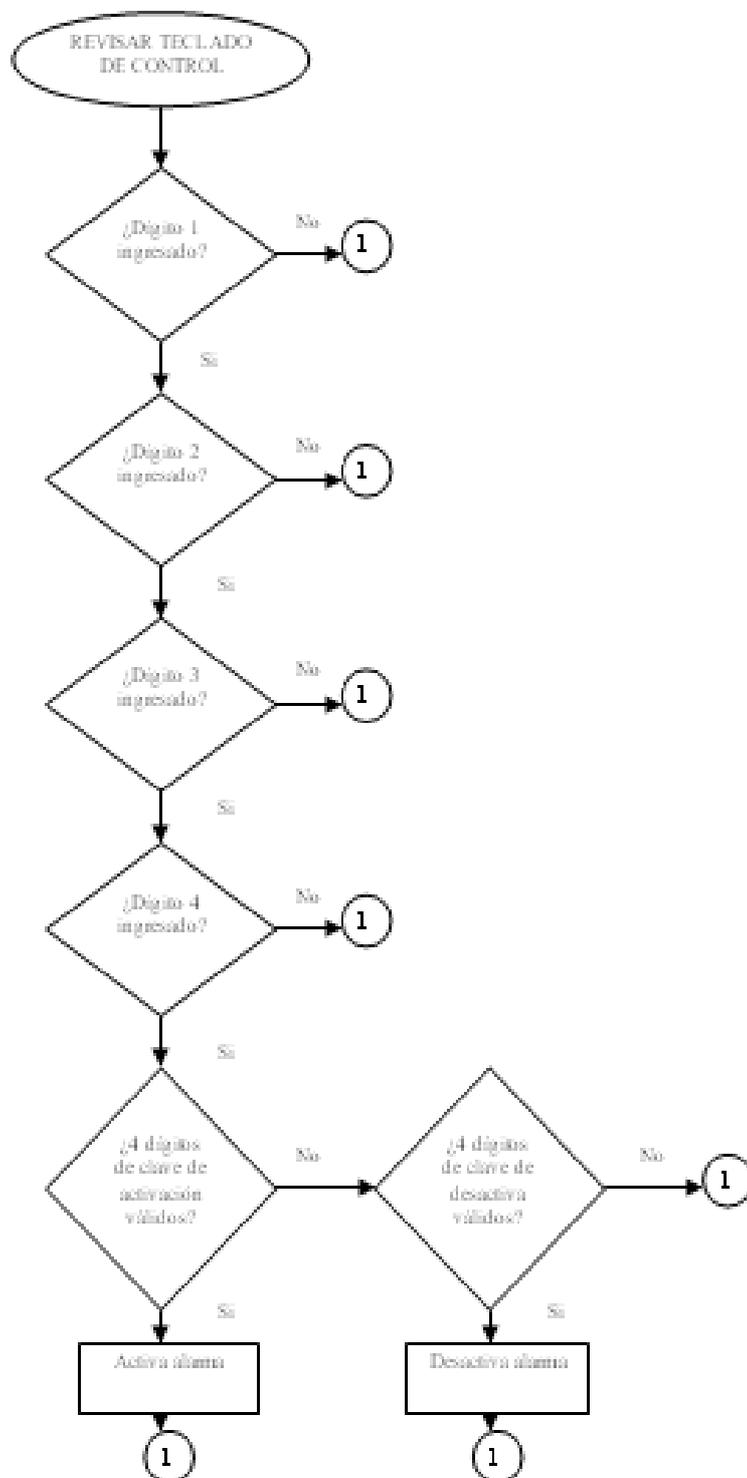
Figura 2.25 Diagrama de conexión de los circuitos implementados en el sistema

2.10 DIAGRAMAS DE FLUJO DEL PROGRAMA

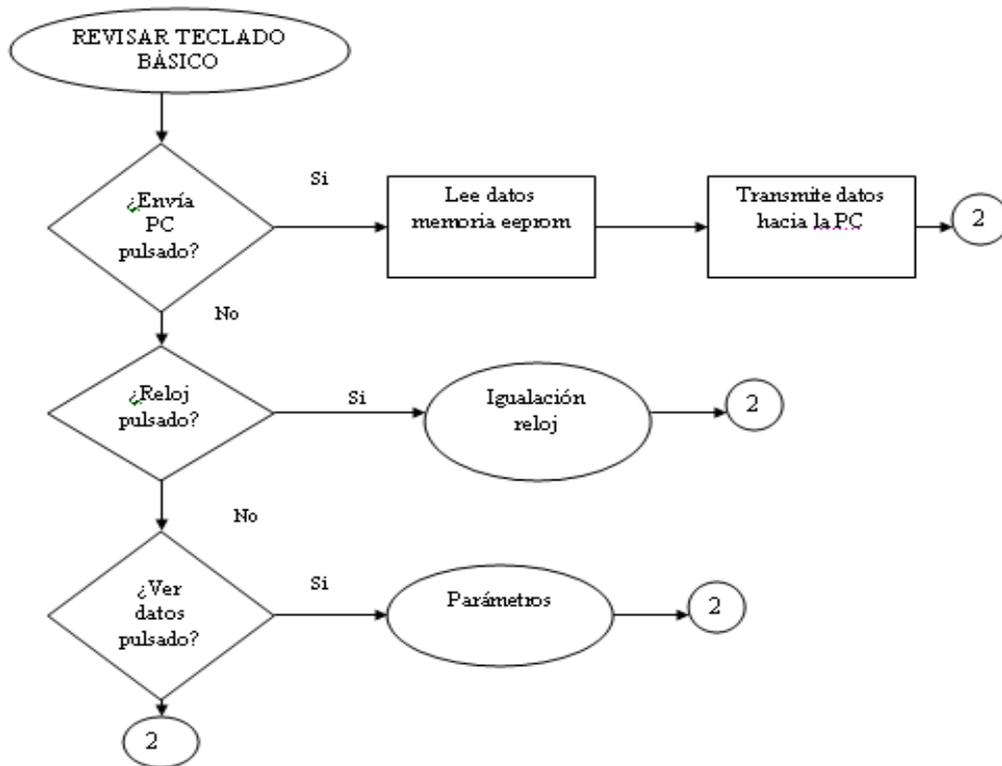
El programa principal que realiza el microcontrolador se encarga de presentar la hora y fecha como parte principal del programa, luego revisar el teclado de control, revisar el teclado básico, comparar las variables de tiempo, verificar el estado del contacto magnético en un lazo cerrado a menos que se produzca una interrupción externa.



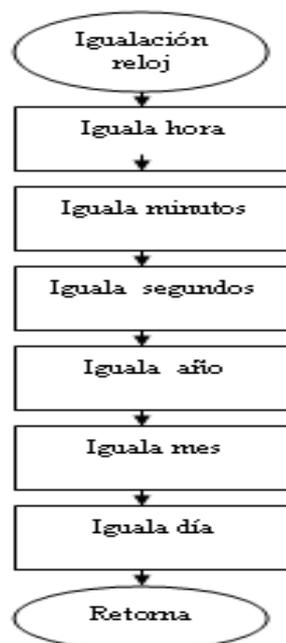
El diagrama de flujo que se muestra a continuación describe el funcionamiento del teclado de control, en donde el programa se encarga de revisar si los cuatro dígitos de la clave de activación o desactivación de la sirena son válidos.

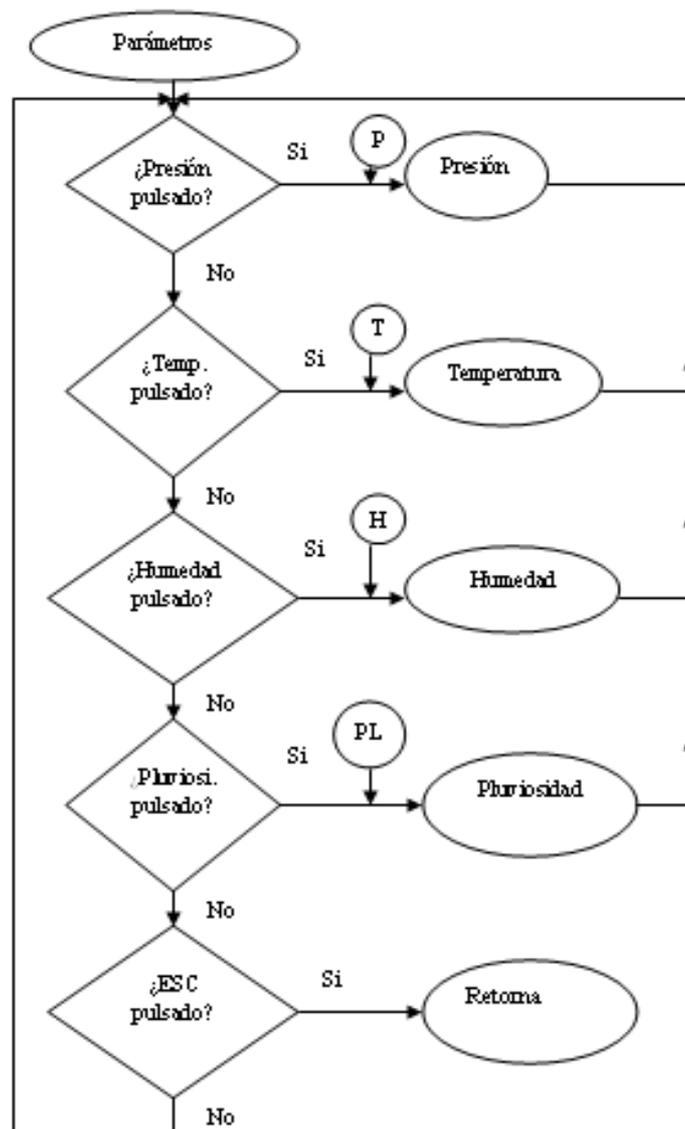


El siguiente diagrama de flujo corresponde a revisar el teclado básico, en donde se describe en una forma sistemática el funcionamiento de la comunicación serial, reloj y parámetros meteorológicos.

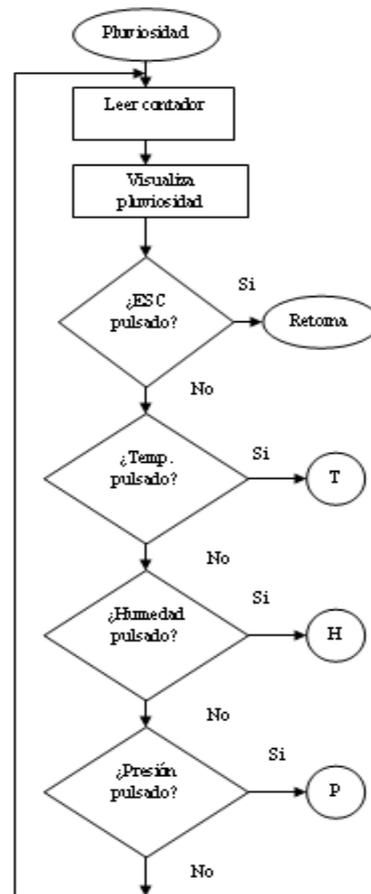
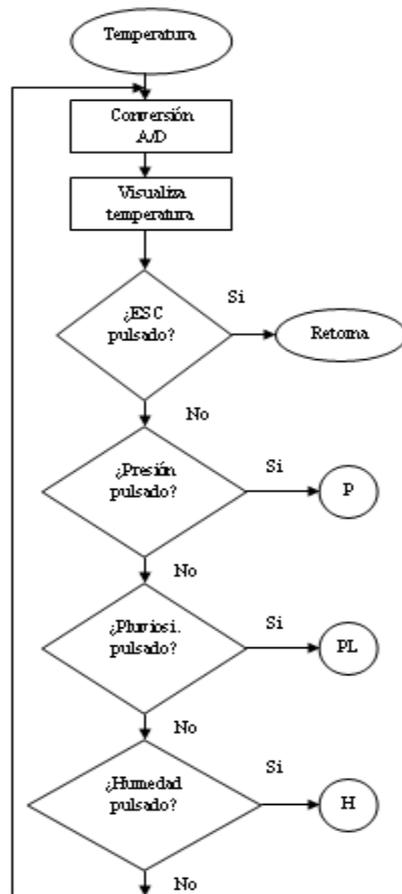
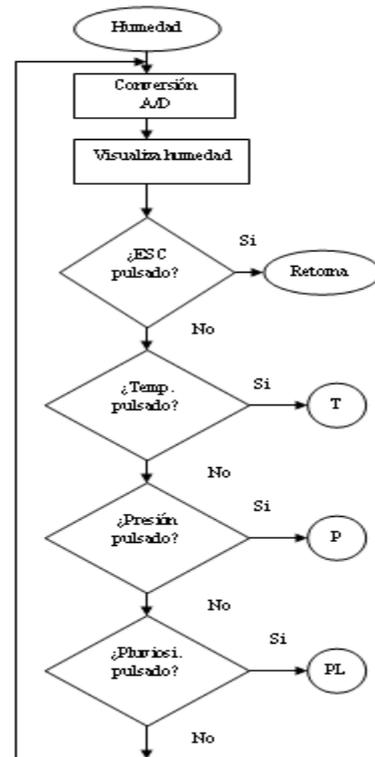
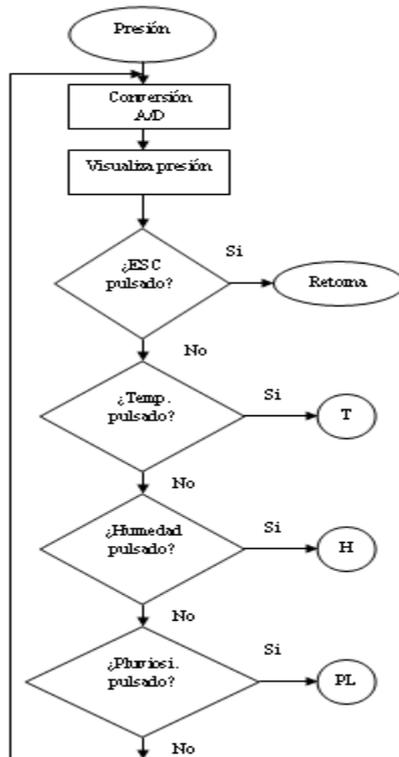


A continuación se presenta los diagramas de flujo de las subrutinas de la igualación del reloj y los parámetros.

