



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y
MONITOREO AUTOMÁTICO DE AGUA EN CISTERNAS UTILIZANDO
RADIO FRECUENCIAS”**

“Tesis de Grado, previa la obtención del título de

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y COMPUTACIÓN”

Presentado por:

DAMIÁN IVÁN GRANJA HEREDIA

NANCY CECILIA CASCO BRITO

RIOBAMBA – ECUADOR

2010

Agradezco a Dios por darme la fortaleza para seguir adelante, a mis padres por la comprensión paciencia y confianza brindada, a mis hermanos que han sido un pilar muy importante en mi vida, a mis amigos que siempre me han apoyado incondicionalmente y por último a mi compañera y gran amiga que con su paciencia e inteligencia ha hecho posible alcanzar nuestras metas. A todos que dios los bendiga.

Iván

Quiero agradecer a Dios por haberme dado la sabiduría necesaria para seguir adelante y poder culminar la carrera, a mis padres por su apoyo incondicional, por la confianza brindada y especialmente por motivarme día a día con su ejemplo y palabras, a mi hermano por aconsejarme y animarme siempre a seguir adelante, a Iván por su comprensión y paciencia brindada.

Nancy

Dedicamos esta tesis a todas aquellas personas que han creído en nosotros en todo momento. A todos aquellos que de una u otra manera contribuyeron en la culminación del mismo: esto es a nuestro director Ing. Paúl Romero y al Ing. Edwin Altamirano, a nuestros amigos, pero sobre todo a las personas que siempre rebozaron de paciencia para con nosotros

Nuestros Padres

Iván y Nancy

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Dr. Ms.c. Romeo Rodríguez

DECANO DE LA FACULTAD

DE INFORMÁTICA Y

ELECTRÓNICA

.....

.....

Ing. Paúl Romero

DIRECTOR DE LA

ESCUELA DE INGENIERÍA

ELECTRÓNICA

.....

.....

Ing. Paúl Romero

DIRECTOR DE TESIS

.....

.....

Ing. Edwin Altamirano

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

.....

Tlgo. Carlos Rodríguez

DIRECTOR DPTO.

DOCUMENTACIÓN

.....

.....

NOTA DE LA TESIS

.....

Nosotros, **DAMIÁN IVÁN GRANJA HEREDIA** y **NANCY CECILIA CASCO BRITO**, somos los responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis de Grado, y el patrimonio intelectual de la misma pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Damián Iván Granja Heredia

Nancy Cecilia Casco Brito

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AC	Corriente alterna.
A/D	Analógico/ Digital.
CAN	Red de Área de Controladores.
CI	Circuito Integrado.
CPU	Unidad de Procesamiento Central.
CYMAC	Control y monitoreo automático de cisternas.
EEPROM	Memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente.
FLASH	Memoria electrónica no volátil de bajo consumo.
MCLR	Master Clear (Reset).
OSC	Oscilador.
PC	Computador Personal.
PIC	Controlador de interfaces periféricos.
PLC	Controlador Lógico Programable.
PWM	Moduladores por Ancho de Pulso.
RAM	Memoria de Acceso Aleatorio.
RF	Radiofrecuencia.
ROM	Memoria de solo lectura.
Rx	Receptor.
Tx	Transmisor.
UART	Adaptador de comunicación serie asíncrona.
uC	Microcontrolador.
USART,	Adaptador de comunicación serie síncrona y asíncrona
USB	Bus serie universal.
Vca	Voltaje de corriente alterna.
Vcc	Voltaje de corriente continúa.
XT	Oscilador tipo cristal.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1	ANTECEDENTES.....	- 17 -
1.2	JUSTIFICACIÓN	- 18 -
1.3	OBJETIVOS	- 19 -
1.3.1	OBJETIVO GENERAL:	- 19 -
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	- 19 -
1.4	HIPÓTESIS	- 20 -

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1	SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL.....	- 21 -
2.1.1	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	- 22 -
2.1.2	MICROCONTROLADORES	- 24 -
2.1.2.1	Características generales	- 25 -
2.1.2.2	Características especiales	- 26 -
2.1.2.3	Descripción del PIC16f877A	- 26 -
2.1.2.4	Descripción General del PIC16f628A.....	- 28 -
2.2	ACTUADORES	- 30 -

2.2.1	BOMBAS AC.....	- 32 -
2.2.2	VÁLVULAS.....	- 34 -
2.2.2.1	Tipos de Válvulas	- 35 -
2.3	SENSORES.....	- 40 -
2.3.1	Clasificación General	- 40 -
2.4	COMUNICACIÓN INALÁMBRICA	- 44 -
2.4.1	INFRARROJOS	- 44 -
2.4.2	RADIO FRECUENCIA	- 45 -
2.4.2.1	Módulo Transmisor RF AUK 433.....	- 46 -
2.4.2.2	Módulo Receptor RF AUK 433	- 47 -
2.5	PANTALLAS LCD	- 49 -
2.5.1	GRAFICAS (GLCD).....	- 50 -
2.5.2	ALFANUMÉRICOS.....	- 50 -
2.5.2.1	Características.....	- 51 -
2.5.2.2	Memoria	- 51 -
2.5.2.3	Asignación de los pines del módulo LCD.....	- 53 -

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL SISTEMA

3.1	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	- 55 -
3.1.1	MÓDULO DE ALIMENTACIÓN.....	- 57 -
3.1.2	MODULO DE ADQUISICIÓN DE SEÑALES	- 59 -
3.1.3	CODIFICACIÓN DE DATOS.....	- 61 -
3.1.4	MÓDULO TRANSMISOR DE DATOS	- 63 -
3.1.5	MÓDULO RECEPTOR Y DECODIFICACIÓN DE DATOS.....	- 66 -
3.1.6	INTERFAZ DE USUARIO.....	- 67 -
3.1.7	MÓDULO DE POTENCIA	- 77 -

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

- 4.1. SIMULACIÓN.....- 80 -
- 4.2. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA EN PROTOBOARD.- 85 -
- 4.3. DISEÑO DE CIRCUITOS IMPRESOS- 88 -

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- 5.1 ANÁLISIS.....- 93 -

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

GLOSARIO

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1.	Esquema general de un sistema de control.....	22
Figura II.2.	Estructura general de un PLC.....	23
Figura II.3.	PIC16F877A.....	26
Figura II.4.	PIC16F628A.....	28
Figura II.5.	Actuadores Neumáticos.....	30
Figura II.6.	Actuadores Hidráulicos.....	31
Figura II.7.	Actuadores Eléctricos.....	31
Figura II.8.	Tipos de succión de las bombas centrifugas horizontales.....	32
Figura II.9.	Bombas centrifuga vertical.....	33
Figura II.10.	Bomba sumergible.....	34
Figura II.11.	Electroválvulas.....	36
Figura II.12.	Funcionamiento de las Electroválvulas.....	38
Figura II.13.	Sensores de nivel en sólidos.....	41
Figura II.14.	Sensores de nivel en líquidos.....	42
Figura II.15.	Reed Switch.....	43
Figura II.16.	Comunicación por infrarrojo.....	45
Figura II.17.	Modulo transmisor de RF.....	46
Figura II.18.	Modulo receptor de RF.....	48
Figura II.19.	Display GLCD 128x64.....	50
Figura II.20.	Display LCD Alfanumérico.....	51
Figura II.21.	Carácter definido por el usuario.....	52
Figura III.1.	Esquema general del sistema.....	55
Figura III.2.	Fuente de Alimentación.....	58
Figura III.3.	Sensores de flujo y nivel de agua.....	59
Figura III.4.	Diagrama de conexión de “0” a”1” lógico.....	60
Figura III.5.	Codificación de datos.....	62
Figura III.6.	Transmisión de datos.....	63
Figura III.7.	Diagrama de flujo general de la transmisión de datos.....	64
Figura III.8.	Diagrama eléctrico de la transmisión de datos.....	65

Figura III.9.	Recepción de datos.....	66
Figura III.10.	Bloques de 5 x 8 que representa un caracter	68
Figura III.11.	Diagrama de flujo función niveles de agua	70
Figura III.12.	Diagrama de flujo control caudal	72
Figura III.13.	Diagrama de flujo Modo manual	73
Figura III.14.	Diagrama de flujo funcionamiento inicial del modulo receptor....	75
Figura III.15.	Diagrama eléctrico de la recepción de datos	76
Figura III.16.	Diagrama eléctrico de la etapa de potencia.....	79
Figura IV.1.	Inicio programa.....	81
Figura IV.2.	Menú principal.	82
Figura IV.3.	Visualización de niveles de agua.	83
Figura IV.4.	Visualización submenú control caudal.....	83
Figura IV.5.	Visualización mensaje restaurar caudal.....	83
Figura IV.6.	Visualización submenú modo manual.....	84
Figura IV.7.	Visualización submenús modo manual.....	84
Figura IV.8.	Visualización menú control capacidad.	85
Figura IV.9.	Visualización menú Limpieza de cisterna.....	85
Figura IV.10.	Implementación del módulo transmisor de datos.....	86
Figura IV.11.	Implementación del módulo receptor de datos.....	86
Figura IV.12.	Menús del sistema.....	86
Figura IV.13.	Nivel alto del sistema.....	87
Figura IV.14.	Implementación del módulo de potencia con foco.....	87
Figura IV.15.	Implementación del módulo de potencia con electroválvula.....	87
Figura IV.16.	Implementación de alarma de emergencia.....	88
Figura IV.17.	Circuito impreso módulo transmisor.....	88
Figura IV.18.	Módulo transmisor 3D.....	89
Figura IV.19.	Circuito impreso módulo receptor.....	89
Figura IV.20.	Modulo receptor 3D.....	90
Figura IV.21.	Circuito impreso módulo potencia.....	90
Figura IV.22.	Modulo potencia 3D.....	91
Figura IV.23.	Circuito impreso módulo alarma.....	91
Figura IV.24.	Modulo alarma 3D.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II:I	Características PIC16F877A.....	27
Tabla II:II	Características PIC16F628A.....	29
Tabla II:III	Características de los principales tipos de válvulas de control manual..	35
Tabla II:IV	Características de los principales tipos de válvulas selenoide.....	39
Tabla II:V	Características específicas módulo transmisor.....	47
Tabla II:VI	Características específicas módulo receptor..	49
Tabla II:VII	Relación de pines del modulo LCD.....	54
Tabla III:I	Comandos de control para manejar un LCD.....	68
Tabla III:II	Posiciones en la memoria CGRAM.....	69
Tabla III:III	Posiciones en la memoria CGRAM.....	78
Tabla V.I.	Corriente del sistema CYMAC.	95

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A.** Estructura Interna Pic16f877A.
- Anexo B.** Estructura Interna Pic16f628A.
- Anexo C.** Regulador de Voltaje 7805A.
- Anexo D.** Moc 30xx.
- Anexo E.** Triac BT136 series.
- Anexo F.** Modulo transmisor / Receptor.
- Anexo G.** Fotos placa Transmisor.
- Anexo H.** Fotos placa Receptor.
- Anexo I.** Fotos Potencia.
- Anexo J.** Código fuente.

INTRODUCCIÓN

Considerando que el agua potable es imprescindible para la existencia humana, y que su consumo se lo debe optimizar diariamente en cada uno de los hogares, por el bien social y la conservación de éste recurso, se ha diseñado mediante la ciencia de la Ingeniería Electrónica una aplicación de automatización.

Se ha empleado técnicas de lectura investigativa, métodos lógicos y sistemáticos para modelar el sistema, mediante la elección de dispositivos electrónicos modernos como microcontroladores, transmisores de radio frecuencia, pantalla LCD, electroválvulas de agua, red switches, teclado matricial, relés de estado sólido, optoacopladores, etc.

La implementación de éste diseño está orientada a los domicilios que en su estructura incluyan una cisterna de agua y una bomba AC, que con una determinada conexión de electroválvulas en las tuberías se activarán de conformidad con el software establecido en el microcontrolador para los controles de potencia.

La funcionalidad del diseño permite controlar el abastecimiento de agua potable dentro del hogar, que mediante la etapa de control seleccionará automáticamente el flujo de agua más óptimo para el suministro interno, el cual dependerá de los niveles de almacenamiento en la cisterna y de la captación temporal de agua que brinda el proveedor del servicio.

En la pantalla de cristal líquido se visualizará las siguientes opciones:

- Visualización grafica de los niveles de agua en la cisterna.
- Control máximo caudal de ingreso al domicilio.
- Modos manual de operación de electroválvulas y motor AC.
- Preparar a la cisterna para una futura limpieza.
- Configuración capacidad de llenado de la cisterna.

El desarrollo del sistema está contenido en cinco capítulos descritos a continuación:

Encargado de las generalidades, el capítulo uno muestra los antecedentes, justificación objetivos y la hipótesis del sistema, el capítulo dos muestra en forma breve los fundamentos básicos, sobre sistemas de automatización (PLC, microcontroladores), sensores, válvulas, radio frecuencia, pantallas LCD.

La ingeniería se ve refleja en el tercer y cuarto capítulo, encargados del diseño e implementación del sistema .Al ser un sistema compuesto por hardware y software tiene mayores posibilidades a fallar, es así que el capítulo cinco es el encargado de mostrar todas las pruebas, problemas y soluciones que se han tenido que sobrellevar para garantizar el buen funcionamiento del sistema CYMAC.

Las conclusiones y recomendaciones son fundamentales para determinar la validez del presente proyecto, siendo presentadas en forma clara en el último capítulo.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

El agua es un recurso imprescindible para el desarrollo de la vida, donde los costos de captación, transporte y potabilización lo convierten en un recurso limitado que debe preservarse, utilizando sistemas de ahorro de agua como construcción de cisternas, sistemas de reducción de caudal de agua en la grifería de los aparatos sanitarios de ducha, lavadero y fregadero.

En la ciudad de Riobamba al igual que en otras ciudades del país se mantiene el problema de servicio de suministro del líquido vital ya que la Empresa de Agua Potable no abastece las 24 horas del día, sino apenas suministra cuatro horas promedio,

obligando a los dueños de las viviendas, departamentos, edificaciones e inclusive industrias a construir cisternas o adquirir reservorios para evitar el desabastecimiento de agua potable.

La forma manual y tediosa de controlar y verificar el estado de agua en la cisterna produce cierta inconformidad e insatisfacción ya que se debe estar pendiente de abrir y cerrar las llaves que controlan el acceso de flujo normal de agua, o de la cisterna. Como el flujo normal de agua es temporal este solo se lo utiliza para el abastecimiento de la cisterna mas no para el uso diario dentro del domicilio.