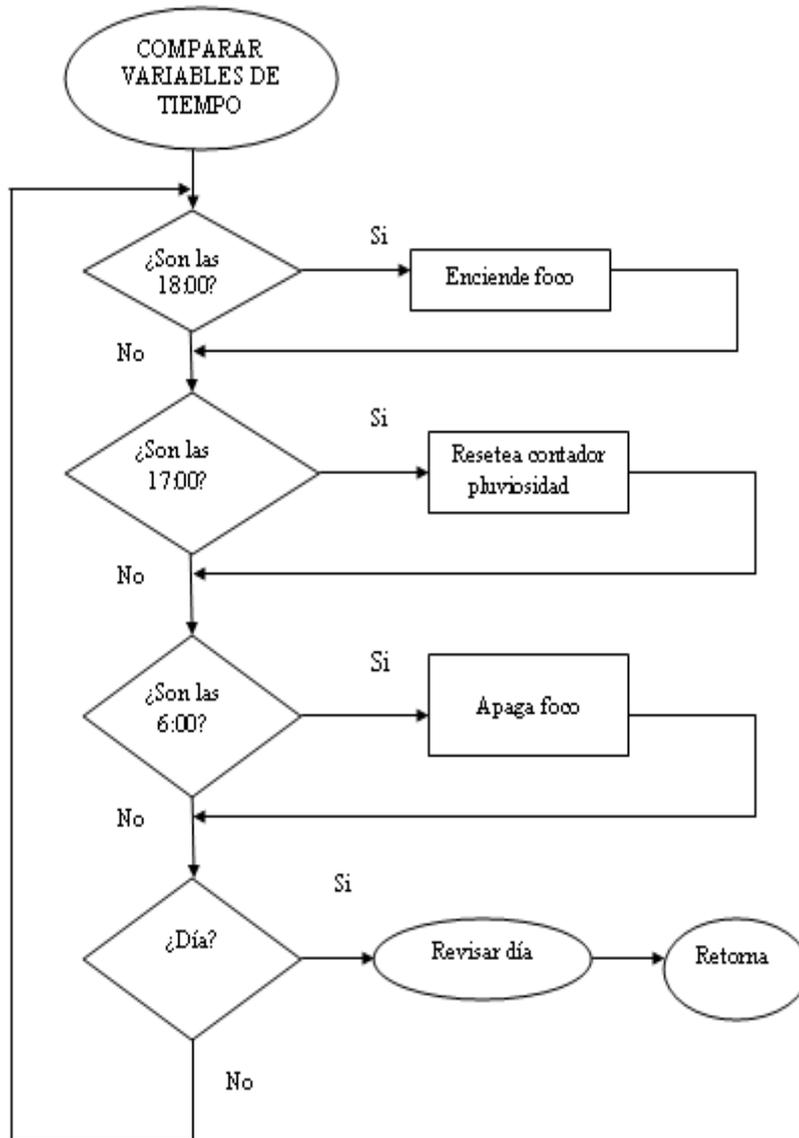




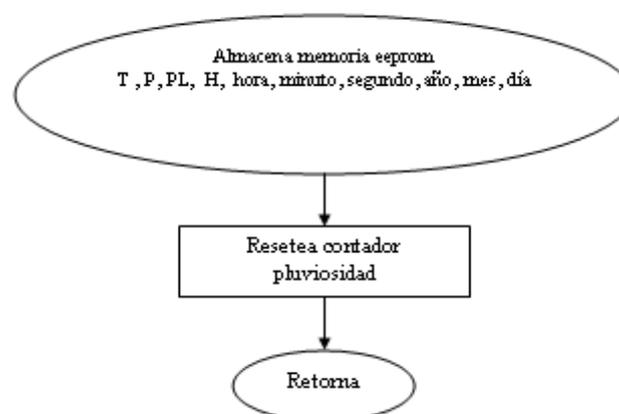
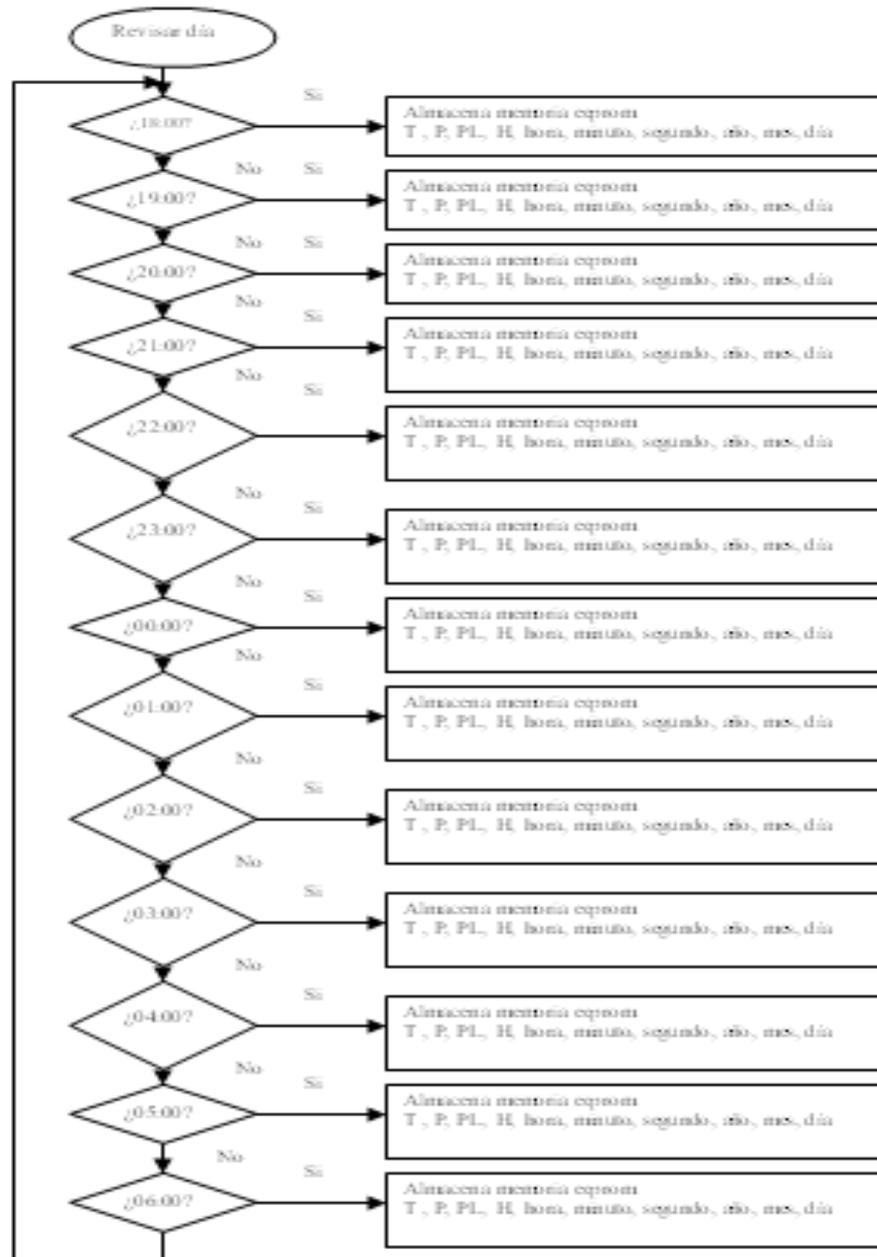
La lectura de los parámetros que utilizan la conversión análogo/digital del microcontrolador como es el caso de la temperatura, presión atmosférica, humedad relativa donde el programa realiza las instrucciones necesarias para tomar los datos del conversor análogo/digital, se describe a continuación en los siguientes diagramas de flujo.



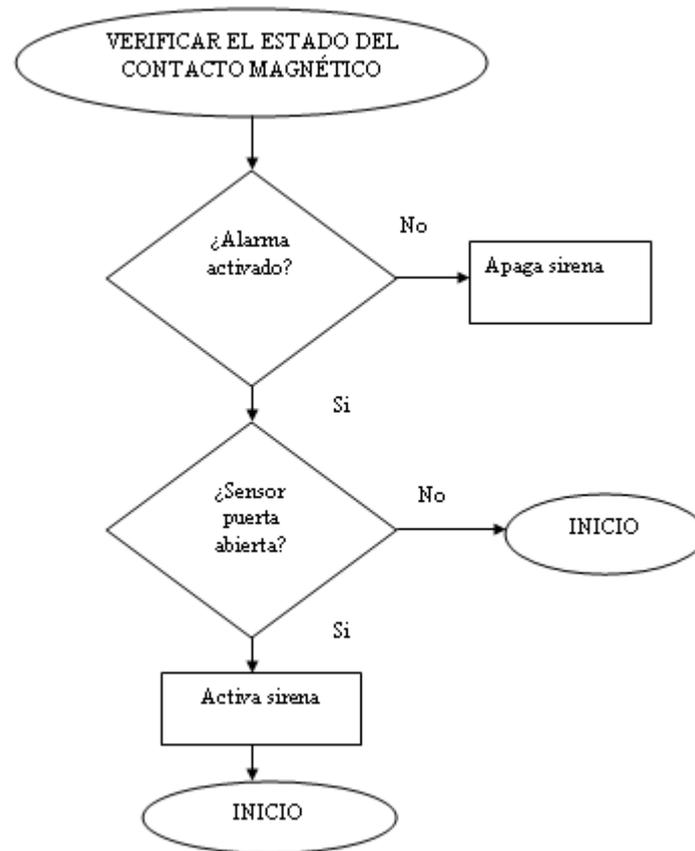
El siguiente diagrama de flujo corresponde a comparar las variables de tiempo, como es el caso de encender o apagar los focos en las horas establecidas, resetear el contador de pluviosidad y revisar el día en donde se almacenan los datos de los parámetros meteorológicos y el respectivo tiempo.



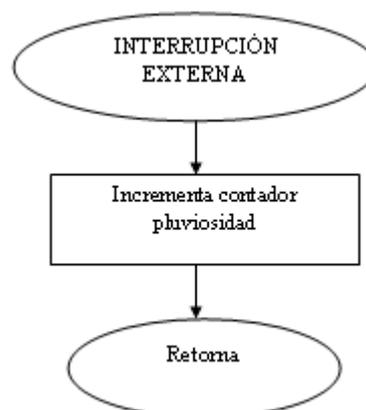
En los siguientes diagramas de flujo se tiene las subrutinas de almacenamiento de datos de los parámetros meteorológicos así como también del tiempo.



El diagrama de flujo que se muestra a continuación verifica el estado del contacto magnético para activar o no la sirena, sino retorna al inicio del programa principal.



Por último se tiene el diagrama de flujo que se muestra a continuación, describe el funcionamiento de la interrupción externa, mediante el cual se incrementa el contador.



CAPÍTULO 3

3 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA DE LA ESTACIÓN SATELITAL

3.1 SISTEMA DE VIGILANCIA

3.1.1 SISTEMAS DE VIGILANCIA ANALÓGICOS

En los últimos veinte años, las aplicaciones de monitorización y vigilancia han estado basadas en la tecnología analógica. Los sistemas de circuito cerrado de televisión han sido tradicionalmente grabados en VCRs (Grabadores de Vídeo en cinta), y dado que la percepción es que resultan fáciles de manejar y que tienen un precio razonable, la tecnología analógica fue, probablemente, la elección adecuada en el momento de la compra. De todas formas, el alcance actual de la tecnología digital ha cubierto muchas de las limitaciones de la tecnología analógica.

Los sistemas de CCTV analógicos generalmente precisan un mantenimiento intensivo, no ofrecen accesibilidad remota y son notablemente difíciles de integrar con otros sistemas.

3.1.2 SISTEMAS DE VIGILANCIA DIGITALES

La grabación de vídeo digital lleva entre nosotros unos años, actualmente hay miles de Grabadores de Vídeo Digital (DVR) en el mercado. Suelen ser algo que sólo en grandes instalaciones o en compañías pueden hacer en digital. Sin embargo, según un informe reciente de los analistas de mercado Frost & Suvillan, la demanda de los sistemas digitales sobrepasó a la de los sistemas digitales en algún momento de 2002. La tecnología digital ha demostrado su superioridad, pero en los dos últimos años se ha convertido en un producto.

Las soluciones de Vigilancia-IP han emergido como una atractiva alternativa a los DVR dado que ofrecen un puente para entrar en el mundo digital con la última solución de monitorización y vídeo vigilancia digital de bajo costo y alto rendimiento.

Tomando en cuenta todas las características de los diferentes sistemas de vigilancia se seleccionó un sistema de vigilancia que está monitoreado por medio de una cámara IP por las siguientes ventajas que está presenta:

- En el hogar para poder “vigilar” tu casa, negocio, empresa, a personas mayores, a niños o bebes, y hacerlo desde tu trabajo, desde tu lugar de vacaciones, desde cualquier lugar con una conexión Internet y un Explorer.
- En el trabajo: puede ultimarse para controlar puntos de tu comercio a los que tu vista y no quieres dejar sin vigilancia o para ver lo que ocurre en tu cadena de tiendas desde tu casa.
- Empresas: para vigilar almacenes, aparcamientos, obras, entradas.
- Hostelería: restaurantes, hoteles, o simplemente para promoción de estos.
- Zonas deportivas

No sólo para vigilancia: muchos organismos de turismo utilizan cámaras IP para que los futuros turistas o gente interesada puedan ver la ciudad que van a visitar o el tiempo que hace o algún monumento, y han decidido poner cámaras para que puedan verse por Internet.

Y también se utilizan en temas de marketing, en museos, para control de fauna, y un sin fin de aplicaciones.

A más de las ventajas citadas anteriormente se tienen otras grandes ventajas frente a un tradicional CCTV que son las siguientes:

- Posibilidad de acceso desde cualquier sitio del mundo. Un CCTV es, como su nombre indica, “cerrado”, por ello hay que estar en el lugar del CCTV para poder ver las imágenes.
- Es más barato. Instalar cámaras IP es muy sencillo ya que es como instalar una red local LAN o conectarla directamente al Router (inalámbrico o con cables, existen ambas opciones). No se necesita las complicadas y caras instalaciones de CCTV.
- Ampliable. Es muy sencillo añadir más cámaras IP a un sistema, mientras que en un CCTV necesitamos duplicar sistemas de monitorización durante la ampliación del sistema.

3.2 SISTEMA DE VIGILANCIA DE LA ESTACIÓN SATELITAL

El sistema de vigilancia de la Estación Satelital está constituido por una cámara D-Link DCS-2100, la cual está diseñada para el monitoreo del telescopio MEADE. La cámara tiene su propio servidor de video incluido en su sistema operativo el cual permite el monitoreo de forma interna o externa, mediante la transmisión de video y audio en tiempo real en formato MPEG4.

La cámara DCS-2100 esta conectada a la red Ethernet de la EPN, y que gracias a la colaboración del departamento de sistemas nos facilitó una dirección IP “192.188.57.139 NAT 172.31.42.11” pública, para lograr transmitir el video mediante un interfaz Web, en cualquier parte del mundo por medio del Internet.

Equipo	Dirección IP	URL
Cámara IP	192.188.57.139	http://voaq.epn.edu.ec

Tabla 3.1 Dirección IP de la cámara D-Link DCS-2100

La cámara IP implementada en el sistema de vigilancia de la Estación Satelital es como se muestra en la figura 3.1.



Figura 3.1 Cámara D-Link DCS-2100

Principales características y facilidades:

- Sistema de monitoreo autónomo.
- Monitoreo remoto vía web.

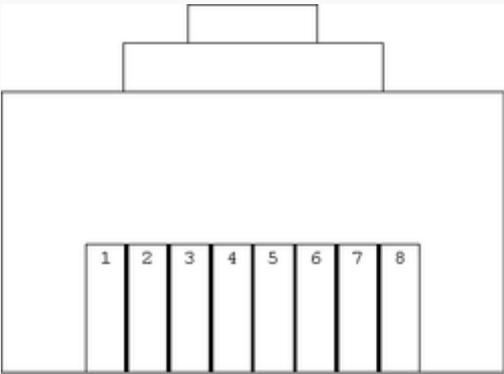
- Monitoreo de múltiples cámaras vía Software Windows, hasta 16 cámaras de forma simultánea.
- Activación de grabado de video, ante detección de movimiento.
- Fácil y rápida implementación de sistema de video vigilancia.
- Zoom digital de 4x.

3.2.1 INSTALACIÓN DEL HARDWARE

Para la instalación del hardware de la cámara se utilizó el cable UTP categoría 5 que es un cable de pares trenzados y sin recubrimiento metálico externo.

La asignación de pares de cables son como sigue:

Nótese que la única diferencia entre T568A y T568B es que los pares 2 y 3 (Naranja y Verde) están alternados. Ambos estándares conectan los cables "directamente", es decir, los pines 1 a 8 de cada extremo se conectan con los pines 1 a 8, respectivamente, en el otro. Así mismo, los mismos pares de cables están emparejados en ambos estándares: pines 1-2, 3- 6, 4-5 y 7-8. Y aunque muchos cables implementan pequeñas diferencias eléctricas entre cables, estos efectos son inapreciables, de manera que los cables que utilicen cualquier estándar son intercambiables.

Cableado RJ-45 (T568A/B)			
Pin	Color T568A	Color T568B	Pines en conector macho (hembra invertidos)
1	 Blanco/Verde (W-G)	 Blanco/Naranja (W-O)	
2	 Verde (G)	 Naranja (O)	
3	 Blanco/Naranja (W-O)	 Blanco/Verde (W-G)	

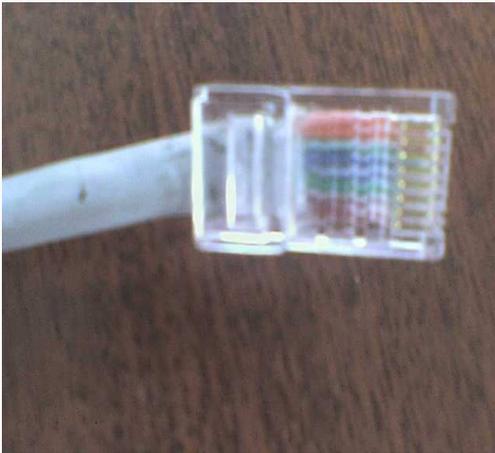
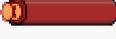
4	 Azul (BL)	 Azul (BL)	
5	 Blanco/Azul (W-BL)	 Blanco/Azul (W-BL)	
6	 Naranja (O)	 Verde (G)	
7	 Blanco/Café (W-BR)	 Blanco/Café (W-BR)	
8	 Café (BR)	 Café (BR)	

Tabla 3.2 Asignación de los pares de cable

3.2.2 CONEXIÓN DEL CABLE ETHERNET

Se conecta un extremo del cable Ethernet en el conector Ethernet que se encuentra en la parte inferior de la cámara de internet y el otro extremo al switch y esté a su vez va conectado a la red de la EPN. También hay que conectar la fuente de alimentación externa al conector de entrada de alimentación DC que se encuentra en la parte inferior de la cámara (5VDC-2A), y también a una base de alimentación AC.

3.2.3 INSTALACIÓN DEL SOFTWARE

Se partió primeramente instalando la red, para esto se entra en “panel de control” se busca “ conexiones de red”, se ubica la tarjeta de red que se ha instalado luego hay que dar doble clic derecho, marcar la opción “propiedades” como se muestra en la figura 3.2.

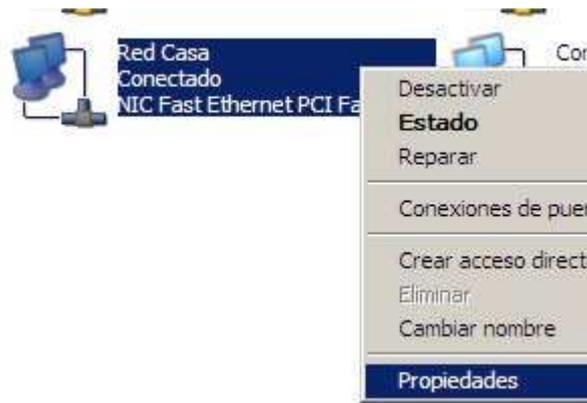


Figura 3.2 Ventana de conexiones de red

Se abre la ventana propiedades de la tarjeta, en este se ubica el item “Protocolo Internet (TCP/IP)”, seleccionar y dar clic en propiedades como se muestra en la figura 3.3.



Figura 3.3 Ventana de propiedades de la tarjeta

Por último se abre una nueva ventana donde hay que poner la IP 192.188.57.139 y como máscara de subred por default 255.255.255.0 como se ve en el figura 3.4.

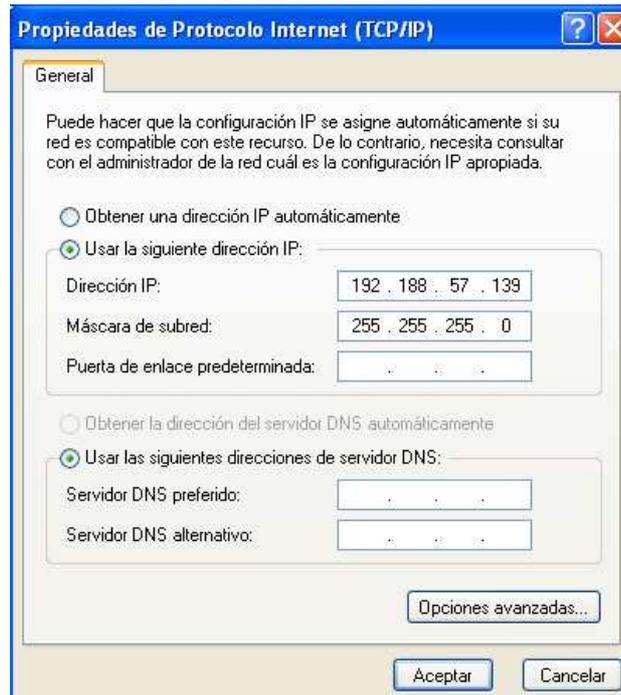


Figura 3.4 Ventana de propiedades de protocolo Internet (TCP/IP)

3.2.4 INSTALACIÓN DEL ASISTENTE DE INSTALACIÓN

Se introduce el CD-ROM DCS-2100 en la unidad de CD-ROM. Hacer clic en Install Software y clic en Install Wizard, como se muestra en la figura 3.5.

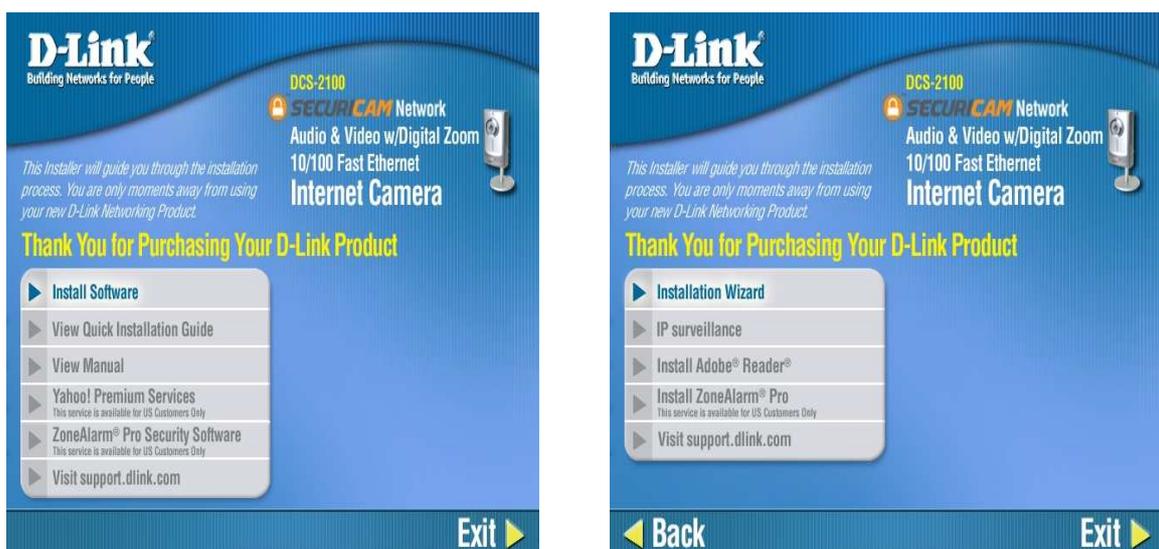


Figura 3.5 Instalación del software y wizard

Seguimos dando clic en Next hasta que aparece la ventana Select Program Folder, como se muestra en la figura 3.6.

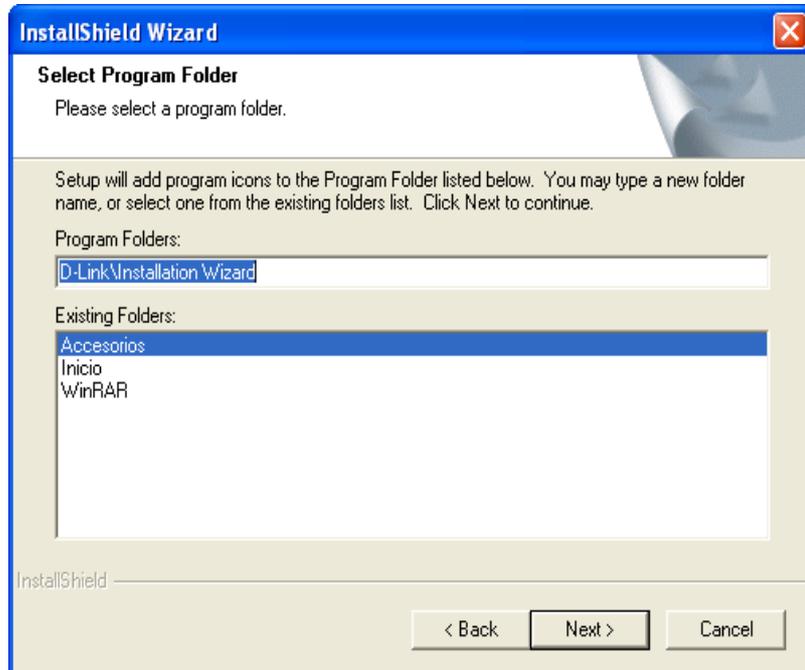


Figura 3.6 Select Program Folder

Y finalmente damos clic en finish con lo cual queda instalado el asistente de instalación como se muestra en la figura 3.7.