Otro inconveniente que se presenta a la hora de limpiar la cisterna es el de desalojar o evacuar el agua, por no tener un control del nivel de agua en la cisterna provocando pérdida de tiempo y de agua.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El limitado o ineficiente abastecimiento de agua potable en la ciudad de Riobamba por parte de la Empresa proveedora de servicio “EMAPAR”, ha obligado a los dueños de las viviendas, comercios, industrias, clínicas, etc., a incorporar como parte fundamental de la estructura física de las instalaciones, una cisterna o reservorio de agua potable, para suplir el servicio de abastecimiento de agua en forma continua.

La esperanza de tener un servicio continuo de suministro de agua potable las veinticuatro horas del día durante los siete días de la semana está lejos de ser realidad, mientras no exista un verdadero compromiso social de resolver en forma definitiva la

dotación de éste servicio básico, por parte de los directivos de la Empresa y las Autoridades al no exigir una solución.

Mientras el problema del servicio básico se mantenga, y como parte de una sociedad productiva aprovechando los conocimientos tecnológicos, se ha diseñado un prototipo electrónico de automatización para controlar el suministro de agua potable en un domicilio que posea una cisterna y una bomba de agua.

Éste sistema de control y monitoreo automático, es una alternativa viable y atractiva para los propietarios de las viviendas, ya que está diseñado con una interfaz sencilla de operación pudiendo administrar una persona que no posea conocimientos técnicos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL:

- Diseñar e implementar un sistema de control y monitoreo automático de agua en cisternas utilizando radio frecuencia.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Investigar y analizar las características técnicas de los dispositivos electrónicos de control de flujo de agua, sensores, actuadores de potencia y transmisores digitales.

- Diseñar un prototipo electrónico para la automatización de control de flujo de agua potable para un domicilio.
- Desarrollar el software para el monitoreo, control y administración de las funciones del circuito de control mediante un microcontrolador.
- Implementar, administrar y verificar el funcionamiento del prototipo electrónico en la práctica.

1.4 HIPÓTESIS

El estudio, diseño e implementación del sistema de control y monitoreo automático de suministro de agua potable domiciliario estará basado en la aplicación de la Ingeniería Electrónica y la automatización, a través de dispositivos electrónicos como: microcontroladores, interruptores magnéticos, transmisores y receptores digitales y electroválvulas de agua, con el objetivo de administrar y supervisar el abastecimiento de agua potable local del domicilio, optimizando y reduciendo el consumo de agua y energía eléctrica.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

Un sistema de control se caracteriza por la presencia de una serie de elementos interconectados que permiten influir en el funcionamiento global del sistema a través de una lógica determinada. La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados en algún elemento de memoria (consigna).

Los elementos básicos que forman parte de un sistema de control son:

- Sensores. Permiten conocer los valores de las variables medidas del sistema.
- Controlador. Utilizando los valores determinados por los sensores y la consigna

impuesta, calcula la acción que debe aplicarse para modificar las variables de control en base a cierta estrategia.

- Actuador. Es el mecanismo que ejecuta la acción calculada por el controlador y que modifica las variables de control.

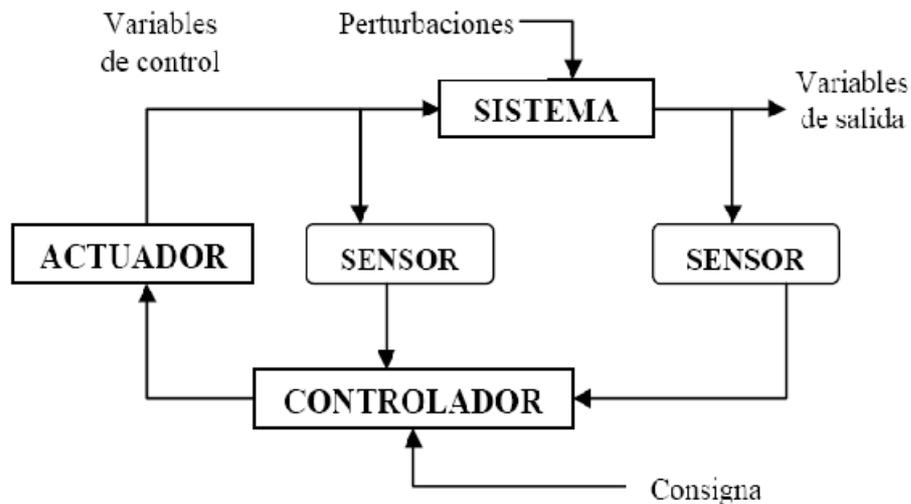


Figura II .1. Esquema general de un sistema de control.

2.1.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Un PLC o autómatas es un dispositivo electrónico programable que se utiliza para controlar, dentro de un entorno industrial, máquinas o procesos lógicos y/o secuenciales.

Aplicaciones básicas de un Controlador Lógico Programable:

- Reemplazar la lógica de relés para el comando de motores, máquinas, cilindros,

neumáticos e hidráulicos, etc.

- Reemplazar temporizadores y contadores electromecánicos.
- Actuar como interface entre una PC y el proceso de fabricación.
- Efectuar diagnósticos de fallas y alarmas.
- Controlar y comandar tareas repetitivas y peligrosas.
- Administración de equipos electrónicos remotos desde un punto distante de la fábrica.

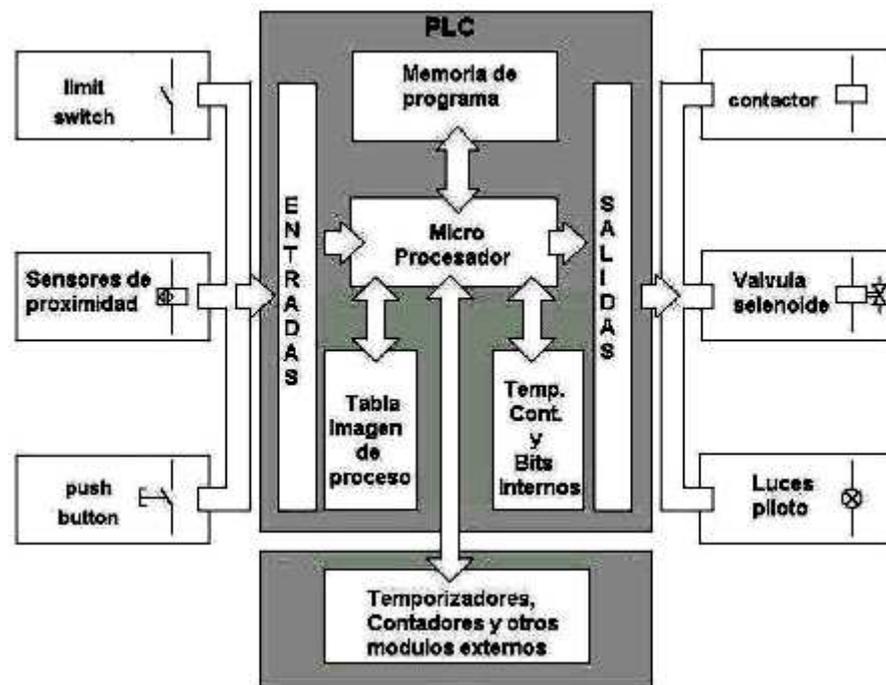


Figura II .2. Estructura general de un PLC.

Sus principales ventajas son:

- Menor cableado, reduce los costos y los tiempos de parada de planta.
- Reducción del espacio en los tableros.

- Mayor facilidad para el mantenimiento y puesta en servicio.
- Flexibilidad de configuración y programación, lo que permite adaptar fácilmente la automatización a los cambios del proceso.

2.1.2 MICROCONTROLADORES

Los microcontroladores son computadores digitales integrados en un único chip conformado internamente por una unidad de procesamiento central (CPU), una memoria eeprom para almacenar el programa, una memoria RAM para almacenar datos y puertos de entrada salida.

A diferencia de los microprocesadores de propósito general, como los que se usan en los computadores personales, los microcontroladores son unidades autosuficientes y económicas, el funcionamiento está determinado por el software grabado en su memoria. Existen numerosas aplicaciones que permiten la programación del software de un microcontrolador, como por ejemplo (micro c, mplab, microcode, etc), y se puede reprogramar repetidas veces.

Para la programación de los PICs en el sistema se ha utilizado el programa MicroCode Studio (IDE) que tiene un ambiente integrado de desarrollo de Mecanique, diseñado especialmente para MicroEngineering Labs, de libre adquisición a través de la pagina web <http://www.microengineeringlabs.com>, además de requerir un compilador

PICBasic que cuenta con un editor de texto diseñado para facilitar la programación de los microcontroladores ya que los procedimientos para programar son muy sencillos.

2.1.2.1 Características generales

- **Unidad de Procesamiento Central:** Típicamente de 8 bits, pero también las hay de 4, 32 y hasta 64 bits con arquitectura Harvard, con memoria/bus de datos separada de la memoria/bus de instrucciones de programa, o arquitectura de von Neumann, también llamada arquitectura Princeton, con memoria/bus de datos y de programa compartidas.
- **Memoria de Programa:** Es una memoria ROM, EPROM, EEPROM o Flash que almacena el código del programa que típicamente puede ser de 1 kilobyte a varios megabytes.
- **Memoria de Datos:** Es una memoria RAM que típicamente puede ser de 1, 2 4, 8, 16, 32 kilobytes.
- **Generador del Reloj:** Usualmente un cristal de cuarzo de frecuencias que genera una señal oscilatoria de entre 1 a 40 MHz, o también resonadores o circuitos RC.
- **Interfaz de Entrada/Salida:** Puertos paralelos, seriales UARTs, I2C, Interfaces de Periféricos Seriales SPIs, Red de Área de Controladores CAN, USB (Universal Serial Bus).

Por las características mencionadas y su alta flexibilidad, los uC son ampliamente utilizados como el cerebro de una gran variedad de sistemas embebidos que controlan máquinas, componentes de sistemas complejos, como aplicaciones industriales de

automatización y robótica, domótica, equipos médicos, sistemas aeroespaciales, e incluso dispositivos de la vida diaria como automóviles, hornos de microondas, teléfonos y televisores.

2.1.2.2 Características especiales

- Conversores Análogo-Digitales (A/D, analog-to-digital) para convertir un nivel de voltaje en un cierto pin a un valor digital manipulable por el programa del uC.
- Moduladores por Ancho de Pulso (PWM) para generar ondas cuadradas de frecuencia fija pero con ancho de pulso modificable.

2.1.2.3 Descripción del PIC16f877A



Figura II .3. PIC16F877A

El PIC16F877A de Microchip pertenece a una gran familia de uC de 8 bits (bus de datos), posee varias características que hacen a este un dispositivo muy versátil, eficiente y práctico para ser empleado en la aplicación que posteriormente será detallada.

Características Principales.

Las características principales del PIC16f877A se muestran en la siguiente tabla.

Tabla II.1. Características PIC16F877A.

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Memoria de programa	8 KBytes (8192 instrucciones)
Memoria SRAM	368 Bytes
Memoria EEPROM	256 Bytes
Puertos E/S	A,B,C,D,E
Pines de E/S	33
Entradas analógicas (ADC)	8 (10 Bits)
Salidas PWM	2
SPI	Si
I2C	Si (Master)
USART	Si
Temporizadores de 8 Bits	2
Temporizadores de 16 Bits	1
Comparadores	2
Oscilador	0-20 MHz
Número de pines	40/44
Encapsulado	PDIP, PLCC, TQFP, QFN
Juego de instrucciones	35 Instrucciones
Longitud de la instrucción	14 bits
Arquitectura	Harvard
CPU	Risc

Fuente: <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php/PIC16f877a>

En el anexo (A) se muestra a manera de bloques la organización interna del PIC16F877A, para tener una visión interna del Chip.

2.1.2.4 Descripción General del PIC16f628A

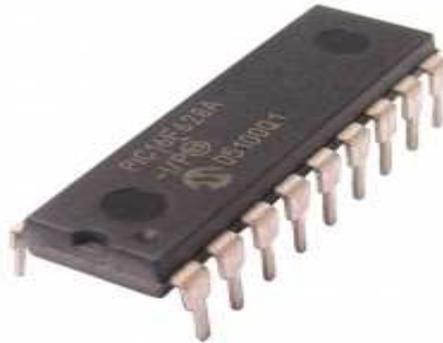


Figura II.4. PIC16F628A

El PIC16F628A fabricado por Microchip Corp. pertenece a una gran familia de uC de 8 bits (bus de datos), es muy popular en la actualidad por su gran velocidad, versatilidad, bajo consumo de potencia, bajo costo y gran disponibilidad de herramientas para su programación esto ha hecho que este remplazando rápidamente al popular PIC16F84.

Características Principales

Las características principales del PIC16f628A se muestran en la siguiente tabla.

Tabla II.II. Características PIC16F628A.

CARACTERÍSTICA	PROPIEDAD
Memoria de programa	1 KBytes)
Memoria SRAM	224 Bytes
Memoria EEPROM	128 Bytes
Puertos E/S	A,B
Pines de E/S	16
Entradas analógicas (ADC)	Si
Salidas PWM	2
SPI	No
I2C	No
USART	Si
Temporizadores de 8 Bits	2
Temporizadores de 16 Bits	1
Comparadores	2
Oscilador	Frecuencia máxima: 20 MHz Oscilador interno de 4 MHz.
Número de pines	18
Encapsulado	PDIP, SOIC, SSOP, QFN
Juego de instrucciones	35 Instrucciones
Longitud de la instrucción	14 bits
Arquitectura	Harvard
CPU	Risc

Fuente: <http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php/PIC16f628a>

En el anexo (B) se muestra a manera de bloques la organización interna del PIC16F628A, para tener una visión interna del Chip.

2.2 ACTUADORES

Se denominan actuadores a aquellos elementos que pueden provocar un efecto sobre un proceso automatizado. Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas, las bombas, motores, inyectores, etc.

Existen tres tipos de actuadores:

- **Neumáticos.-** A los mecanismos que convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico se les denomina actuadores neumáticos. Aunque en esencia son idénticos a los actuadores hidráulicos, el rango de compresión es mayor en este caso, además de que hay una pequeña diferencia en cuanto al uso y en lo que se refiere a la estructura, debido a que estos tienen poca viscosidad. (Fig. II.5).



Figura II.5. Actuadores Neumáticos.

- **Hidráulicos.-** Este tipo de actuadores no se diferencia mucho de los neumáticos. En ellos, en vez de aire se utilizan aceites minerales a una presión

comprendida normalmente entre los 50 y 100 bar, llegándose en ocasiones a superar los 300bar.



Figura II.6: Actuadores Hidráulicos.