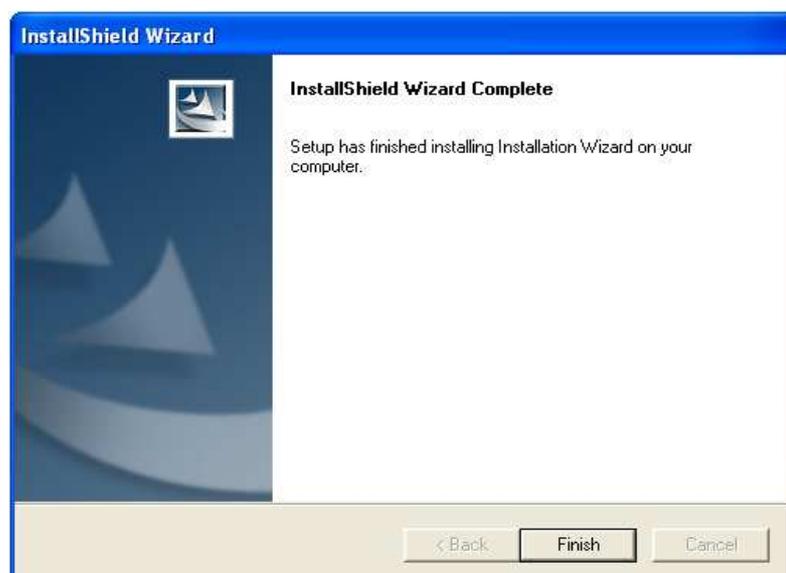


Figura 3.7 Instalación del asistente de instalación completo

3.2.5 CONFIGURACIÓN DE LA CÁMARA CON EL ASISTENTE DE INSTALACIÓN

Una vez instalado el asistente de instalación, dar doble clic en el asistente de instalación que se ha creado en el escritorio, como se muestra en la figura 3.8.



Figura 3.8 Asistente de instalación creado

El software buscará la cámara como se muestra en la figura 3.9.



Figura 3.9 Estado de la cámara

Se abrirá el asistente de instalación y mostrará la dirección MAC de la DCS-2100 y una dirección IP. Cuando se muestra la cámara, se selecciona la cámara haciendo clic en la casilla de verificación. Luego dar clic en el botón en Setup, como se muestra en la figura 3.10.

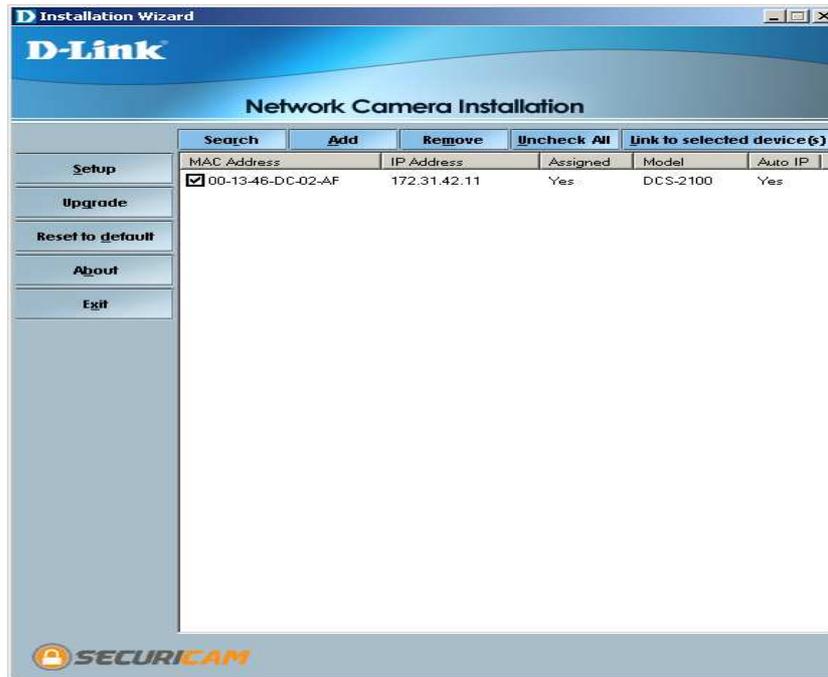


Figura 3.10 Dirección Ip de la cámara

Habilitar en el router el puerto 80 para la cámara como se muestra en la figura 3.11.

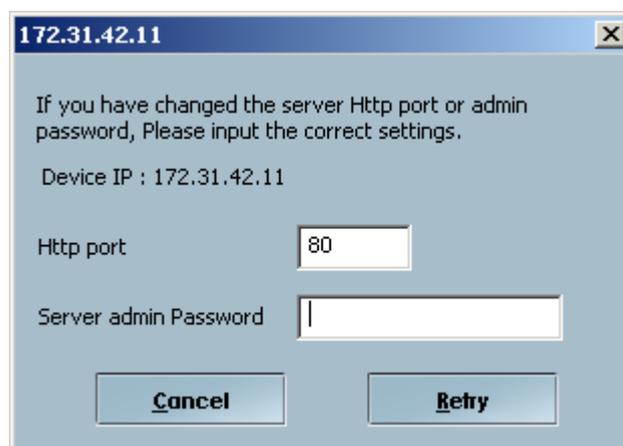


Figura 3.11 Habilitación del router

Se introduce la clave de acceso de administración en los campos Root password y Confirm password como se muestra en la figura 3.12.

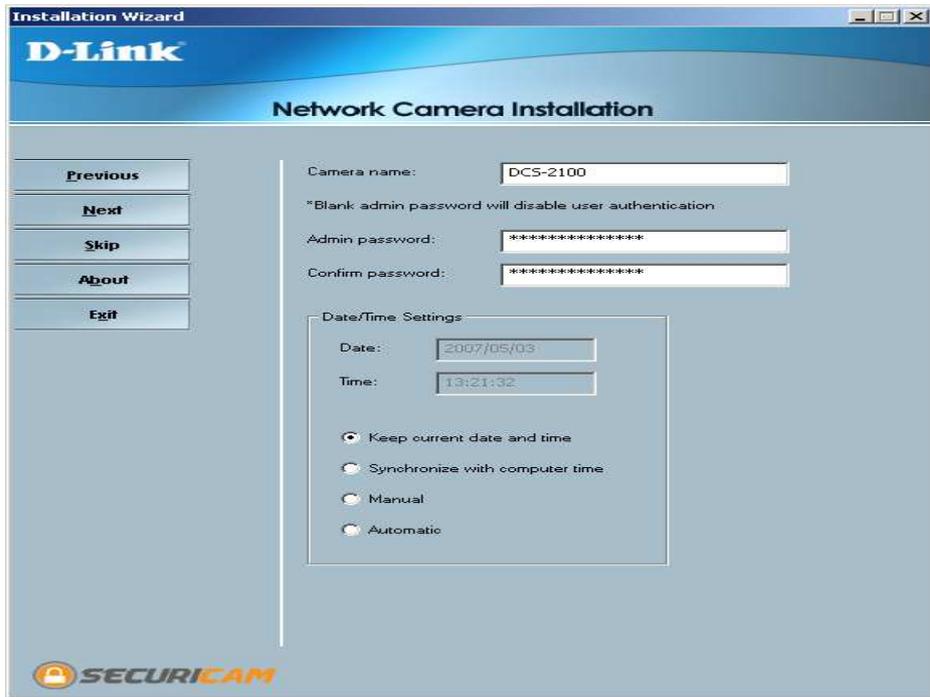


Figura 3.12 Clave de acceso de administración

Desactivar la casilla Reset IP address at next boot. Dar clic en el botón next, como se muestra en la figura 3.13.

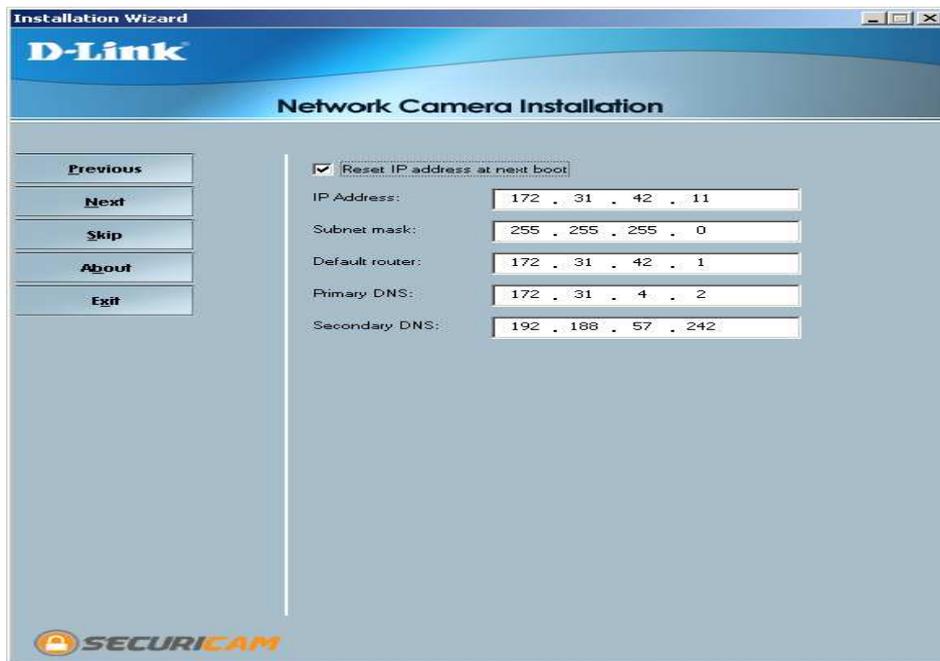


Figura 3.13 Desactivación de la casilla Reset IP

Tras haber guardado los parámetros, aparecerá el botón Done. Hacer clic en el botón Done con lo cual queda configurado la cámara IP con el asistente de instalación, como se muestra en la figura 3.14.

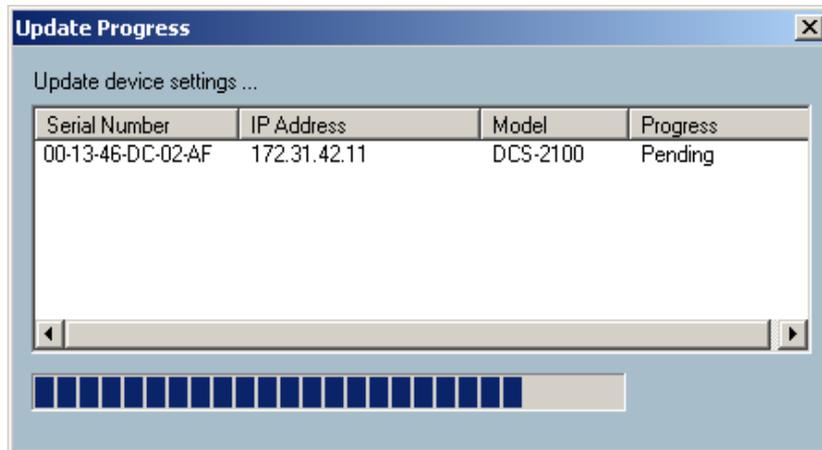


Figura 3.14 Configuración de la cámara

3.2.6 INSTALACIÓN DEL ADMINISTRADOR

Se introduce el CD-DVIEMCAM en la unidad de CD-ROM. Hacer clic en Install D-ViemCam Software, como se muestra en la figura 3.15.

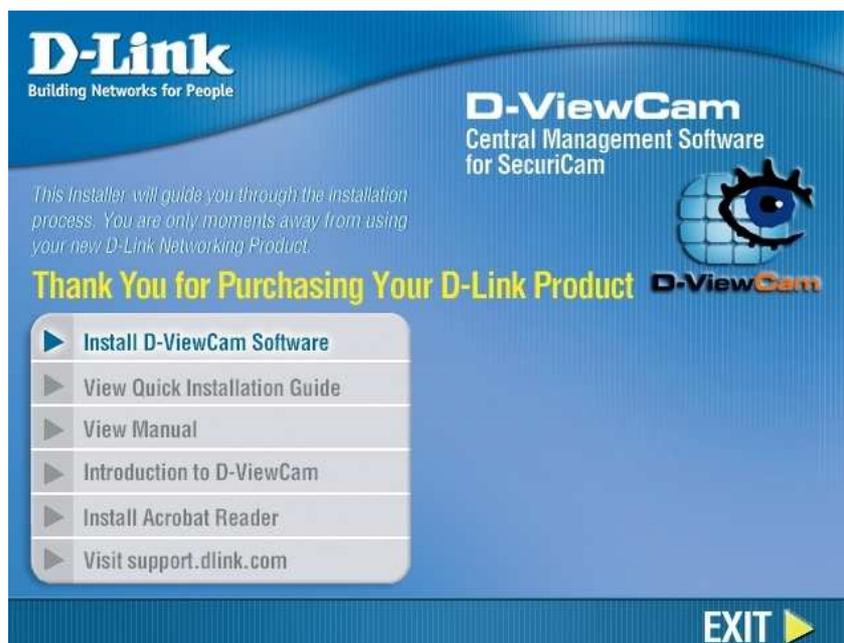


Figura 3.15 Instalación del software

Una vez que demos clic en el botón Install D-ViemCam aparecerá una ventana como se muestra en la figura 3.16.

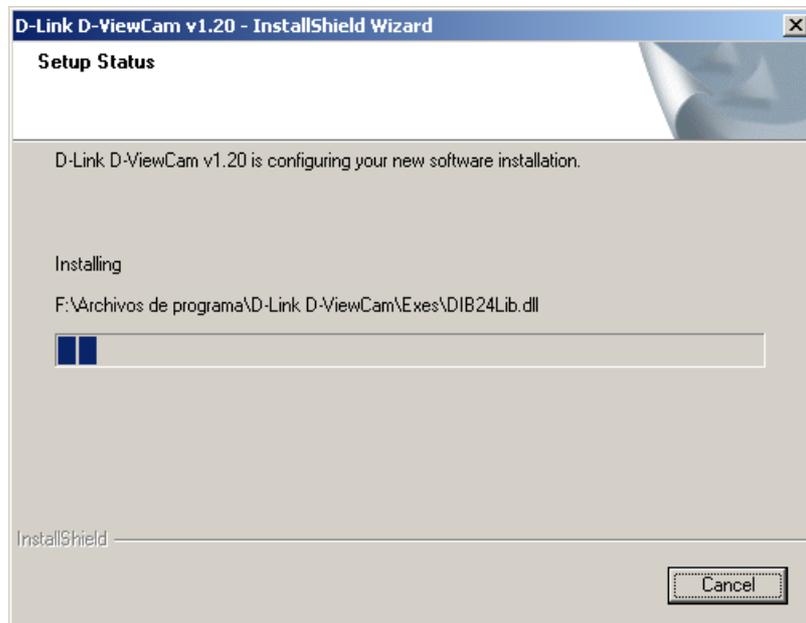


Figura 3.16 Proceso de instalación del software

Por último damos clic en finish y queda instalado el software D-ViemCam como se muestra en la figura 3.17.

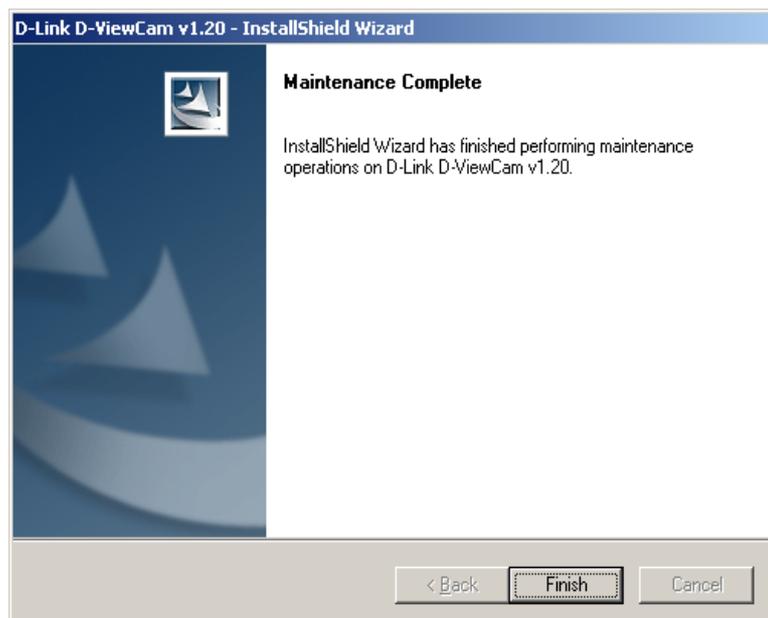


Figura 3.17 Instalación completa del software D-ViemCam

El Software D-VIEWCAM es un software dedicado para el monitoreo simultaneo de varias cámaras IP, mediante este software se puede ubicar en un plano las cámaras para saber donde se encuentran ubicadas en un área determinada como se muestra en la figura 3.18.

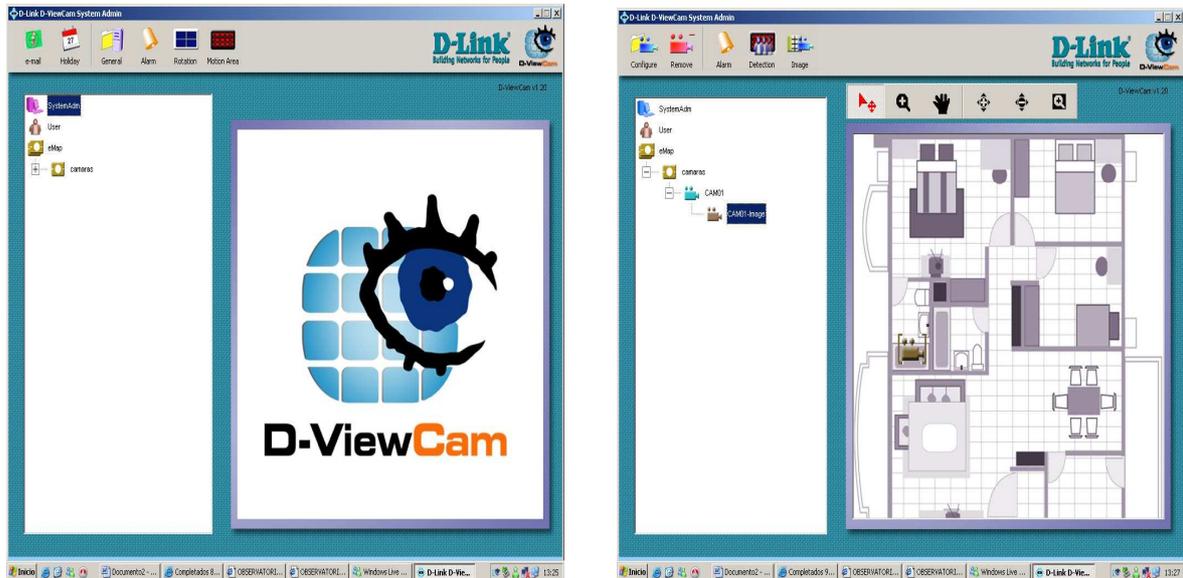


Figura 3.18 Ubicación de la cámara IP en un plano

Con este software se puede escoger que cámara se quiere visualizar, en múltiplos de 4 hasta llegar a observar las 16 cámaras IP como se muestra en la figura 3.19.

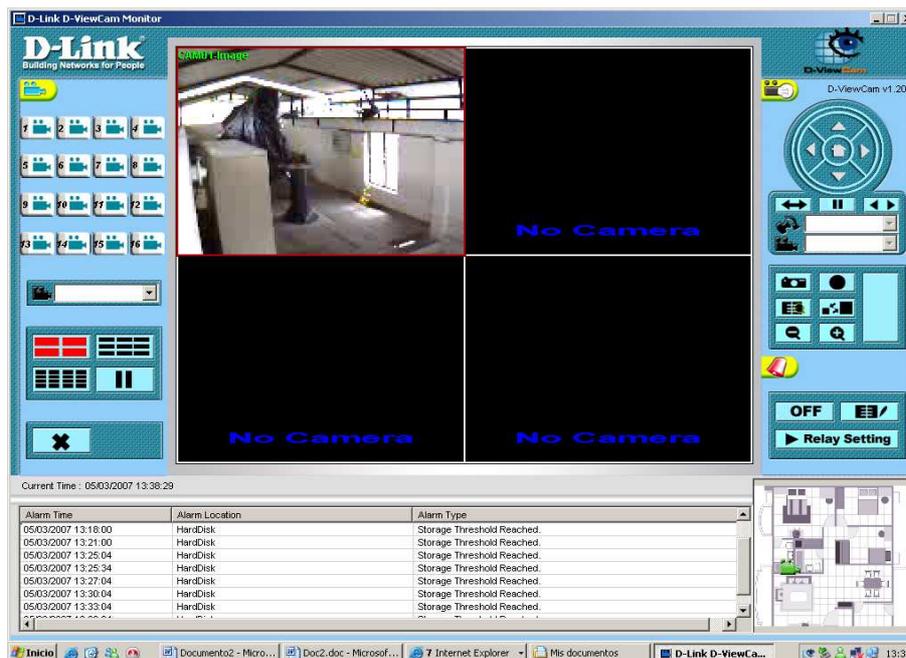


Figura 3.19 Visualización de la cámara IP

Para acceder a la cámara IP de forma remota, hay dos formas de hacerlo la una es digitando en la url del browser la dirección IP como se muestra en la figura 3.20.

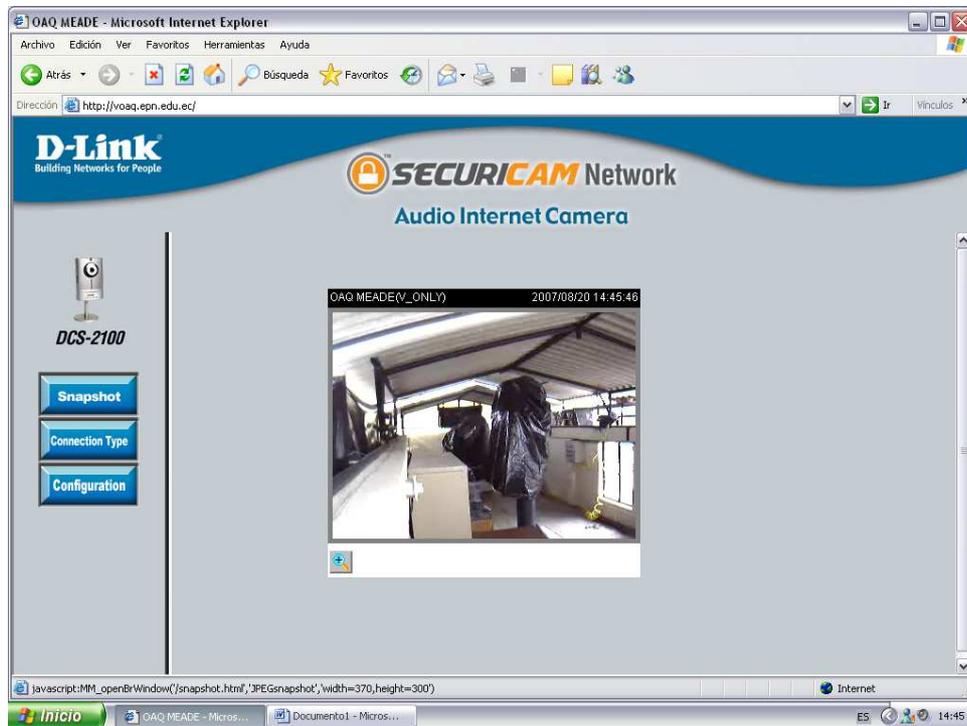


Figura 3.20 Ventana digitando en la Url la dirección IP

La otra forma es ingresando por la página web <http://oaq.epn.edu.ec/telvir> en visitas virtuales como se muestra en la figura 3.21, luego se debe loggear los visitantes. Se configuró para que ingresen hasta 10 usuarios simultáneamente por cada autenticación. La clave de administración es solo para cambiar los parámetros de configuración como brillo, luminosidad, tamaño del video, activar y desactivar el audio, como se muestra en la figura 3.23.

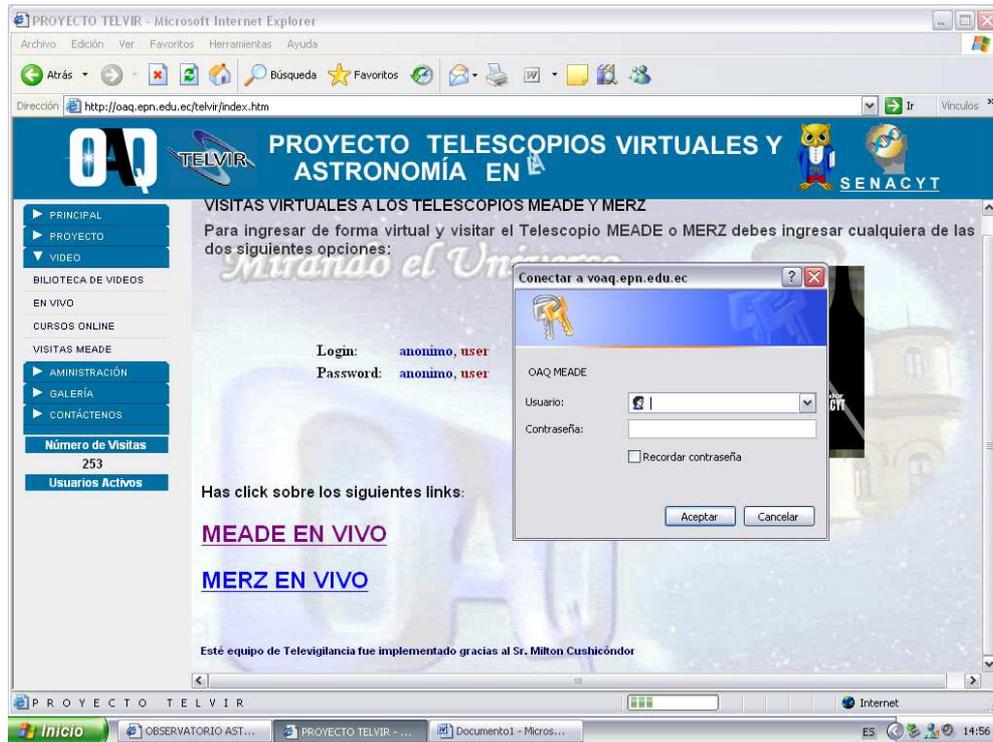


Figura 3.21 Visitas virtuales del telescopio MEADE

Una vez de ingresar las claves de usuario y contraseña aparece una ventana como muestra en la figura 3.22.