- **Eléctricos.-** La estructura de un actuador eléctrico es simple en comparación con la de los actuadores hidráulicos y neumáticos, ya que sólo se requieren de energía eléctrica como fuente de poder. Como se utilizan cables eléctricos para transmitir electricidad y las señales, es altamente versátil y prácticamente no hay restricciones respecto a la distancia entre la fuente de poder y el actuador.

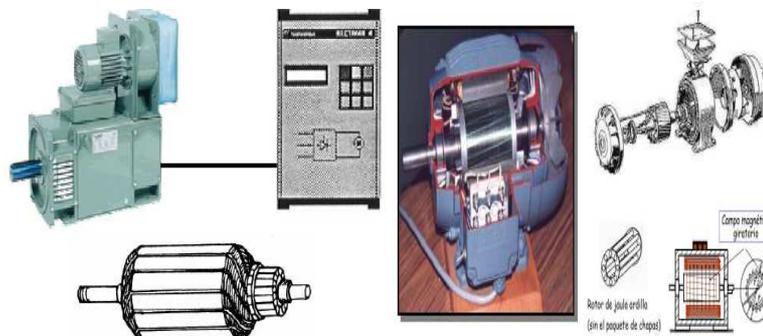


Figura II.7. Actuadores Eléctricos.

Dentro de los actuadores eléctricos se pueden distinguir las bombas eléctricas y las electroválvulas.

2.2.1 BOMBAS AC

Las bombas que frecuentemente son usadas en el abastecimiento de agua son: las bombas centrífugas horizontales, verticales y las bombas sumergibles.

Bombas centrífugas horizontales

Son equipos que tienen el eje de transmisión de la bomba en forma horizontal, este tipo de bomba se debe emplear en cisternas, fuentes superficiales y embalses, Se pueden clasificar, de acuerdo a la posición del eje de la bomba con respecto al nivel del agua en la cisterna de bombeo, en bombas de succión positiva y bombas de succión negativa.

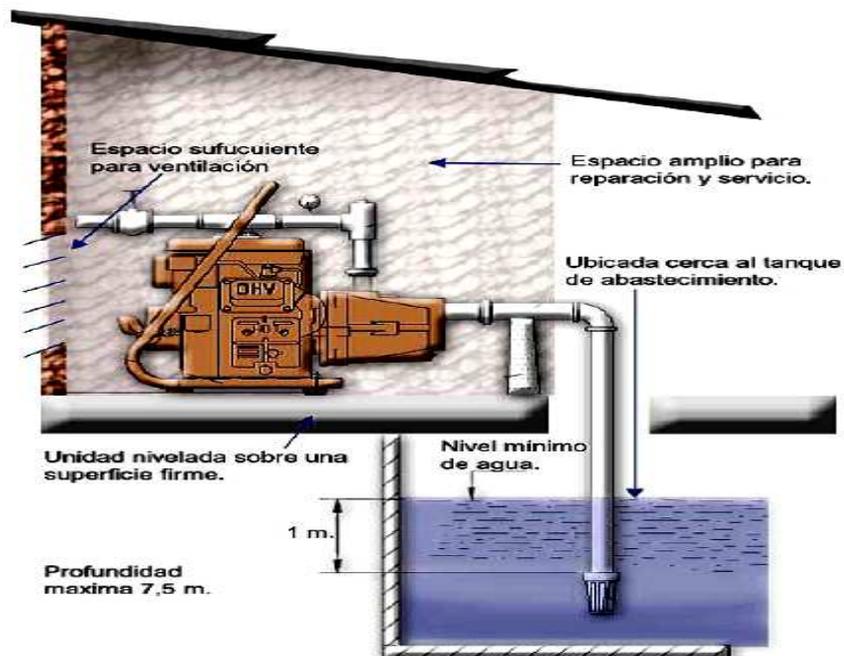


Figura II.8. Tipos de succión de las bombas centrífugas horizontales.

Bombas centrifugas verticales

Son equipos que tienen el eje transmisión de la bomba en forma vertical sobre el cual se apoya un determinado número de impulsores que elevan el agua por etapas. Deben ubicarse directamente sobre el punto de captación, por lo cual casi se limita su uso a pozos profundos.

Estas bombas se construyen de diámetros pequeños, a fin de poder introducirlas en las perforaciones de los pozos, los cuales exigen diámetros pequeños por razones de costo.

Una unidad de bombeo de un pozo consta seis partes principales, que son: a) la máquina motriz, b) el cabezal de transmisión, c) eje de transmisión, d) la columna o tubería de impulsión, e) la bomba, y f) la tubería de succión (Fig. II.9).



Figura II.9. Bomba centrífuga vertical.

Bombas sumergibles

Son equipos que tienen la bomba y motor acoplados en forma compacta, de modo que

ambos funcionan sumergidos en el punto de captación; se emplean casi exclusivamente en pozos muy profundos, donde tienen ventajas frente al uso de bombas de eje vertical.

Estas bombas tienen la desventaja de poseer eficiencia relativamente bajas, por lo cual, aun cuando su costo puede ser relativamente bajo, el costo de operación es elevado por su alto consumo de energía.



Figura II.10. Bomba centrífuga sumergible.

2.2.2 VÁLVULAS

Las válvulas son unos de los instrumentos de control más esenciales en la industria. Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos. Sus tamaños van desde una fracción de pulgada hasta 30 ft (9 m) o más de diámetro. Pueden trabajar con presiones que van desde el vacío hasta más de 20000 lb/in² (140 Mpa) y temperaturas desde las criogénicas hasta 1500 °F (815 °C). En algunas instalaciones se requiere un sellado absoluto; en otras, las fugas o escurrimientos no tienen importancia.

2.2.2.1 Tipos de Válvulas

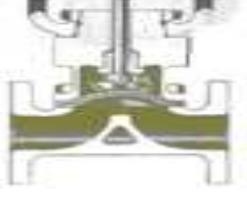
Válvulas manuales

Existen diversos tipos de válvulas manuales los que más se emplean en la práctica industrial se muestran en la tabla II.III. Teóricamente el tipo debe adoptarse en función de las necesidades del proceso, aunque a veces hay razones, económicas por ejemplo, que obligan a usar un tipo aunque éste no sea el más adecuado.

Tabla II.III: Características principales tipos de válvulas de control manual.

TIPO	CARACTERÍSTICA
<p><i>Globo</i></p> 	<ul style="list-style-type: none">• Alto costo en relación al Cv.• Aplicación limitada para fluidos con partículas en suspensión.• Diámetro hasta 24 pulgadas.• Disponible en diversos modelos.• Existen tipos especiales para aplicaciones criogénicas para vaporización, etc.• Rango 35:1 a 50:1.• Amplia disponibilidad de características de flujo.
<p><i>Mariposa</i></p> 	<ul style="list-style-type: none">• Buena disponibilidad para grandes diámetros.• Bajo costo en la versión estándar.• Bajo costo en relación al Cv.• Susceptible a cavitación y ruido.• Baja pérdida de carga.• Diámetro hasta 150 pulgadas.• El cierre hermético requiere de recubrimientos especiales.
<p><i>Esférica (ball)</i></p> 	<ul style="list-style-type: none">• Característica igual porcentaje salvo que el obturador tenga una sección especial.• Apta para el manejo de suspensiones muy viscosas o con fibras y sólidos.• Requiere motores de gran tamaño.

Tabla II.III. Características principales tipos de válvulas de control manual (Continuación).

<p><i>Tapon (plug)</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Precisan posicionadores. • Deben ser extruidas de las líneas para mantenimiento. • Rango típico de 50:1.
<p><i>Sauders</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliamente usados para el manejo de fluidos corrosivos o erosivos. • Construcción simple. • Cierre hermético y las partes móviles no tienen contacto con el fluido. • Limitado rango para presiones y temperaturas de trabajo. • Rango entre 35:1 a 15:1.

Fuente: http://www.sapiensman.com/mt_cap_07.htm

Válvulas eléctricas (Electroválvulas)

Una electroválvula es un dispositivo diseñado para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. Existen diversos tipos, las más comunes son las válvulas de solenoide de 2, 3 y 4 vías, que son las conexiones de entrada y salida que poseen.



Figura II.11 Electroválvulas.

Características

Las electroválvulas actuales están construidas con materiales de altísima calidad y están sometidas a rigurosos controles de los mismos. Las características que más cabe destacar son:

- Bajas pérdidas de carga.
- Que pase por ellas gran cantidad de flujo.
- Baja sensibilidad a la suciedad.
- Que actúe a bajas presiones.
- Apertura y cerrado suave para evitar el golpe de ariete, que consiste en una sobre presión de la conducción debido a la variación del estado dinámico del líquido.
- Resistentes a las sobrepresiones.
- Materiales resistentes a la corrosión producida por el agua en el interior de la electroválvula y en el exterior además del agua, también resistente a la climatología adversa.

Funcionamiento

La Fig. (II.12) muestra el funcionamiento de este tipo de válvula. En la parte superior se ve la válvula cerrada. El agua bajo presión entra por A. B es un diafragma elástico y tiene encima un muelle que le empuja hacia abajo con fuerza, la válvula no depende de él para mantenerse cerrada. El diafragma tiene un diminuto orificio en el centro que permite el paso de un pequeño flujo de agua. Esto hace que el agua llene la cavidad C y que la presión sea igual en ambos lados del diafragma. Mientras que la presión es igual

a ambos lados, vemos que actúa en más superficie por el lado de arriba que por el de abajo por lo que presiona hacia abajo sellando la entrada. Cuanto mayor sea la presión de entrada, mayor será la fuerza con que cierra la válvula.

Acerca del conducto D. Hasta ahora estaba bloqueado por el núcleo del solenoide E al que un muelle empuja hacia abajo. Si se activa el solenoide, el núcleo sube y permite pasar el agua desde la cavidad C hacia la salida, con lo cual disminuye la presión en C y el diafragma se levanta permitiendo el paso directo de agua desde la entrada A a la salida F de la válvula. Esta es la situación representada en la parte inferior de la figura.

Si se vuelve a desactivar el solenoide se vuelve a bloquear el conducto D y el muelle situado sobre el diafragma necesita muy poca fuerza para que vuelva a bajar ya que la fuerza principal la hace el propio fluido en la cavidad C.

De esta explicación se deduce que este tipo de válvula depende para su funcionamiento de que haya mayor presión a la entrada que a la salida y que si se invierte esta situación entonces la válvula abre sin que el solenoide pueda controlarla.

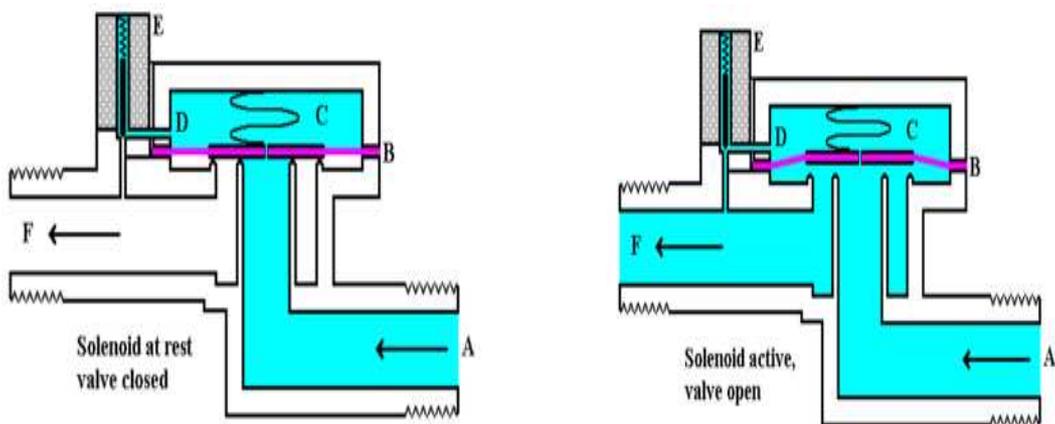


Figura II.12. Funcionamiento de las Electroválvulas.

Clasificación

En la tabla II.IV se puede observar la clasificación de las electroválvulas.

Tabla II.IV: Características de los principales tipos de electroválvulas.

TIPO	CARACTERÍSTICA
<p data-bbox="379 674 649 703">Válvulas de Dos Vías</p> 	<ul data-bbox="762 712 1337 1025" style="list-style-type: none">• Tiene una conexión de entrada y una de salida.• Controla el flujo del fluido en una sola línea.• Puede ser de acción directa u operada por piloto, dependiendo de la capacidad del sistema.• Puede ser “normalmente cerrada” o “normalmente abierta”.
<p data-bbox="379 1077 649 1137">Válvulas de Tres Vías (Desviadoras)</p> 	<ul data-bbox="762 1115 1337 1384" style="list-style-type: none">• Tienen una conexión de entrada que es común a dos diferentes conexiones de salida• Son, una combinación de la válvula de dos vías normalmente cerrada y de la válvula de dos vías normalmente abierta,• La mayoría son del tipo “operadas por piloto”.
<p data-bbox="339 1563 649 1592">Válvulas de Cuatro Vías</p> 	<ul data-bbox="762 1621 1337 1756" style="list-style-type: none">• Se conocen comúnmente como válvulas reversibles.• Estas válvulas tienen tres salidas y una entrada común.

Fuente: http://www.sapiensman.com/valvulas_selenoide.htm

2.3 SENSORES

Los sensores son elementos físicos que pertenecen a un tipo de dispositivo llamado transductor. Los transductores son elementos capaces de transformar una variable física en otra diferente. Los sensores son un tipo concreto de transductores que se caracterizan porque son usados para medir la variable transformada. La magnitud física que suele ser empleada por los sensores como resultado suele ser la tensión eléctrica, debido a la facilidad del trabajo con ella.

2.3.1 Clasificación General

Una clasificación general que engloba a los sensores en dos grandes grupos, según la relación de la variable a medir con el sensor: INTERNOS y EXTERNOS. Además, dentro de cada gran grupo, distinguiremos distintos tipos según la variable que midan.

En sólidos:

Los sensores de nivel que se utilizan suelen ser capacitivos de proximidad, pero debemos tener en cuenta que los mismos se encuentran adaptados a la tarea que deben hacer.

- Palpador
- Paletas rotativas
- Vibratorio
- Membrana sensitiva

- Varilla flexible
- Peso
- Ultrasonidos
- Radar



Figura II.13. Sensores de nivel en sólidos.

En líquidos:

Por lo general se utilizan sensores de nivel de agua para tener una mayor precisión, ya que lógicamente no es lo mismo rellenar un envase con un producto sólido que con otro líquido, de hecho los sensores de nivel suelen actuar según el peso y volumen del mismo.

- Desplazamiento (Flotador)
- Presión Diferencial
- Burbujeo
- Radioactivo

- Capacitivo
- Ultrasonidos
- Conductividad
- Radar
- Servo posicionador
- Magnético

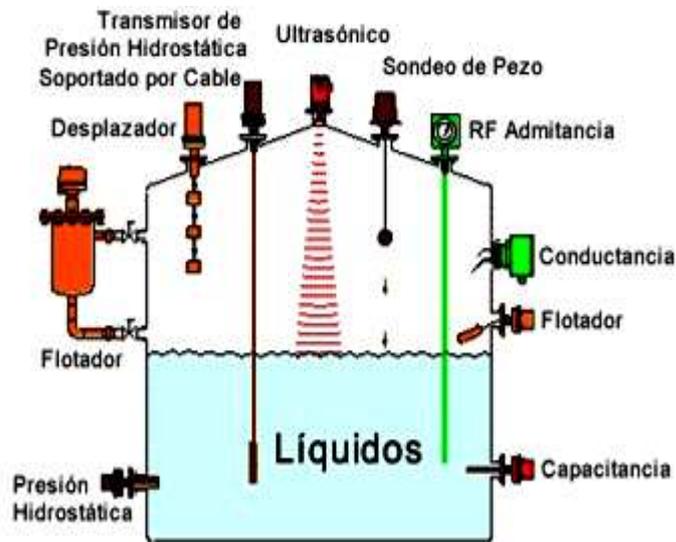


Figura II.14. Sensores de nivel en líquidos.

2.3.2 Sensor Magnético (Reed Switch)

Es un interruptor eléctrico que se activa por un campo magnético cercano. Consiste en un par de contactos ferrosos encerrados al vacío dentro un tubo de vidrio. Como se observa en la (Fig. II.15.) al acercarse a un campo magnético los contactos se unen cerrando un circuito eléctrico.

La rigidez de los contactos hará que se separen al desaparecer el campo magnético. Para asegurar la durabilidad, la punta de los contactos tiene un baño de un metal precioso. El campo magnético puede estar generado por un imán permanente o por una bobina. Se diseñan en base al tamaño del campo magnético frente al que deben actuar.

Como los contactos están sellados los reed switch son empleados en lugares con atmósferas explosivas, donde otros interruptores se consideran peligrosos. Esto se debe a que la chispa que se produce al abrir o cerrar sus contactos queda contenida dentro del tubo de vidrio.

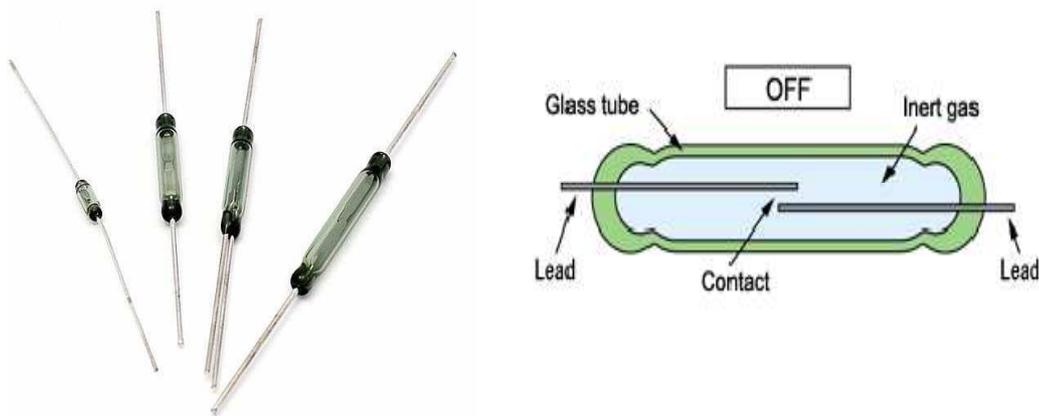


Figura II.15. Reed Switch.

Se pueden utilizar en, detección del nivel de líquidos en sistemas de calefacción y humidificadores, detección de presión en los sensores de nivel de calentadores de agua, detección de posición en sensores de sistemas de seguridad, teléfonos móviles, en los interruptores de cepillos de dientes eléctricos y máquinas de afeitar

2.4 COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

Una comunicación inalámbrica es cuando los medios de unión entre sistemas no son con cables. Sus principales ventajas son que permiten una facilidad de emplazamiento y reubicación, evitando la necesidad de establecer un cableado y rapidez en la instalación. Las técnicas utilizadas son: por Infrarrojos (IR), y por radiofrecuencia (RF).

2.4.1 INFRARROJOS

Consiste en el envío de señales por el aire a través de ondas de luz, requiere una transmisión en línea visual y distancias cortas, menos de unos pocos cientos de centímetros. La transmisión infrarroja se puede usar para conectar varios dispositivos y computadoras, por ejemplo, se ha utilizado para permitir a computadoras portátiles transmitir datos e información a computadoras mayores dentro de la misma habitación. Algunos teléfonos para fines especiales pueden usar también la transmisión infrarroja.

Estos medios de transmisión pueden usarse para establecer una red inalámbrica, con la ventaja de que los dispositivos se pueden mover, cambiar de lugar e instalar sin cableados caros o conexiones a redes.

El hecho de que las ondas infrarrojas no atraviesen los sólidos es una gran ventaja. Esto indica que un sistema infrarrojo en un lugar cerrado no interferirá un sistema similar en lugares adyacentes. Además la seguridad de estos sistemas contra espionaje es mejor que la de los sistemas de radio.

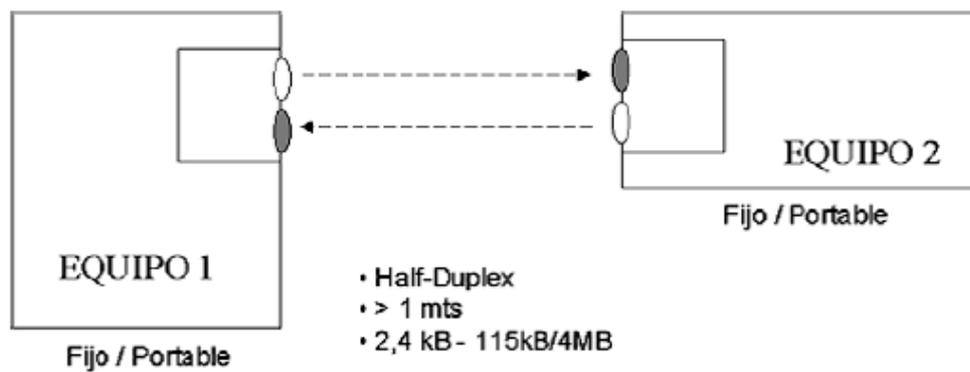


Figura II.16. Comunicación por infrarrojo.

2.4.2 RADIO FRECUENCIA

Las ondas de radio son fáciles de generar, pueden viajar distancias largas y penetrar edificios sin problemas, de modo que se utilizan mucho en la comunicación, tanto de interiores como de exteriores. Las ondas de radio también son omnidireccionales, ósea viajan en todas las direcciones desde la fuente, por lo cual el transmisor y el receptor no tienen que alinearse físicamente.

Las propiedades de las ondas de radio dependen de la frecuencia, a bajas frecuencias, las ondas de radio cruzan bien los obstáculos, pero la potencia se reduce drásticamente con la distancia a la fuente. A frecuencias altas, las ondas de radio tienden a viajar en línea recta y a rebotar en los obstáculos, también son absorbidas por la lluvia. Todas las ondas de radio están sujetas a interferencia por los motores y equipos eléctricos.

Las transmisiones de datos entre equipos electrónicos sin cables se están aplicando cada

vez más debido a los medios tecnológicos actuales, que son los circuitos integrados que permiten hacer un diseño sin tener demasiados conocimientos de RF.

2.4.2.1 Módulo Transmisor RF AUK 433.

Es un dispositivo de la marca Laipac el cual emite señales de radiofrecuencia a una frecuencia fija de 433 MHz.

Entre las características importantes se encuentran:

- Modulación ASK (*Amplitude Shift Keying*)
- Alimentación de 2 a 12 Vdc.
- Corriente entre 1.64 a 19.4 mA.



PIN	DESCRIPCIÓN
1	Vcc
2	Datos
3	Gnd
Potencia de salida 8 mW	

Figura II.17. Modulo transmisor

El dispositivo transmisor consta de cuatro pines, de izquierda a derecha se observa el primer pin correspondiente a GND, a continuación el pin de datos por donde ingresa la señal que será transmitida, el tercer pin corresponde a Vcc, y por último está el pin con ANT correspondiente a la antena.

Características específicas.

Tabla II.V. Características específicas módulo transmisor.

Símbolo	Características	Condiciones	Mín.	Tip.	Máx.	Unidad
V_{cc}	Voltaje de alimentación		1,5	-	12	V
I_{cc}	Corriente máxima		-	5	9	mA
V_{ih}	Voltaje máximo entrada	$I_{dat}=100\mu A$ (alto)	$V_{cc}-0,5$	-	V_{cc}	V
V_{il}	Voltaje mínimo entrada	$I_{dat}=0\mu A$ (bajo)	-	-	0,3	V
P_{out}	Potencia RF sobre 50 ohm		-3	0	+2	dBm
T_{bw}	Ancho banda modulación		-	5	-	kHz
T_r	Flanco subida modulación	Codificación	-	-	100	μS
T_f	Flanco bajada modulación	externa	-	-	100	μS
	Alcance			20		m

Fuente: http://robots-argentina.com.ar/Comunicacion_RF.htm

2.4.2.2 Módulo Receptor RF AUK 433

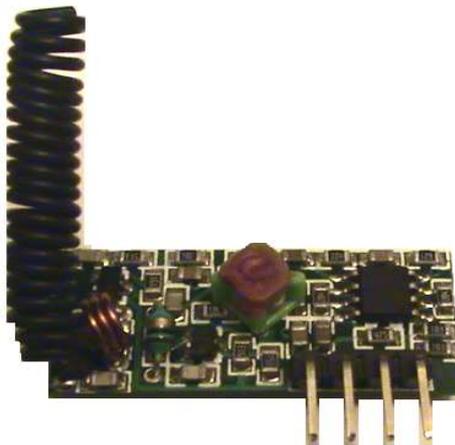
El receptor también de la marca Laipac, permite recibir señales a una frecuencia que puede ser ajustable.

Entre las características importantes se encuentran:

- Alimentación: 3.3 a 6 VDC

- Alcance: 140 metros al aire libre y hasta 30 m en interiores.
- Modulación ASK.
- Trabaja conjuntamente con el transmisor AUK 433.
- Aplicaciones en sistemas inalámbricos de seguridad, alarmas para vehículos, comunicación de datos, control remoto para puertas, etc.

En la (Fig. II.18) se puede observar el receptor RF con los respectivos pines que lo conforman



PIN	DESCRIPCIÓN
1	Gnd
2	Dato 1
3	Dato 2
4	Vcc
5	Antena
Sensibilidad 3uVrms	

Figura II.18. Modulo receptor.

Características específicas.

En la siguiente tabla se muestra las características de corriente, voltaje mínimos y máximos de trabajo del modulo receptor.

Tabla II.VI. Características específicas módulo receptor.

Símbolo	Características	Condiciones	Mín.	Tip.	Máx.	Unidad
V_{cc}	Voltaje de alimentación		4,9	5	5,1	V
I_{tot}	Corriente de operación			4,5		mA
V_{dato}	Salida datos	$I_{dato}=+200\mu A$ (alto)	$V_{cc}-$ 0,5	-	V_{cc}	V
		$I_{dato}=-10\mu A$ (bajo)	-	-	0,3	V
F_c	Frecuencia operación		300		434	MHz
P_{ref}	Sensibilidad				-106	dBm
	Ancho de canal		± 500			kHz
NEB	Ancho banda equival. ruido		-	5	4	kHz
	Velocidad transferencia datos				3	kb/s
	Tiempo de encendido		-	-	5	mS

Fuente: http://robots-argentina.com.ar/Comunicacion_RF.htm

2.5 PANTALLAS LCD

Los módulos LCD que disponemos en el mercado son muy diversos, de los cuales se los clasifica en dos grandes grupos según si son capaces de representar gráficos (LCD matriciales) o si por el contrario sólo representan caracteres alfanuméricos (LCD de caracteres).

2.5.1 GRAFICAS (GLCD)

Son pantallas de cristal líquido cuya resolución es medida en pixeles. A diferencia de los LCD's de texto, en los GLCD's, se puede tener acceso a cada pixel disponible, potenciando con ello las posibilidades de presentación y manejo de información, es decir en lugar de representar caracteres, como las populares pantallas de dos filas de 16 caracteres, pueden, directamente, mostrar puntos sueltos.

Esto las hace especiales para la representación de gráficos, aunque por supuesto, con un programa adecuado, puede mostrar texto, incluso con diferentes fuentes y tamaños.



Figura II.19. Display GLCD 128x64.

2.5.2 ALFANUMÉRICOS.

Estos módulos incorporan una pantalla y un controlador que gestiona todas las funciones necesarias para su correcto funcionamiento, en nuestro caso el controlador que realiza la gestión del LCD es el QY2004A, siendo capaz de controlar un LCD de hasta 4 líneas con 20 caracteres cada una. Los caracteres se encuentran almacenados en

la ROM del controlador, siendo posible utilizar la memoria CGRAM (Carácter Generador RAM) para crear algunos caracteres especiales definidos por el usuario.

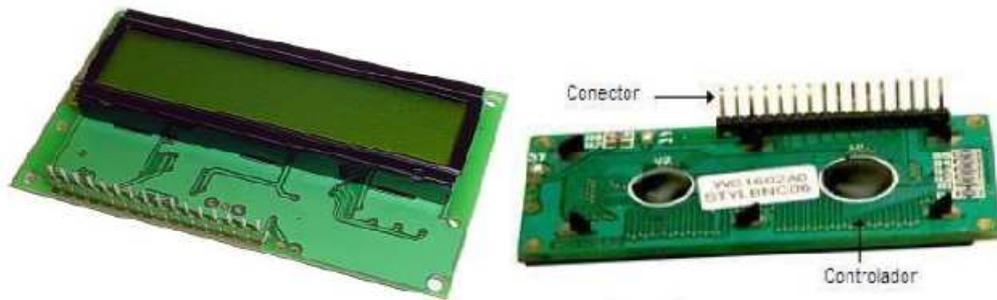


Figura II.20. Módulo LCD.