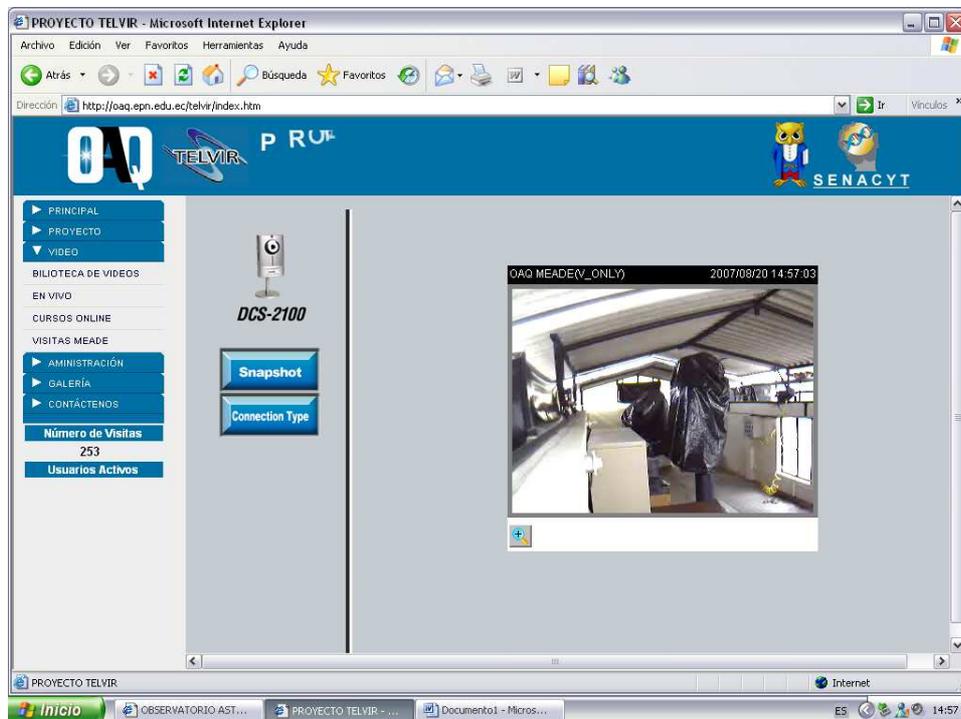


Figura 3.22 Visualización de la cámara IP en el proyecto telvir

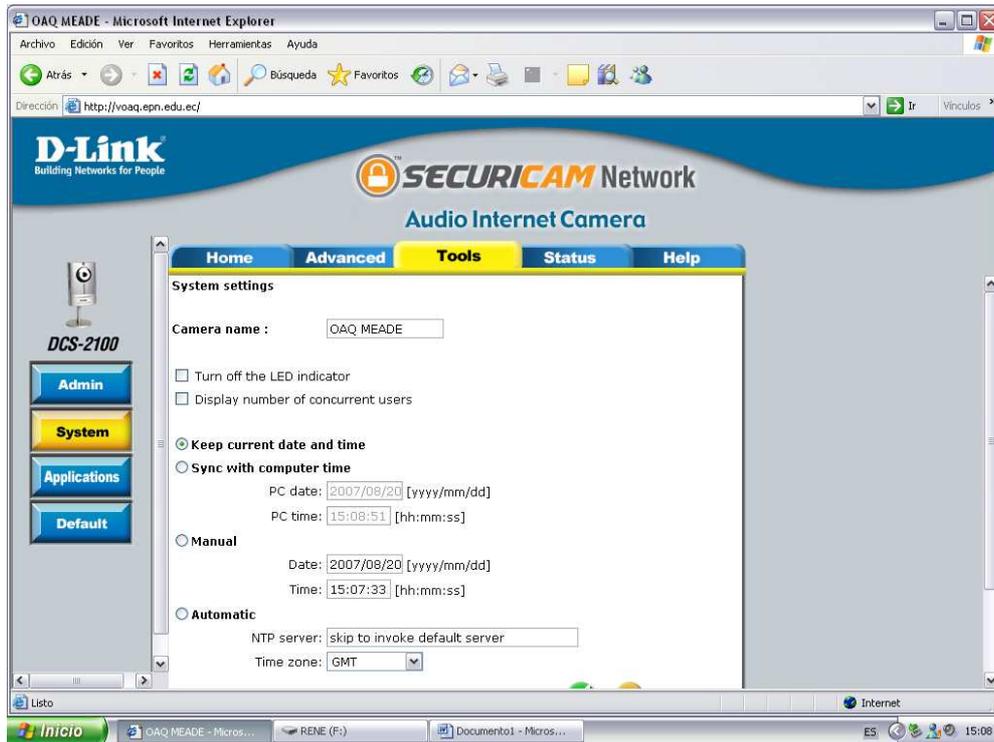


Figura 3.23 Parámetros de configuración

3.2.7 INSTALACIÓN DE LA ILUMINACIÓN PARA LA CÁMARA D-LINK DCS- 2100

Tomando como precaución que el sistema de vigilancia debe estar siempre visualizándose se instaló la iluminación que está controlado por el mismo microcontrolador que se está utilizando para el monitoreo de los parámetros meteorológicos. Al microcontrolador se programó para que la iluminación que necesita la cámara IP, funcione de 18:00 pm a 06:00 am todos los días del año.

3.2.7.1 Circuito de iluminación

La salida de pulso es por el pin RD7. Está salida permite la activación y desactivación del relé que controla el encendido o apagado de los focos como se observa en la figura 3.24.

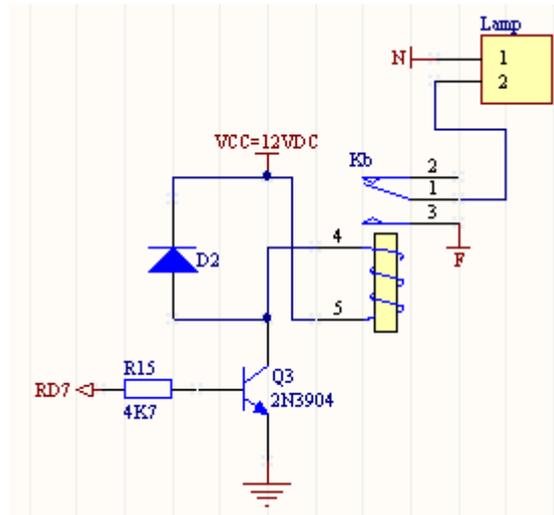


Figura 3.24 Circuito de iluminación para la cámara IP

En el sistema electrónico, está una bornera para la conexión de la iluminación de la cámara IP (Ver figura 3.25).



Figura 3.25 Bornera de iluminación ubicado en el sistema electrónico

El sistema de iluminación está constituido por focos los mismos que fueron instalados en la pared como se muestra en la figura 3.26.



Figura 3.26 Instalación del sistema de iluminación

3.3 SISTEMA DE SEGURIDAD

Existen principalmente tres tipos de sistemas de alarmas: las volumétricas, que detectan el movimiento por variación de temperatura del lugar y que según el modelo elegido, tiene un ángulo de detección mayor o menor; las magnéticas o de contacto, que detectan la apertura a través de imanes y se instalan en las puertas de entrada o ventanas, y las que detectan la rotura de cristales de las ventanas mediante vibración.

3.3.1 SISTEMA DE SEGURIDAD DE LA ESTACIÓN SATELITAL

El sistema de seguridad de la Estación Satelital está constituido por un contacto magnético, un teclado de mando, sirena exterior y una batería que garantiza el mantenimiento del sistema en caso de fallo en la corriente alterna, la cual está diseñada para la seguridad del telescopio MEADE.

Este sistema de seguridad dispone de un teclado de control. A través de este teclado de control del sistema se introduce dos códigos numéricos de cuatro cifras, uno para la activación y el otro para la desactivación del sistema, que solo conoce el usuario, conectando o desconectando el sistema de forma instantánea. El teclado de control está ubicado en la caja metálica del sistema electrónico como se muestra en la figura 3.27.



Figura 3.27 Teclado de control del sistema electrónico

3.3.2 CIRCUITOS PARA EL FUNCIONAMIENTO Y MONITOREO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD

3.3.2.1 Sonido

El sistema tiene un reset externo el mismo que está instalado, mediante un pulsador 1 lógico (pull up) en el pin MCLR del PIC.

En el sistema de seguridad se implementó un buzzer, el cual proporciona una señal auditiva cuando en el teclado de control se digite tanto la clave de activación como la desactivación. En la figura 3.28 se aprecia el circuito empleado para el funcionamiento del buzzer.

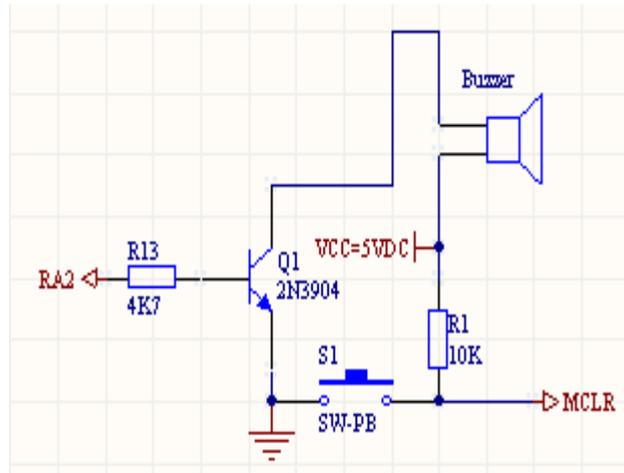


Figura 3.28 Circuito de funcionamiento del buzzer

3.3.2.2 Teclado de control

Para el teclado de control se utilizó un teclado matricial. Un teclado matricial es un simple arreglo de botones conectados en filas y columnas.

El teclado matricial 4x4 de la figura 3.29 ocupa 4 líneas del puerto B del microcontrolador para las filas y tres líneas para las columnas de este modo se pueden leer 12 teclas para el sistema de seguridad.

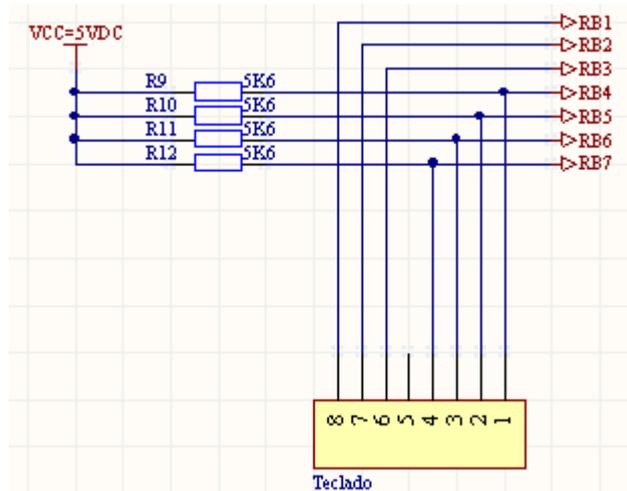


Figura 3.29 Circuito del teclado de control para el sistema de seguridad

3.3.2.3 Contacto magnético

Para el sistema de seguridad se emplea un contacto magnético, el cual tiene un terminal conectado con una resistencia pull up a la fuente de alimentación y el otro terminal a GND.

Este contacto magnético funciona cuando la central de alarma existente en la Estación Satelital deje de funcionar. Una vez que deje de funcionar la central la conexión del contacto magnético se realiza en un corto tiempo. El circuito implementado se aprecia en la figura 3.30.

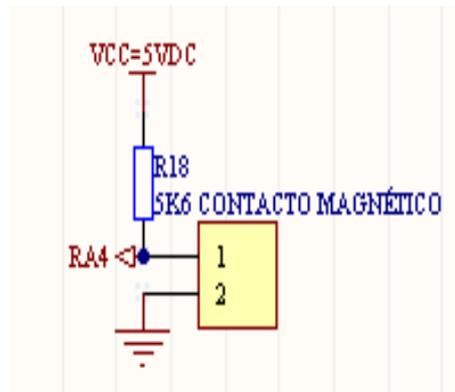


Figura 3.30 Circuito para el contacto magnético

3.3.2.4 Sirena

La sirena se emplea para el sistema de seguridad, funciona conjuntamente con el teclado de control y el contacto magnético. Se activa cuando el contacto magnético se abre, generando así un pulso de salida por el pin RD6 del microcontrolador. Este pulso es receptado por un relé el mismo que permite que la sirena se active o se desactive. Al igual que el contacto magnético la sirena está adaptada a la central de alarma. En la figura 3.31 se muestra el circuito implementado para la sirena.

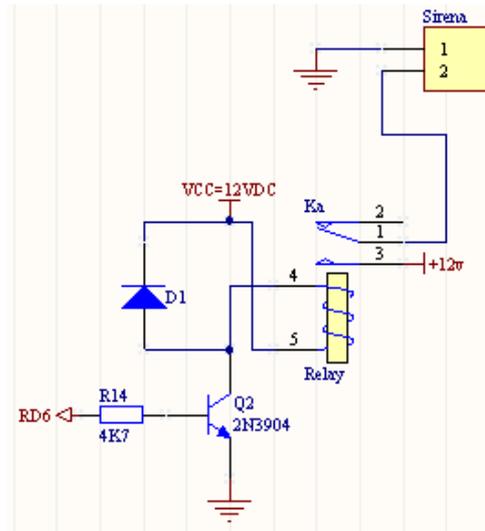


Figura 3.31 Circuito de la sirena del sistema de seguridad

En el sistema electrónico se tiene una bornera para conectar el contacto magnético, este contacto magnético se encuentra instalado en la base del telescopio MEADE como se muestra en la figura 3.32 y también se tiene otra bornera para conectar a la sirena.



Figura 3.32 Contacto magnético ubicado en la base del telescopio MEADE

CAPÍTULO 4

4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE LA ESTACIÓN SATELITAL

4.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA AUTOMATIZACIÓN DE LAS CUBIERTAS DE LA ESTACIÓN SATELITAL

Una vez montados e instalados los motorreductores en las cremalleras, se realizaron pruebas de funcionamiento, en las que se comprobaron que los piñones de los motorreductores y los dientes de los cantos de las cremalleras no existían ruidos anormales tales como ruidos de trituración, de golpes o demoliciones. A más de esto no existieron vibraciones anormales como oscilaciones.

El motorreductor 1 (azúl), funcionó correctamente cumpliendo con la placa de características del fabricante. La protección del motorreductor constituida por el guardamotor, se comprobó que funciona perfectamente de acuerdo a las especificaciones dadas por el fabricante. Su desplazamiento de derecha a izquierda se produce correctamente gracias a los contactores utilizados. La velocidad de este motorreductor es de 90 rpm, al desplazarlo a la derecha y a la izquierda se verificó que su velocidad es la correcta de acuerdo a la de la placa de características.

El motorreductor 2 (negro), se verificó que su funcionamiento es el correcto a la placa de características. El guardamotor implementado para la protección del motorreductor, su funcionamiento es perfectamente de acuerdo a las curvas de características del fabricante. Su velocidad es de 75 rpm, al desplazarlo de derecha a izquierda por medio de los pulsadores de marcha, se comprobó que su velocidad es la correcta de acuerdo a la placa de características del fabricante.

El motorreductor 3 (tomate), al ponerlo en marcha al igual que los otros dos motorreductores, se comprobó que su funcionamiento es correcto a las características del fabricante. El guardamotor utilizado para la protección contra sobrecargas, su funcionamiento fue correcto de acuerdo a las curvas de características del fabricante.

La velocidad de este motorreductor es de 68 rpm, al desplazarlo tanto a la derecha como a la izquierda con los pulsadores de marcha, se comprobó que el motorreductor funciona bien a la velocidad especificada por el fabricante.

4.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL MONITOREO AUTOMÁTICO DE LOS PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

Las pruebas de medición que se realizan son para verificar el correcto funcionamiento del sistema electrónico para cada uno de los parámetros meteorológicos. Cabe recalcar que primeramente se calibraron todos los circuitos de acondicionamiento para realizar todas estas pruebas de funcionamiento. A continuación se detallan las pruebas realizadas.

- Sensor de Temperatura

El termohigrógrafo es uno de los instrumentos que registra continuamente las variaciones tanto de temperatura como de humedad relativa del ambiente. El Observatorio Astronómico de Quito cuenta con este instrumento de medición.

Entonces las pruebas de la medición de la temperatura se realizaron contrastando las medidas dadas por el sistema electrónico con el termohigrógrafo como se observa en la figura 4.1.



Figura 4.1 Sistema electrónico y termohigrógrafo

De lo cual se consiguió los resultados mostrados en la tabla 4.1.

Item	Fecha	Hora	Sistema Electrónico	Termohigrógrafo	Error %
1	5/09/2007	15h20	20 °C	20 °C	0
2	5/09/2007	15h30	20 °C	20 °C	0
3	5/09/2007	15h40	20 °C	20 °C	0
4	5/09/2007	15h50	19 °C	19 °C	0
5	5/09/2007	16h00	19 °C	19 °C	0
6	5/09/2007	16h10	19 °C	19 °C	0
7	5/09/2007	16h20	19 °C	19 °C	0
8	5/09/2007	18h00	17 °C	17 °C	0
9	5/09/2007	18h10	17 °C	17 °C	0
10	5/09/2007	18h20	17 °C	17 °C	0

Tabla 4.1 Sistema electrónico (sensor de temperatura) y termohigrógrafo

Observando la tabla de datos vemos que el sistema electrónico registra correctamente las mediciones de temperatura.

Otra prueba de medición que se realizó fue también contrastando las mediciones del sistema electrónico con la de un termómetro (de mercurio) de marca BOECO.

Obteniéndose los siguientes resultados que se aprecian en la tabla 4.2.

Al observar los datos de la tabla 4.2, obtenidos en las mediciones realizadas no tenemos error por lo que el sistema electrónico funciona perfectamente.

Como el sistema electrónico es portátil, aprovechando esta ventaja se realizó una prueba de medición comparando los datos de la temperatura ambiente de un termómetro/reloj (del municipio del distrito metropolitano de Quito) con el sistema electrónico, respectivamente indicaron que el sensor esta midiendo correctamente.

Item	Fecha	Hora	Sistema Electrónico	Termómetro	Error %
1	10/09/2007	8h20	14 °C	14 °C	0
2	10/09/2007	8h30	14 °C	14 °C	0
3	10/09/2007	9h00	15 °C	15 °C	0
4	10/09/2007	13h20	20 °C	20 °C	0
5	10/09/2007	13h50	21 °C	21 °C	0
6	11/09/2007	10h00	15 °C	15 °C	0
7	11/09/2007	10h20	19 °C	19 °C	0
8	11/09/2007	11h00	17 °C	17 °C	0
9	11/09/2007	11h10	17 °C	17 °C	0
10	11/09/2007	11h20	17 °C	17 °C	0

Tabla 4.2 Sistema electrónico (sensor de temperatura) y termómetro/reloj

- Sensor de Humedad relativa

Para realizar pruebas de medición del sensor de humedad relativa del sistema electrónico se empleó el termohigrógrafo del Observatorio Astronómico de Quito. Se contrastó las mediciones del sensor de humedad relativa y el termohigrógrafo obteniéndose los siguientes resultados que se muestran en la tabla 4.3.

Item	Fecha	Hora	Sistema Electrónico	Termohigrógrafo	Error %
1	5/09/2007	15h30	38%	38 %	0
2	5/09/2007	15h40	39 %	38%	2.63
3	5/09/2007	15h50	40 %	39%	2.56
4	5/09/2007	16h00	41 %	41 %	0
5	5/09/2007	16h10	42 %	42 %	0
6	5/09/2007	16h20	43 %	43 %	0
7	5/09/2007	16h30	44 %	44%	0
8	5/09/2007	16h40	45 %	45 %	0
9	5/09/2007	16h50	46 %	46 %	0
10	5/09/2007	17h00	47 %	47 %	0

Tabla 4.3 Sistema electrónico(sensor de humedad relativa) y termohigrógrafo

Otro instrumento de medición que tiene el Observatorio Astronómico de Quito para realizar las mediciones de la humedad relativa del ambiente es el psicrómetro, el mismo que está compuesto por dos termómetros, uno de bulbo seco y otro húmedo. Con estos datos de temperatura y con la ayuda de las tablas psicrométricas se obtiene el valor de humedad relativa.

Entonces las pruebas de medición de la humedad relativa se realizaron contrastando las medidas dadas por el sistema electrónico con el psicrómetro. Obteniéndose los siguientes resultados que se aprecian en la tabla 4.4.

Item	Fecha	Hora	Sistema Electrónico	Psicrómetro	Error %
1	5/09/2007	15h30	38 %	38 %	0
2	5/09/2007	15h30	39 %	39 %	0
3	5/09/2007	15h40	40 %	40 %	0
4	5/09/2007	15h50	40%	40 %	0
5	5/09/2007	16h00	41 %	41 %	0
6	5/09/2007	16h10	42 %	42 %	0
7	5/09/2007	16h20	44 %	44 %	0
8	5/09/2007	18h00	45 %	45 %	0
9	5/09/2007	18h10	46 %	46 %	0
10	5/09/2007	18h20	47 %	47 %	0

Tabla 4.4 Sistema electrónico y Psicrómetro

Realizadas estas pruebas de medición se observa que el sensor utilizado para medir la humedad relativa del ambiente esta trabajando correctamente.

- Sensor de Presión atmosférica

Para las pruebas de medición del sensor de presión atmosférica se utilizó el barómetro. Este barómetro posee un termómetro en la parte inferior de tal forma que la medida obtenida por el instrumento pueda ser corregida a la temperatura de 0 °C , gracias a los valores obtenidos con la ayuda del termómetro.

Cabe recalcar que las mediciones de presión atmosférica que realiza el barómetro es en mmhg lo que al realizar la conversión a hectopascales (hPa), unidad de medida en la que opera el sistema, se tiene una precisión de centésimas que el sistema electrónico no está diseñado para mostrar en el LCD.

Las pruebas que se hicieron fue contrastando las medidas registradas por el sistema electrónico con el barómetro. En la tabla 4.5 se muestran los datos registrados.

Item	Fecha	Hora	Sistema Electrónico	Barómetro	Error %
1	5/09/2007	17h20	730 hPa	730.12 hPa	0.01
2	5/09/2007	17h30	730 hPa	730.24 hPa	0.03
3	5/09/2007	17h40	730 hPa	730.45 hPa	0.06
4	5/09/2007	17h50	730 hPa	730.58 hPa	0.08
5	5/09/2007	18h00	730 hPa	730.67 hPa	0.09
6	5/09/2007	18h10	730 hPa	730.73 hPa	0.1
7	5/09/2007	18h20	730 hPa	730.78 hPa	0.11
8	5/09/2007	18h30	730 hPa	730.84 hPa	0.12
9	5/09/2007	18h40	730 hPa	730.91 hPa	0.12
10	5/09/2007	18h50	730 hPa	730.93 hPa	0.13

Tabla 4.5 Sistema electrónico y Barómetro

Observando la tabla se deduce que el sensor de presión atmosférica utilizado sigue las características especificadas por el fabricante.

- Sensor de Pluviosidad

Las pruebas de medición para el sensor de pluviosidad se realizaron gracias a que ciertos días en la ciudad de Quito se produjo lluvias.

A continuación se presenta en la tabla 4.6 los datos de medición de la pluviosidad.

Item	Fecha	Hora	Sistema Electrónico
1	26/08/2007	16h00 a 17h00	32 pulsos
2	28/08/2007	17h05 a 17h25	5 pulsos
2	29/08/2007	21h00 a 22h45	65 pulsos

Tabla 4.6 Datos de medición del sensor de pluviosidad

Otra prueba de medición que se empleó fue de colocar agua en el orificio del sensor de pluviosidad registrándose 34 pulsos.

De estas pruebas realizadas verificamos que el sensor funciona correctamente cumpliendo con las características específicas por el fabricante.

En la figura 4.2 se aprecia el correcto funcionamiento del interfaz realizado para la descarga de los datos almacenados en la memoria eeprom.

	Fecha	Hora	presion	temperatura	humedad	pluviosidad	pluviosidad1
▶	01/10/2007	19:00:00	685,29	2,82	8,94	0	
	01/10/2007	20:00:00	665,88	1,53	5,22	0	
	01/10/2007	21:00:00	662,35	1,29	4,47	0	
	01/10/2007	22:00:00	662,35	1,29	4,47	0	
	01/10/2007	23:00:00	662,35	1,29	4,1	0	
	02/10/2007	0:00:00	662,35	1,29	3,73	0	
	02/10/2007	1:00:00	660,59	1,18	4,1	0	
	02/10/2007	2:00:00	662,35	1,18	4,1	0	
	02/10/2007	3:00:00	662,35	1,18	3,73	0	
	02/10/2007	4:00:00	662,35	1,18	3,73	0	
	02/10/2007	5:00:00	662,35	1,18	3,73	0	
	02/10/2007	6:00:00	660,59	1,06	3,73	0	
	02/10/2007	18:00:00	662,35	1,18	4,1	0	
	03/10/2007	20:00:00	650	0	0	0	
	03/10/2007	21:00:00	699,41	3,53	11,18	0	
	03/10/2007	22:00:00	685,29	2,59	8,2	0	
	03/10/2007	23:00:00	674,71	1,88	5,96	0	

Figura 4.2 Consulta de datos del interfaz

4.3 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD DE LA ESTACIÓN SATELITAL

4.3.1 SISTEMA DE VIGILANCIA DE LA ESTACIÓN SATELITAL

Para realizar estas pruebas de funcionamiento para el sistema de vigilancia se debe tomar en cuenta que para acceder a la cámara IP de forma remota, hay dos formas de hacerlo: la primera digitando en la url del browser la dirección IP y la otra ingresando por la página web <http://oaq.epn.edu.ec/telvir> en visitas virtuales.

Entonces realice pruebas dirigiéndome a centros de computo en donde tienen internet, en la cual ingrese las dos formas de acceder a la cámara IP. Todas estas pruebas se realizó ciertos días y a cualquier hora.

Aplicando la dirección IP: <http://voaq.epn.edu.ec> se tiene una ventana como se muestra en la figura 4.2, en la cual hay que digitar en usuario admin y en contraseña voaq 2007.

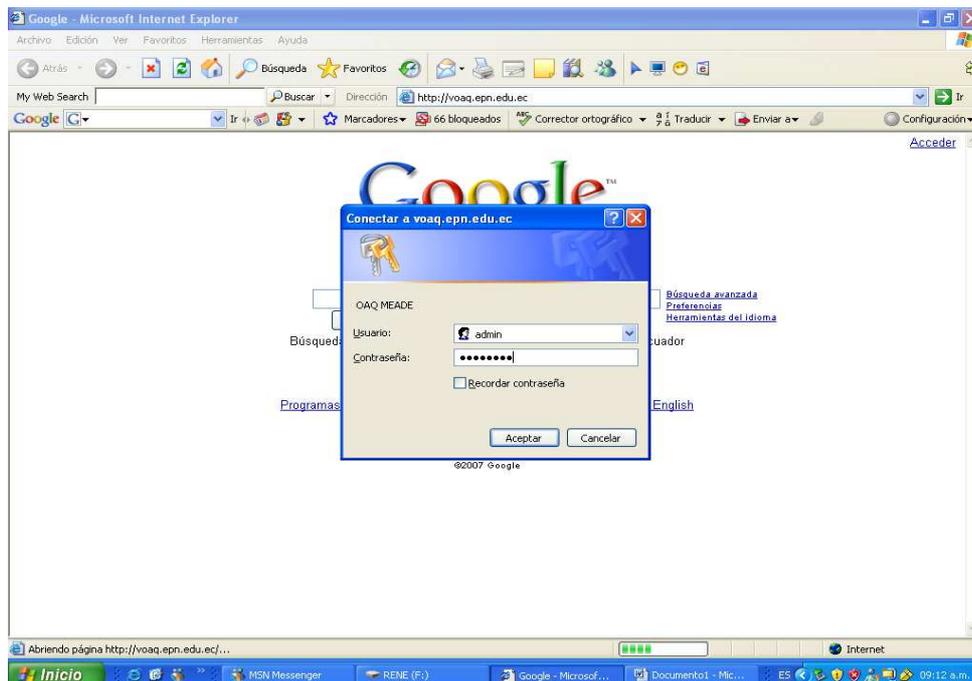


Figura 4.2 Ventana digitando la dirección IP

Una vez ingresado las claves se muestra la siguiente figura 4.3, en la cual se puede observar el correcto funcionamiento de la cámara IP.