2.5.2.1 Características.

- Pantalla de caracteres ASCII, además de los caracteres Kanji y griegos.
- Desplazamiento de los caracteres hacia la izquierda o la derecha.
- Proporciona la dirección de la posición absoluta o relativa del caracter.
- Memoria de 40 caracteres por línea de pantalla.
- Movimiento del cursor y cambio de su aspecto.
- Permite que el usuario pueda programar 8 caracteres.
- Conexión a un procesador usando un interfaz de 4 u 8 bits

2.5.2.2 Memoria

El LCD dispone, aparte de la memoria ROM donde se encuentran almacenados los caracteres, de dos tipos de memoria volátil independientes, la CGRAM (Carácter Generador RAM) y la DDRAM (Display Data RAM).

CGRAM

La CGRAM es la memoria que contiene los caracteres definibles por el usuario, dispone de una capacidad de 64 Kbytes, pudiéndose generar 8 caracteres de 5x8 o 4 de 5x10.

La idea de funcionamiento es la siguiente, la memoria CGRAM se dividirá en 4 u 8 zonas dependiendo del tamaño de la matriz que se seleccione, donde se almacenarán los datos para cada caracter que está representado por 8 filas.

En cada una de las filas se escribirá un '1' o un '0' teniendo en cuenta que para un bit a nivel alto el punto se encenderá. Podemos ver un ejemplo de un caracter definido por el usuario en la siguiente figura.

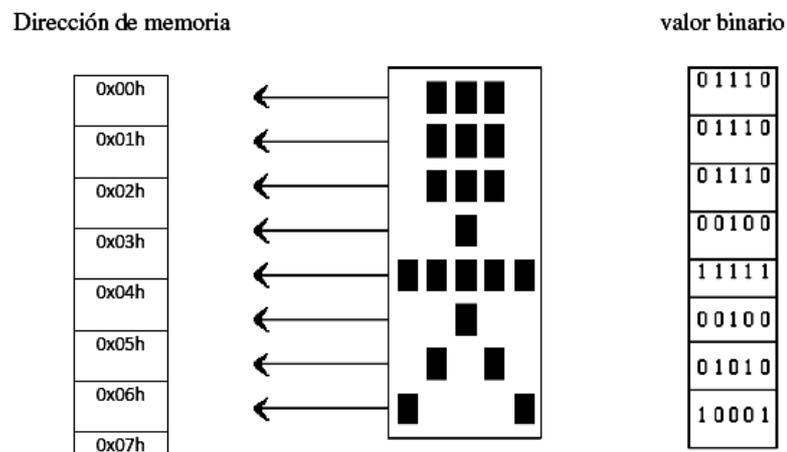


Figura II.21. Carácter definido por el usuario.

DDRAM

En ésta memoria se almacenan los datos que serán visualizados en el LCD y son representados en caracteres de 8 bits. El tamaño de la memoria es de 80 bytes, por lo

que se podrán almacenar 80 caracteres con un máximo de 16 caracteres en cada fila. El área de memoria que no se use para realizar la visualización se podrá utilizar como memoria RAM de propósito general o bien podrá contener caracteres para visualizar.

Se puede entender más fácilmente si pensamos en LCD como una ventana que se va deslizando sobre la memoria y va mostrando el contenido de la misma. La memoria DDRAM se divide en dos bloques, uno para cada línea, de 50 bytes. Nótese que la última dirección de la posición de memoria de la línea 1 y la primera de la línea 2 no son consecutivas, es decir que los bloques no son contiguos.

Las operaciones de escritura en el display, en realidad son operaciones de escritura en la memoria DDRAM. Según la posición de esta memoria en la que se escriba el caracter, aparecerá en una posición u otra en el display.

Los caracteres enviados al display pueden ser visibles si se encuentran en posiciones que caen dentro de la “ventana” mencionada anteriormente, o pueden no ser visibles si caen fuera de ella.

2.5.2.3 Asignación de los pines del módulo LCD

El módulo LCD se comunica con el exterior a través de 14 pines cuya función se detalla en la siguiente tabla y dos pines adicionales Led+ y Led – que controlan la iluminación de LCD sin perder los datos en la memoria DDRAM.

Tabla II.VII: Relación de pines del modulo LCD.

1	Vss	Tierra de alimentación GND
2	Vdd	Alimentación de +5Vcc
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 modulo E = 0 Módulo desconectado E = 1 Módulo conectado
7- 14	D0 – D7	Bus de datos bidireccional

Fuente: <http://www.x-robotics.com/rutinas.htm#LCD>

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL SISTEMA

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

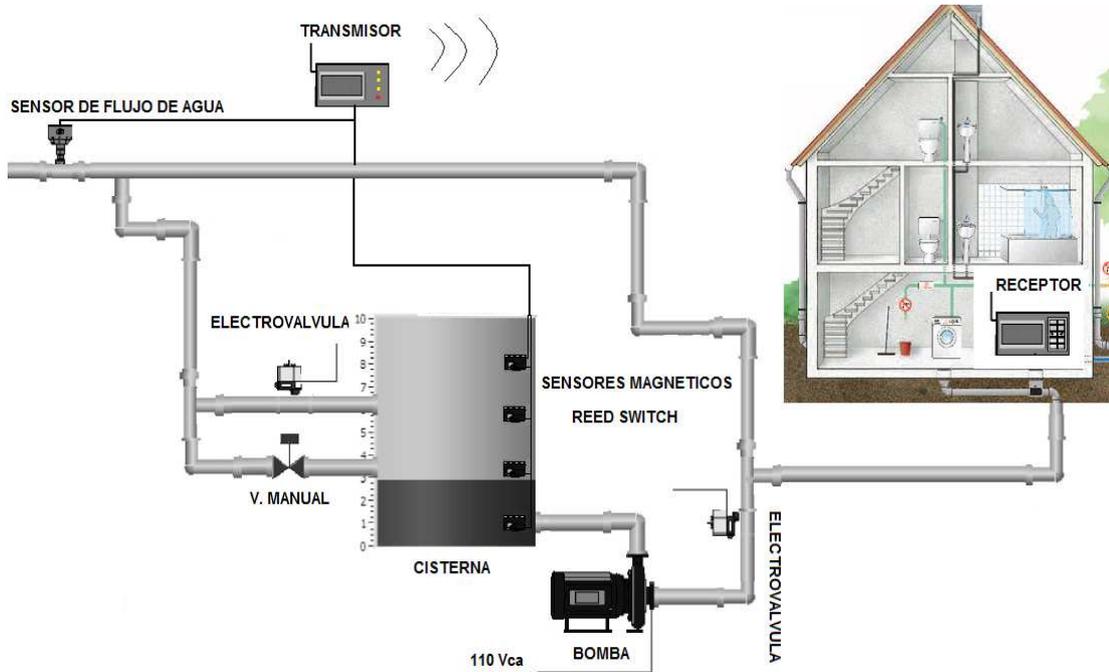


Figura III.1. Esquema general del sistema.

El sistema denominado CYMAC mantiene un control y monitoreo automático sobre el nivel de llenado de agua de la cisterna, mediante el uso de cuatro reed switches cada uno detectará un nivel específico de capacidad de agua y de acuerdo a estos niveles tendremos el siguiente funcionamiento del sistema.

- Nivel alto (máxima capacidad), se cierra la electroválvula que permite el acceso de agua a la cisterna y automáticamente se activa la electroválvula de la bomba para abastecer de agua al domicilio, y de esta manera evitar el desborde del mismo sin que se desperdicie el agua.
- Nivel medio y bajo, se activa la electroválvula de acceso de agua a la cisterna y automáticamente y dependiendo si hay o no flujo de agua se activa/desactiva la electroválvula de la bomba para abastecer de agua al domicilio.
- Nivel vacío, éste estado se considera crítico ya que el abastecimiento de agua es nulo por lo que el switch de la bomba se desactiva inmediatamente evitando riesgos de daño en el motor de la bomba AC al igual que la electroválvula de la bomba, además se activará la electroválvula de acceso de agua a la cisterna y una alarma sonora que alertará al usuario el estado vacío de la cisterna.

En el esquema (Fig. III.1) se puede visualizar los elementos que conforman el sistema de control y monitoreo automático de agua en cisternas utilizando radio frecuencia el cual está compuesto por varias etapas que se describen a continuación.

Fuente de alimentación.- El sistema puede ser alimentado por medio de la red eléctrica (110Vca) que a través de rectificación, filtrado y estabilización se obtiene 5Vcd o por medio de una batería de 9Vcd en caso de no contar con energía eléctrica.

Transmisión.- Esta compuesto por un módulo de adquisición de datos, el cual será el encargado de obtener las variables del flujo de entrada de agua que proporciona la empresa así como el nivel en la cisterna. Las variables serán receptadas por un PIC 16f628A que será el encargado de almacenar y generar los códigos correspondientes para ser transmitidos serialmente por radio frecuencia.

Recepción.- Se dispone de un PIC 16f877A que a través de RF recibe los códigos para ser decodificados y mediante una pantalla LCD visualizar el estado de la cisterna, flujo de agua, a través de un teclado el usuario puede realizar un control manual y automático del funcionamiento de electroválvulas y bomba AC, configuración del sistema, activación de limpieza de la cisterna.

Potencia.- Para la activación y desactivación de electroválvulas AC se cuenta con optoacopladores que permite el aislamiento eléctrico entre dos circuitos, el circuito de potencia con el circuito de control, debido a que los tipos y niveles de voltaje de estas etapas son muy diferentes, +5Vcd para el circuito de control, y 110Vac/60Hz para la alimentación del circuito de potencia.

3.1.1 MÓDULO DE ALIMENTACIÓN

El modulo de alimentación se ha diseñado para que suministre una tensión y corriente máxima de 5Vcd – 1A, ya que todos los componentes utilizados en el sistema funcionan a esta tensión. Como se muestra en la (Fig. III.2), se ha utilizado un regulador de tensión LM7805, el cual se adapta perfectamente al diseño. La tensión de entrada del

regulador puede ser de 6 a 20Vcd, además disponen de protección contra corto circuitos y sobrecargas de temperatura donde si la temperatura de la juntura supera los 125° C, este procede a desconectarse. Para que el dispositivo sea capaz de entregar una corriente de 1 Amperio, se requiere un disipador de calor, caso contrario se obtendría solo una fracción de la corriente antes de que el regulador se desconecte porque ha alcanzado su temperatura máxima permitida.

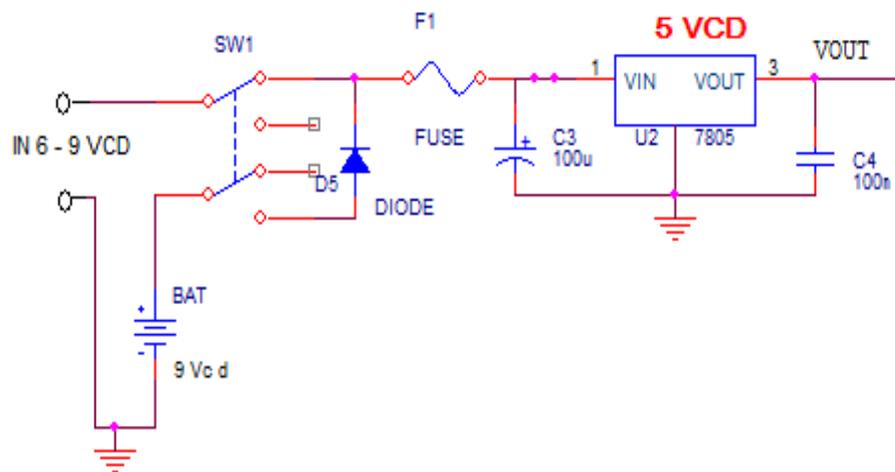


Figura III.2. Fuente de Alimentación.

Para el correcto funcionamiento de los demás dispositivos del sistema, que se explicarán con más detalle posteriormente, se ha impuesto una alimentación a través de la conexión a la red eléctrica es decir 110Vca con una salida de 6 Vcd a 400mA o mediante una batería de 9 Vcd independientes.

La configuración de este modulo se ha obtenido a partir de las notas de aplicación del regulador ver Anexo C. Además de esto, se ha añadido un fusible de 500mA, un diodo

4007 de protección y un varistor, para evitar daños mayores en caso que exista alguna sobrecarga o mala conexión de alimentación.

3.1.2 MODULO DE ADQUISICIÓN DE SEÑALES

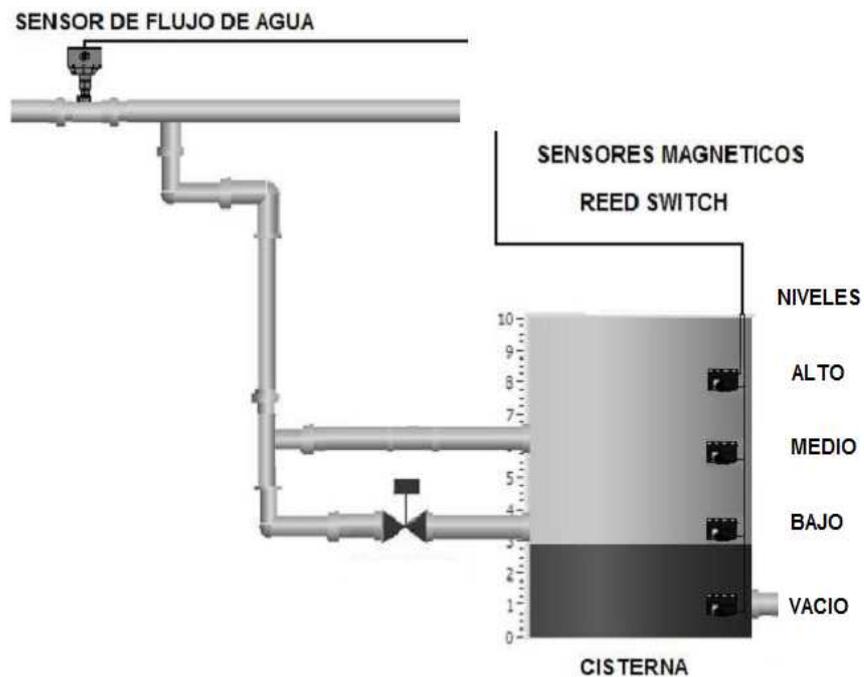


Figura III.3. Sensores de flujo y nivel de agua.

El diagrama de la (Fig. III.3) muestra la disposición de los elementos que conforman el módulo de adquisición de señales, para la correcta codificación y transmisión de datos correspondientes a los niveles y flujo de agua se utilizó una configuración en el PIC16F628A el cual está siempre en cero lógico y cuando el reed switch se activa pasa a uno lógico como se ve en la siguiente figura.