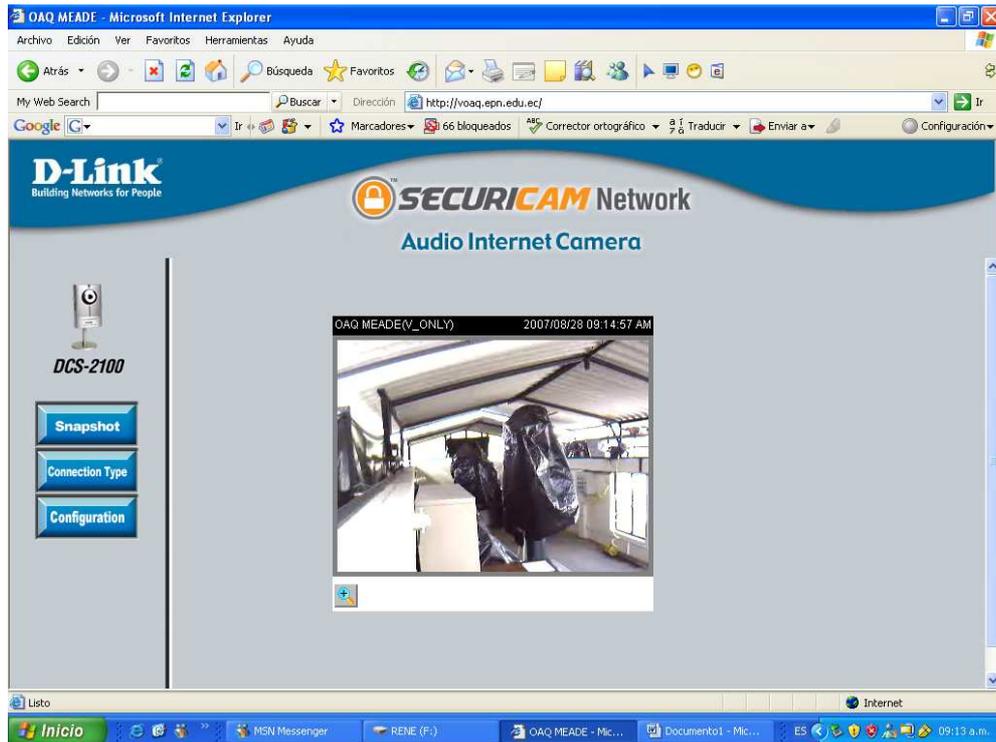


Figura 4.3 Cámara IP digitando en la url la dirección IP

Otra prueba que se realizó es ingresando a la página web <http://oaq.epn.edu.ec/telvir>. Para lo cual se ingresa en visitas virtuales como se muestra en la figura 4.4.

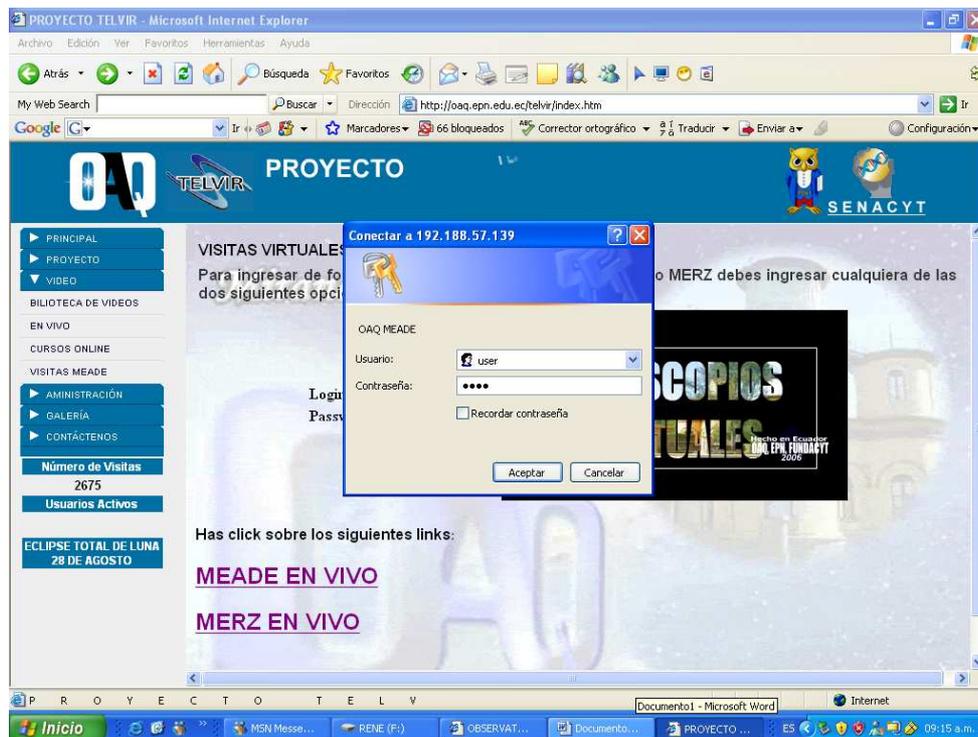


Figura 4.4 Ventana de las visitas virtuales de la página web

Una vez ingresado las claves de usuario y contraseña se obtiene la siguiente figura 4.5, en donde se observa que la cámara IP funciona perfectamente.

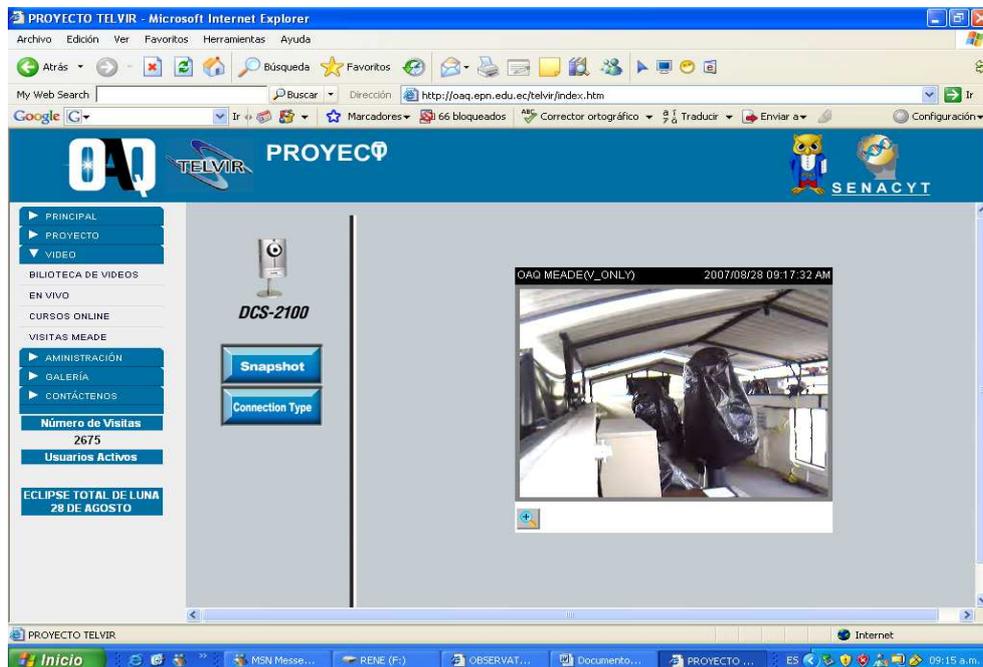


Figura 4.3 Cámara IP ingresando en la página web

Se realizaron las mismas pruebas otros días, teniendo como respuesta el correcto funcionamiento de la cámara IP.

4.3.2 SISTEMA DE SEGURIDAD DE LA ESTACIÓN SATELITAL

Las pruebas de funcionamiento realizadas para el sistema de seguridad, fueron hechas conjuntamente con la central de alarma instalada en la Estación Satelital. Para acceder al sistema de seguridad se tiene en el teclado de control una clave de activación cuyo código numérico es 2007, mediante este código queda activado el sistema de seguridad.

Para monitorear el telescopio MEADE se debe desactivar el sistema de seguridad mediante el código numérico 1978 y realizado esto se desactiva el sistema de seguridad.

Se realizaron continuamente estas pruebas digitando las claves de activado y desactivado en el teclado de control, obteniéndose un correcto funcionamiento de todos los dispositivos electrónicos que conforman el sistema de seguridad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- Los objetivos propuestos en este proyecto de titulación y alcances establecidos se cumplen satisfactoriamente, automatizándose todos los procesos que se realizaban manualmente en la Estación Satelital del Observatorio Astronómico de Quito.
- Se cumple con el objetivo que es automatizar la apertura y el cierre de las cubiertas de la Estación Satelital, con la implementación de motorreductores los mismos que son comandados mediante un control electromecánico.
- Una vez realizado el diseño y la construcción de la parte electromecánica se logró el correcto desplazamiento tanto a la derecha como a la izquierda de los motorreductores, y a la vez ver el perfecto acople de los piñones de los ejes de los motorreductores con los dientes de los cantos de las cremalleras.
- Se logró diseñar e implementar un sistema electrónico para el monitoreo automático de los parámetros meteorológicos, con la capacidad de almacenamiento de los datos muestreados en las noches con intervalo de una hora en una memoria del sistema, los mismos que son descargados por medio de la comunicación serial que el sistema electrónico dispone.
- La selección de los sensores se realizó en base a la variación de las condiciones climáticas que se presentan en la ciudad de Quito, mediante los resultados obtenidos se concluye que la selección de los sensores fueron correctos.

- El reloj de tiempo real (RTC) que el sistema electrónico dispone, permite el muestreo del tiempo en que son grabados los datos registrados por cada uno de los sensores.
- Los circuitos de acondicionamiento empleados para acoplar a los sensores con el microcontrolador, los mismos que están constituidos por amplificadores operacionales, demostraron tener una respuesta rápida a las señales generadas por los sensores.
- La cámara IP instalada para el sistema de vigilancia de la Estación Satelital, permite la monitorización y video vigilancia digital para el telescopio MEADE.
- En el proyecto se diseñó e implementó un sistema de seguridad, confiable y económico, utilizándose dispositivos electrónicos los mismos que muestran una respuesta rápida que el sistema de seguridad requiere.
- Al realizarse los costos del diseño del sistema electrónico se tiene un sistema económico referente a otros datalogger meteorológicos comerciales.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda realizar un constante mantenimiento adecuado a la parte mecánica de los motorreductores para evitar el desgaste de los piñones y de las cremalleras. También para evitar el atrancamiento de los rulimanes que se encuentran en la parte interior de las ruedas de rodamiento de las cubiertas.

- Una recomendación, es el cambio de aceite de los motorreductores para evitar el desgaste de los engranajes de los reductores. El lubricante a utilizarse es el indicado en las placas de características de cada motorreductor o nombres de productos equivalentes. Por lo general se recomienda utilizar el aceite SAE 90 (TEXACO).
- Para la ubicación de los sensores se debe realizar en un cobertizo meteorológico, el mismo que es contenedor para los sensores de medición, obteniéndose las medidas correctas de las condiciones climáticas que presenta la ciudad de Quito.
- El sistema electrónico diseñado para el monitoreo de los parámetros meteorológicos se encuentra dentro de una caja metálica, lo que permite que no exista un deterioro de los componentes electrónicos, así como también la protección de agentes externos que puedan dañar el correcto funcionamiento del sistema electrónico.
- Para transmitir a mayor distancia se sugiere utilizar el circuito integrado MAX 232, ya que este permite incrementar los niveles de voltaje de 5 V a ± 10 V.
- Se recomienda que a futuro se incremente el número de cámaras IP en la Estación Satelital, ya que se pueden monitorear múltiples cámaras vía software Windows, hasta 16 cámaras de forma simultánea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATMEL, Catálogo de la memoria EEPROM, www.atmel.com/literature
- MICROCHIP, Catálogo del PIC16F877A, www.microchip.com
- MOTOROLA, Catálogo del sensor de Presión MPX4115AP, www.motorola.com/semiconductors
- HONEYWELL, Catálogo del sensor de humedad relativa, www.honeywell.com/sensing/prodinfo/humiditymoisture/.
- DALLAS, Catálogo del reloj de tiempo real (RTC), www.dallas.com
- D-LINK, Guía rápida de instalación
- Cámaras IP, www.valetron.eresmas.net/cámaras
- ANGULO JOSÉ M. (2000). Microcontroladores PIC. Diseño práctico de aplicaciones. Segunda edición. McGRAW-HILL.
- LUMEX, Catálogo del LCD, www.lumex.com.tw
- REYES CARLOS. (2004). Microcontroladores PIC. Primera edición. Ayerve.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Código Eléctrico Nacional. Primera edición. Quito-Ecuador. 2001.
- PHELPS DODGE. Catálogo de cables comerciales.

- SALAZAR, Edgar. Diseño y construcción de una estación meteorológica portátil. Departamento de Electrónica y Control. Escuela Politécnica Nacional. Ecuador. Quito. Abril 2004.

- GORDILLO, Diego; TORO, Miguel. Modernización del sistema de control de la secadora de viruta de la fábrica de tableros aglomerados Novopan del Ecuador S.A. Departamento de Electrónica y Control. Escuela Politécnica Nacional. Ecuador . Quito. Marzo 2005.

- AUGUSTO CEVALLOS ROMÁN. (1996). Hablemos de electricidad. Primera edición. Escuela Politécnica Nacional. Ecuador. Quito.

ANEXOS

1. Tablas de normas de instalaciones eléctricas industriales
2. Manual de usuario de los sistemas automáticos de la Estación Satelital
3. Hojas de selección de los aparatos de maniobra y protección
4. Microcontrolador PIC16F877A
5. Memoria eeprom serial 24C16A
6. Reloj de tiempo real (RTC) DS1307
7. Circuito integrado MAX 232
8. Regulador de voltaje LM338K
9. Sensor de temperatura LM35
10. Sensor de presión atmosférica MPX4115AP
11. Sensor de humedad relativa (VERNIER)
12. Sensor de pluviosidad ISCO 674
13. LCD (Display de cristal líquido)
14. Análisis económico del sistema electrónico
15. Estudio técnico de la instalación eléctrica del sistema de fuerza de la automatización de las cubiertas de la Estación Satelital