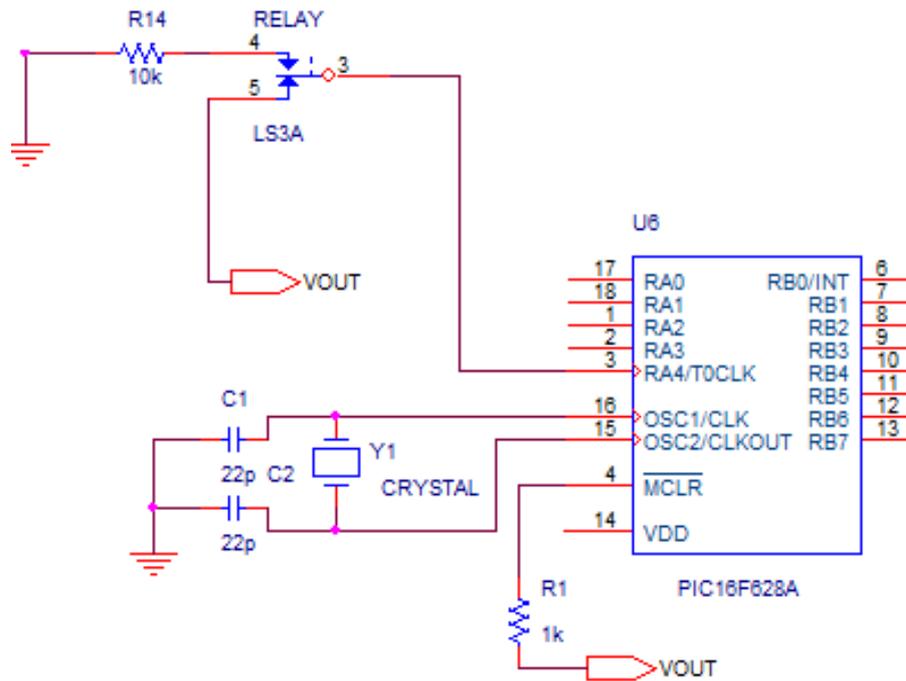


Figura III.4. Diagrama de conexión de “0” a”1” lógico.

Para la conexión de sensores de contactos NA/NC es necesario considerar que la máxima corriente que el PIC puede soportar por cada uno de sus pines tanto de entrada como de salida es de 25mA.

Si se conoce que el voltaje de alimentación al PIC es de +5Vdc, entonces se puede calcular la mínima resistencia que se debería conectar al PIC de forma de no correr el riesgo de dañarlo.

$$I_R = \frac{V}{R} = \frac{5V}{25mA} = 200ohmios$$

La resistencia comercial más cercana a la calculada es la de 220 ohmios, pero no es recomendable porque el PIC estaría trabajando prácticamente en su límite, por lo que se

recomienda utilizar resistencias mayores o iguales a 330 ohmios.

En los uC se requiere un pin de reset para reiniciar el funcionamiento del sistema cuando sea necesario, ya sea por una falla que se presente o porque así se halla diseñado el sistema. El pin de reset en los Pics es llamado MCLR.

Para la detección de los niveles de agua se utilizó cuatro sensores magnéticos (Reed switch) los cuales determinaran el estado de la cisterna en los siguientes niveles:

- Vacio
- Bajo
- Medio
- Alto

Para la detección del flujo que se localiza en la entrada principal de acceso de agua al domicilio, se dispone de un sensor de humedad que indicará la presencia del flujo normal de agua.

3.1.3 CODIFICACIÓN DE DATOS

Antes de recibir las señales se debe configurar los puertos de entrada/salida del PIC por medio del *registro de configuración TRIS* en este caso TRISA en el que un '0' en el bit correspondiente al pin lo configura como salida, mientras que un '1' lo hace como entrada, por ejemplo TRISA = %00001 donde el RA0 configurado como entrada y los demás como salida.

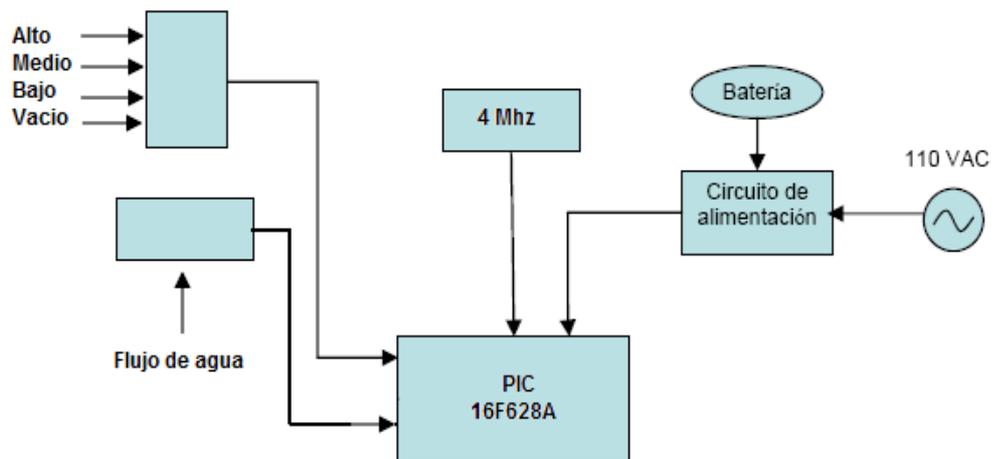


Figura III.5. Codificación de datos.

Las señales análogas son convertidas a valores digitales, empujando para ello un módulo de conversión de Analógico a Digital. Este módulo se encuentra alojado dentro del PIC 16f628A el cual hace las veces de comparador de estado y se lo configura a través del registro CMCON con un valor igual a 7.

El PIC recibe las señales que son monitoreadas en tiempo real mediante el puerto RA, y les asigna un código que representa su estado ya sea nivel con flujo o nivel sin flujo de agua, a este proceso se le denomina codificación de datos y su transmisión se verá a continuación.

Para mejorar los tiempos de operación de los PICs (comunicación serial, tonos DTMF, temporizadores, contadores, etc.) se utilizó un cristal oscilador externo de 4Mhz que internamente esta frecuencia es dividida por cuatro, lo que hace que la frecuencia efectiva de trabajo sea de 1Mhz, por lo que cada instrucción se ejecuta en un microsegundo, el cristal está conectado a los pines OSC1 y OSC2 con dos capacitores

de 22pF ya que el oscilador interno RC que posee no tiene buena precisión.

3.1.4 MÓDULO TRANSMISOR DE DATOS

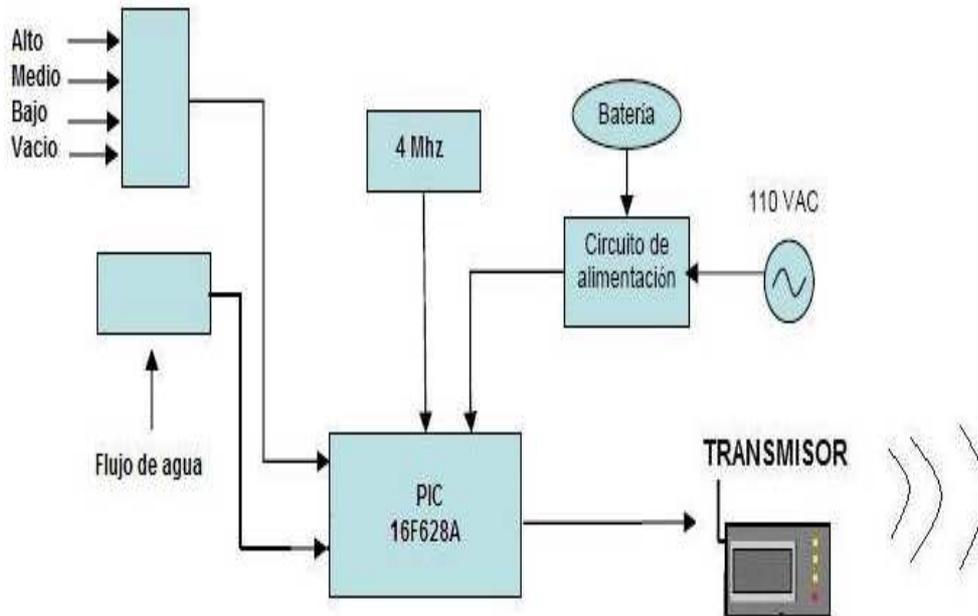


Figura III.6. Transmisión de datos.

Una vez que han sido codificados los datos de los sensores se procede a la transmisión en forma serial utilizando la librería `modedefs.bas` que permite el uso de la función *Serial Pin,Mode,[Item]* para la aplicación el pin corresponde al PORTB.6, mode representa la velocidad de transmisión (2400 Baudios), Item será el dato a transmitir para esto se utiliza un módulo de radio frecuencia AUK 433Mhz que tiene un alcance aproximado de 10m sin línea de vista y 20m con línea de vista, funciona en la banda de 433Mhz, con una modulación ASK asíncrono que por su simplicidad de no requerir elementos externos y bajo costo se lo ha utilizado.

La (Fig. III.7) muestra el diagrama de flujo general del programa de transmisión de datos para el control del sistema.

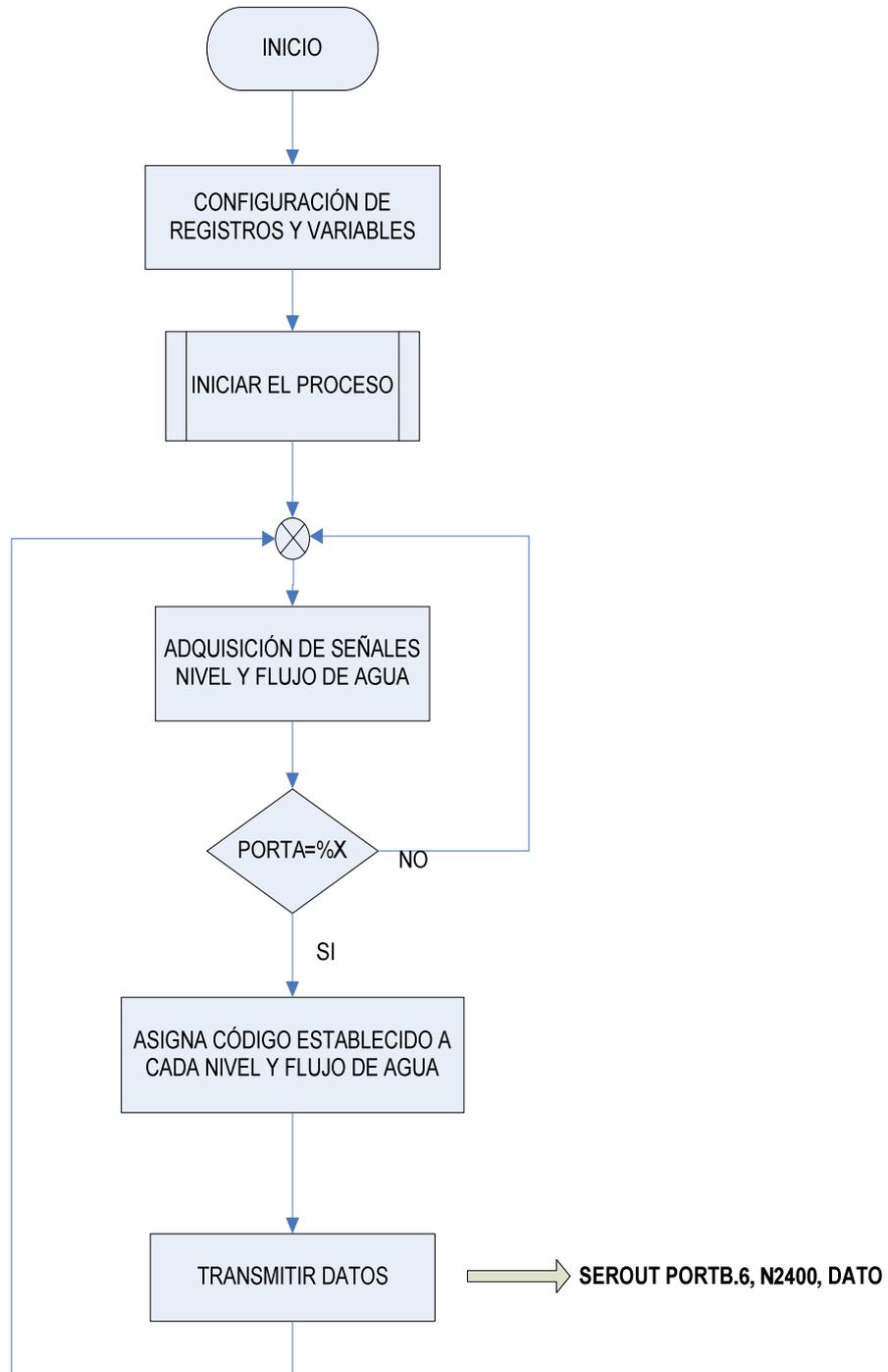


Figura III.7. Diagrama de flujo general de la transmisión de datos.

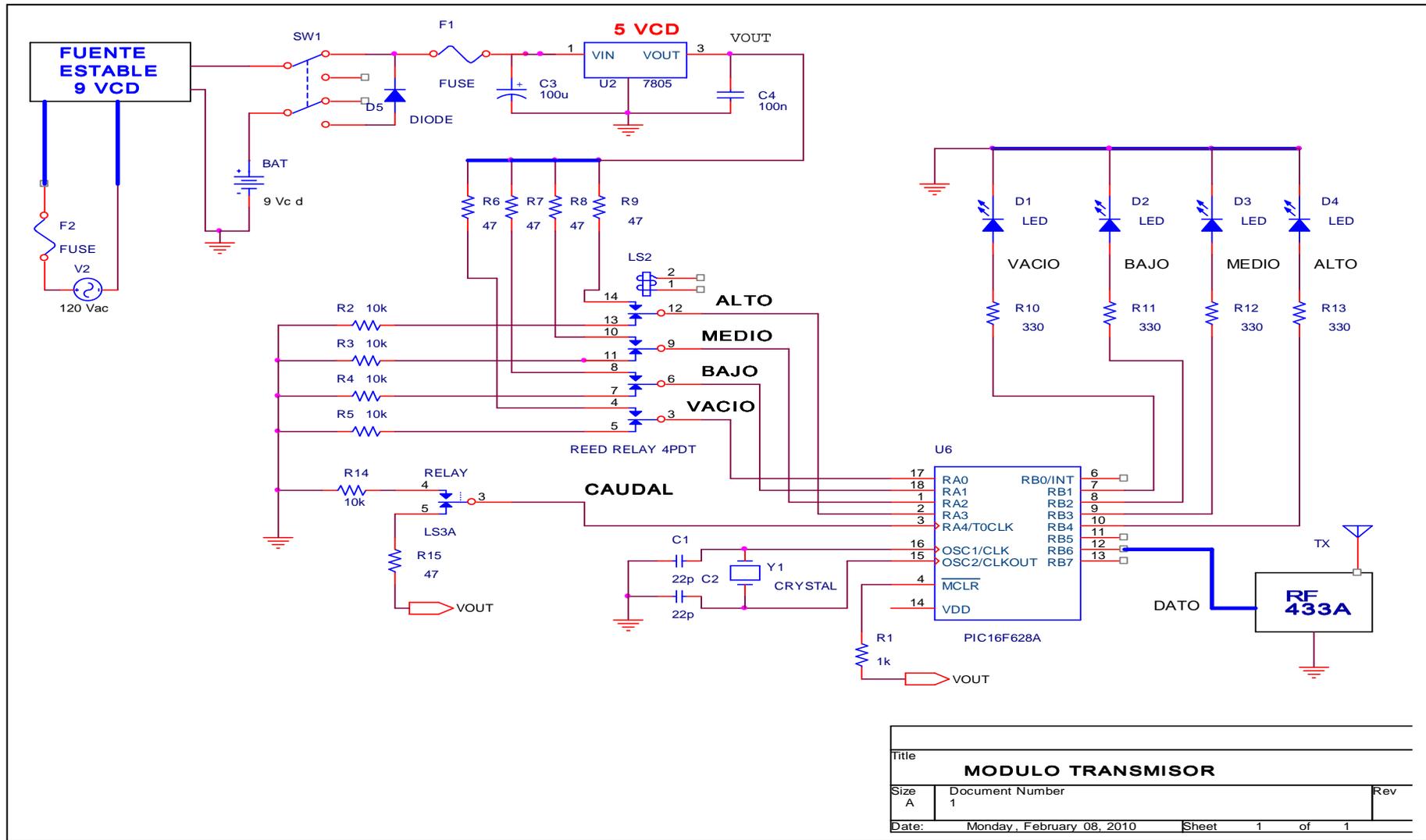


Figura III.8. Diagrama eléctrico de la transmisión de datos.

3.1.5 MÓDULO RECEPTOR Y DECODIFICACIÓN DE DATOS

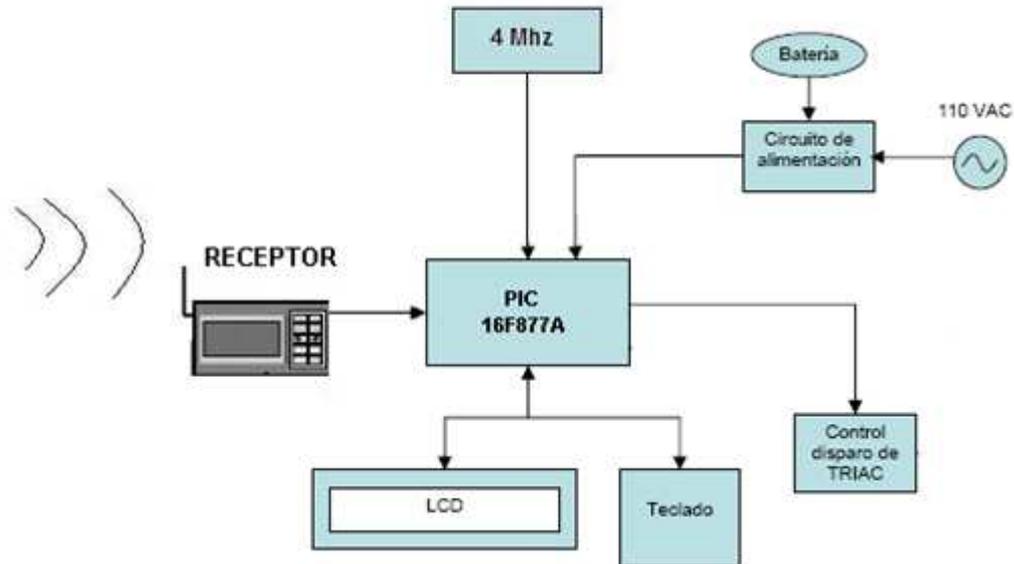


Figura III.9. Recepción de datos.

La recepción de los datos (niveles de agua en la cisterna y flujo) se lo realiza a través de un módulo Rx de radio frecuencia AUK 433Mhz en forma serial a través de la función *SerIn Pin,Mode,[Item]*, pin corresponde al PORTA.0, mode representa la velocidad de recepción (2400 Baudios) sincronizada con la velocidad de transmisión, Item será el dato a recibir, los bits recibidos ingresan al PIC para su decodificación.

Decodificación

Al PIC 16f877A se lo ha configurado a través del registro ADCON1 con un valor igual a 7 para convertir las entradas análogas en digitales, el PIC recibe las señales transmitidas y procede a la decodificación comparando si el código recibido es igual al código almacenado en la memoria del PIC, si coinciden se procede a la visualización caso contrario el uC se pone en un estado de espera para recibir nuevamente el dato.

3.1.6 INTERFAZ DE USUARIO

La interface de usuario está constituida por dos componentes principales, una pantalla LCD y un teclado matricial. El LCD consta de 4 filas de 20 caracteres gobernado por el PIC 16f877A que regula todos los parámetros de presentación en pantalla a través de un bus de datos de 4 bits, en este caso se utilizó los 4 pines de mayor peso del puerto B (RB4 - RB7) del uC. Las señales de control RS y E se generan con los dos pines de menor peso del puerto B (RB3 – RB2).

Para la configuración de los pines del PIC hacia el LCD se define los registros de la siguiente manera:

```
Define lcd_dreg portb
```

```
Define lcd_dbit 4
```

```
Define lcd_rsreg portb
```

```
Define lcd_rsbit 3
```

```
Define lcd_ereg portb
```

```
Define lcd_ebit 2
```

Un programa debe esperar, por lo menos, medio segundo antes de enviar el primer comando a un LCD, puede tomar bastante tiempo a un LCD arrancar. La instrucción LCDOUT se utiliza para mostrar ítems en pantalla, enviando un \$FE seguido por el comando. Algunos comandos útiles se muestran en la siguiente tabla:

Tabla III.I: Comandos de control para manejar un LCD.

Comando	Operación
\$FE, 1	Limpia visor
\$FE, 2	Vuelve a inicio (comienzo de la primera línea)
\$FE, \$0C	Cursor apagado
\$FE, \$0E	Subrayado del cursor activo
\$FE, \$10	Mueve cursor una posición hacia la izquierda
\$FE, \$14	Mueve cursor una posición hacia la derecha
\$FE, \$C0	Mueve cursor al comienzo de la segunda línea

Fuente: Microcontroladores PIC, Programación en BASIC

En el sistema CYMAC el usuario podrá observar un menú con las siguientes opciones de control.

- 1. Niveles de agua.-** Mediante esta opción se puede visualizar de manera gráfica una cisterna con su nivel actual de agua y además la representación de la existencia del flujo normal de agua a través del diseño de una llave.

Los gráficos que simularan la cisterna y el flujo de agua se realizó utilizando la memoria CGRAM del módulo LCD, cada carácter es representado como un bloque constituido normalmente por 5 columnas y 8 filas, cada una de 8 bits (1 byte) como se muestra en la (Fig. III.10).

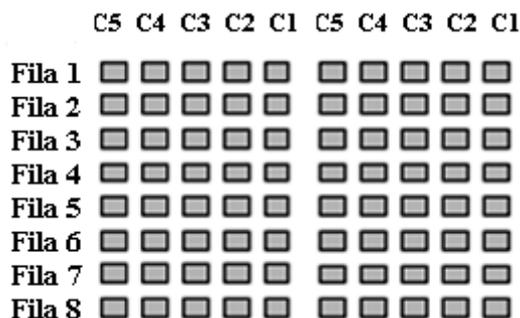


Figura III.10. Bloques de 5 x 8 que representa un carácter.

En cada posición de la CGRAM se almacenan los 8 bytes que forman un caracter. Las direcciones correspondientes a cada posición son:

Tabla III.II. Posiciones en la memoria CGRAM.

Posición en la CGRAM	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
Posición 0	\$40	\$41	\$42	\$43	\$44	\$45	\$46	\$47
Posición 1	\$48	\$49	\$4A	\$4B	\$4C	\$4D	\$4E	\$4F
Posición 2	\$50	\$51	\$52	\$53	\$54	\$55	\$56	\$57
Posición 3	\$58	\$59	\$5A	\$5B	\$5C	\$5D	\$5E	\$5F
Posición 4	\$60	\$61	\$62	\$63	\$64	\$65	\$66	\$67
Posición 5	\$68	\$69	\$6A	\$6B	\$6C	\$6D	\$6E	\$6F
Posición 6	\$70	\$71	\$72	\$73	\$74	\$75	\$76	\$77
Posición 7	\$78	\$79	\$7A	\$7B	\$7C	\$7D	\$7E	\$7F

Fuente: Bodington Esteva Christian, Basic para Microcontroladores Pic

La instrucción para desplegar un símbolo en la pantalla es la siguiente:

LCDOUT \$fe, \$Posición CGRAM , \$F1, \$ F2, \$ F3, \$ F4, \$ F5, \$ F6, \$F7, \$F8

Donde F1–F8 representan los valores de las filas dentro de la matriz 5x8, de esta manera se puede crear diferentes símbolos o gráficos que harán al LCD más atractivo a la hora de representar información.

La (Fig. III.11) muestra el diagrama de flujo general de la opción niveles de agua.

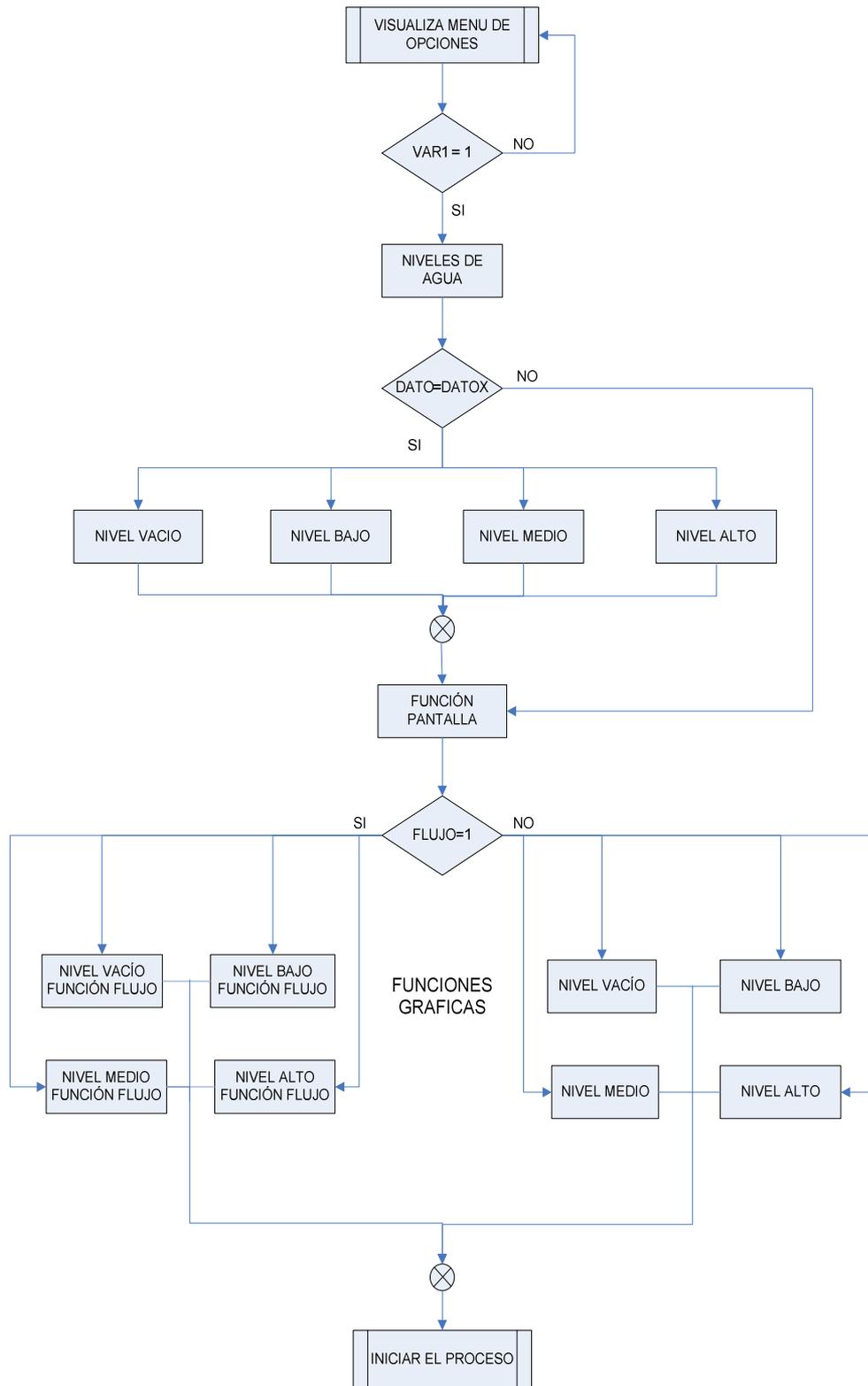


Figura III.11. Diagrama de flujo función niveles de agua.

2. Control caudal.- Al escoger esta opción el sistema CYMAC comprueba la presencia del flujo de agua proporcionado por la empresa de agua potable, se tiene dos opciones:

- Si hay flujo se cierra la válvula que permite el acceso de agua a la cisterna para obtener el máximo caudal en el interior del domicilio, en el caso de la pérdida imprevista total del flujo se activara automáticamente la válvula de la bomba para no desabastecer de agua al domicilio y además sonara una alarma de alerta que indica al usuario que tiene que restablecer el sistema.
- Si no hay flujo emite un mensaje (no hay caudal) por lo que el usuario no podrá activar esta opción.

La (Fig. III.12) muestra el diagrama de flujo general de la opción control de caudal.

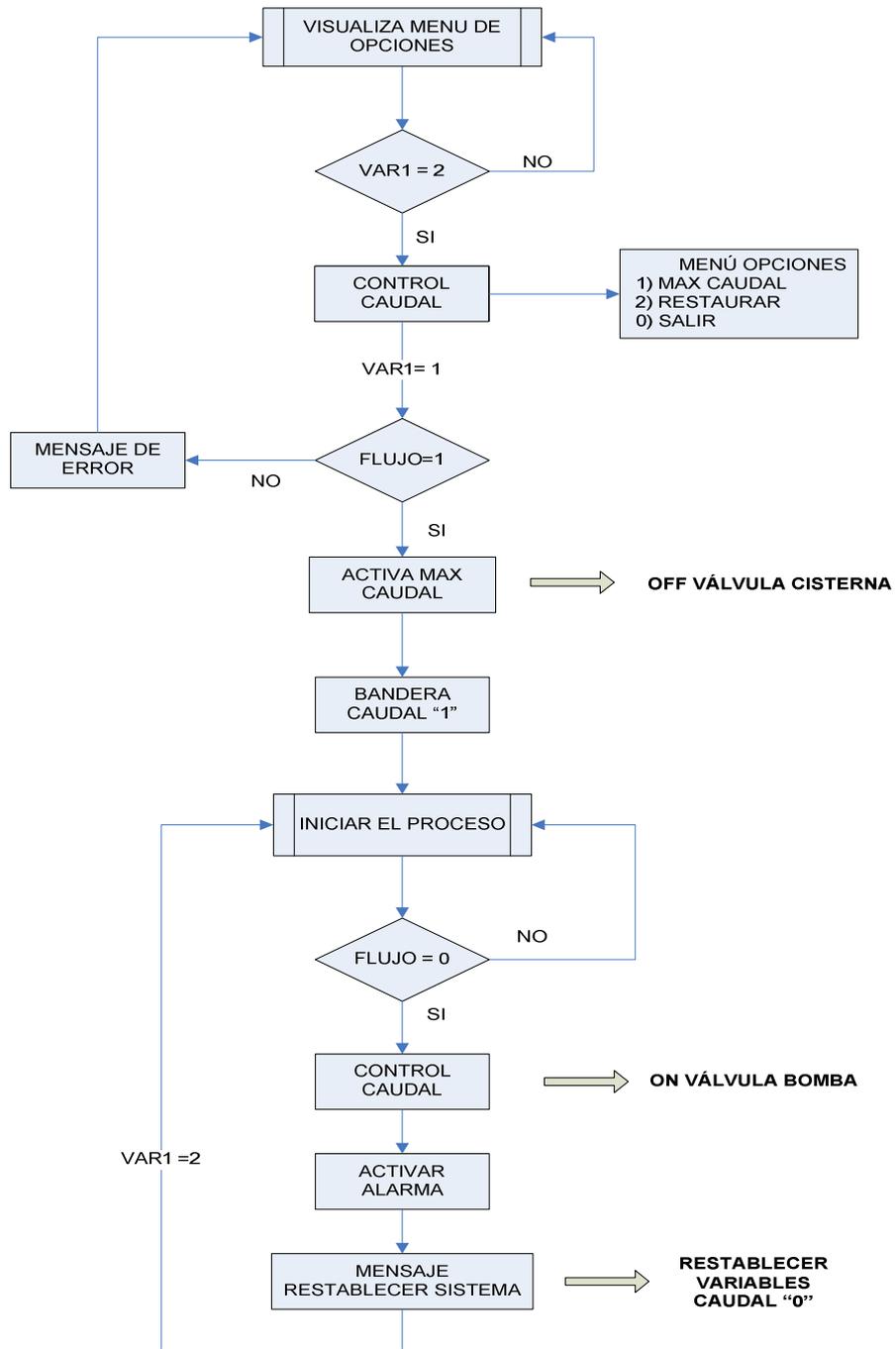


Figura III.12. Diagrama de flujo control caudal.

3. Modo manual.- En esta opción se despliega un submenú que permite al usuario controlar los actuadores:

- OFF / ON Switch Bomba.
- OFF / ON Switch Válvula Cisterna.
- OFF / ON switch Válvula Bomba.
- Restablecer el Sistema.

La (Fig. III.13) muestra el diagrama de flujo general de la opción modo manual del sistema.

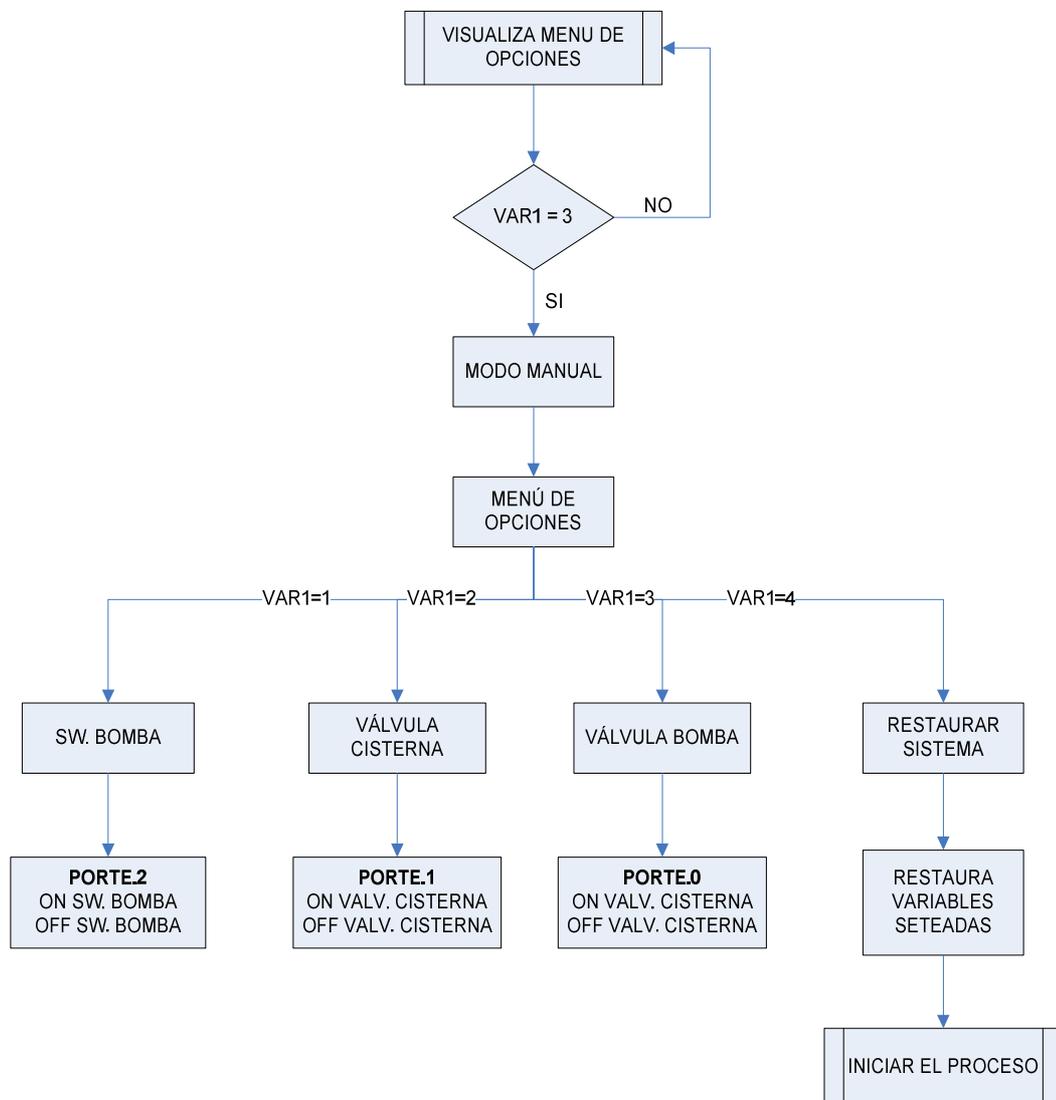


Figura III.13. Diagrama de flujo Modo manual.

- 4. Configuración del sistema.-** Esta opción permite al usuario escoger si desea un nivel alto de llenado de la cisterna o un nivel medio esto depende de las necesidades de agua en el domicilio y de la capacidad de la cisterna.

- 5. Configuración de limpieza.-** Cuando el usuario necesite realizar la limpieza de su cisterna con anterioridad debe digitar esta opción que configura el vaciado automático de la misma, es decir se cierra la válvula de la cisterna para que ya no haya ingreso de agua y de esta manera la cisterna se vaciará conforme se utilice el agua, una vez que el nivel de agua llegue al punto de vacío sonará una alarma que indicara al usuario que la cisterna esta lista para su limpieza.

Cuando el usuario termine de limpiar la cisterna deberá restablecer el sistema para ponerlo en funcionamiento.

Para que el usuario pueda escoger las opciones del menú anteriormente indicados se utilizó un teclado matricial (4x4). La forma que el teclado detecta la pulsación de una tecla, consiste en enviar una señal constante a cada una de las columnas a través de las salidas del puerto del PIC 16f877A (de RC0 a RC2 y RC7) y verificar cual de las filas se activa a través de un puerto de entrada del mismo uC (de RC3 a RC6) que tienen una resistencia Pull up, lo que significa que si leemos cualquiera de estas entradas asumiendo que ninguna tecla ha sido pulsada, entonces siempre habrá un uno lógico presente en cada una de ellas.

Para la configuración de los pines del PIC hacia el teclado se utilizó todo el puerto C.

La (Fig. III.14) muestra el diagrama de flujo del funcionamiento inicial del modulo receptor del sistema.

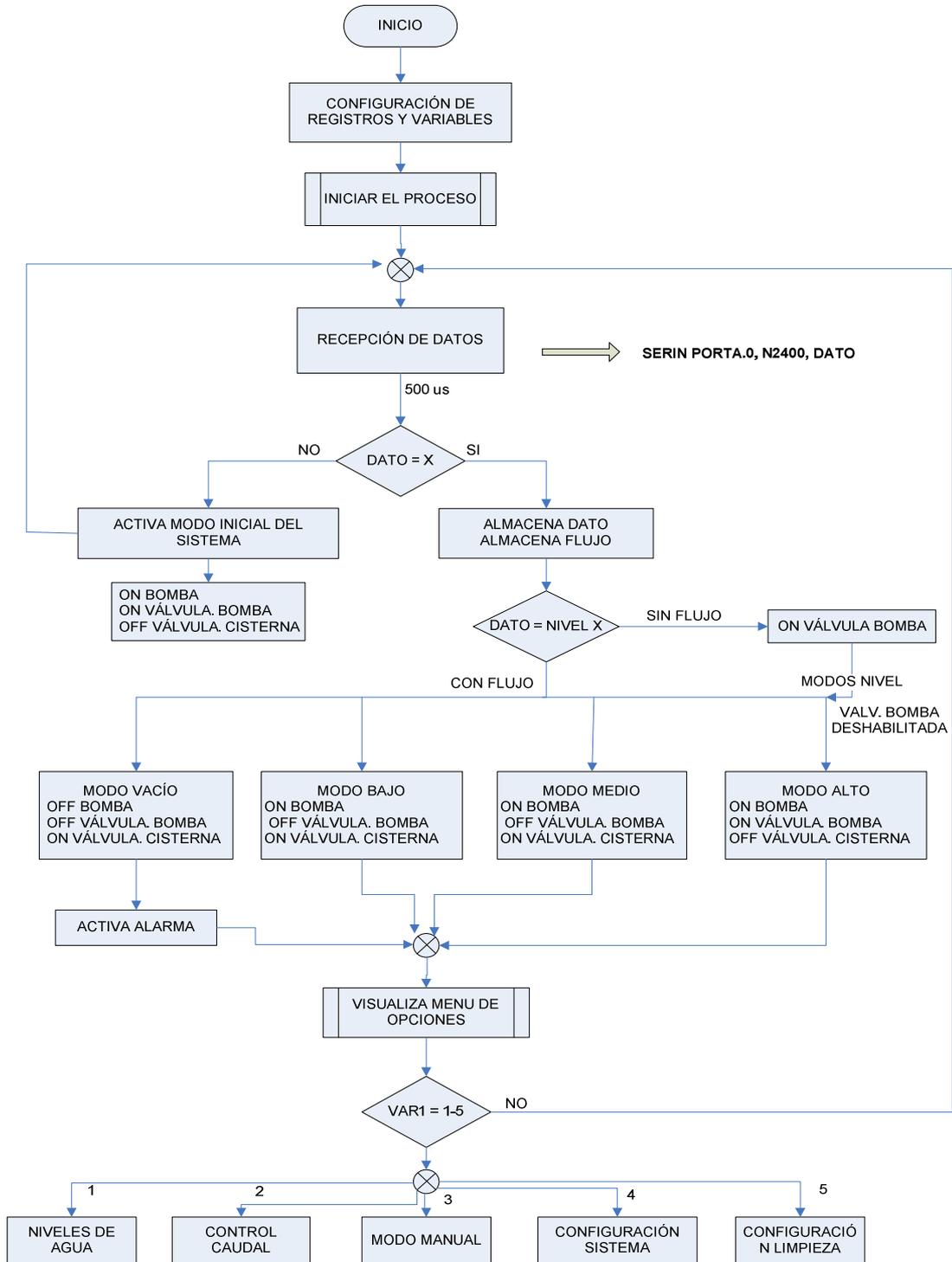


Figura III.14. Diagrama de flujo funcionamiento inicial del modulo receptor.

3.1.7 MÓDULO DE POTENCIA

Para el control de las electroválvulas y bomba se debe aislar el circuito de potencia con el circuito de control, por medio del uso de dispositivos optoacopladores ya que son dispositivos que pueden trabajar a altas frecuencias, lo cual no se puede conseguir con otro tipo de acoplamiento como es el caso de relés electromagnéticos.

A través de los puertos RE0–RE2 del PIC 16f877A se tiene tres señales que controlan a cada uno de los Moc3020 quienes a su vez activan a los triacs de potencia BT136 que controlan directamente el encendido de las electroválvulas y de la bomba AC (Fig. III.16).

Como circuito de protección a las variaciones bruscas de voltaje (dv/dt) se tiene la red snubber (RC), que para su diseño se utilizan las siguientes formulas:

Calculó de la resistencia equivalente de la carga:

$$RL = \frac{V^2}{P}$$

Para determinar la corriente nominal de la carga:

$$IL = \frac{Vs}{RL}$$

De esta forma, si se considera que la corriente de descarga es 10 veces la corriente nominal, se tiene que:

$$Rs = \frac{Vs}{ITD}$$

Para el cálculo del capacitor CS, con todas las consideraciones anteriores, se tiene que:

$$C_s = \frac{0.632RVs}{\left(\frac{dv}{dt}\right)(R_s + R)^2}$$

Para conocer la relación de presión que existe entre la bomba AC y las electroválvulas se utilizo la tabla III.III ya que la presión que entrega la bomba AC es de 30 PSI mientras que la electroválvula soporta 7 Kg/cm² por lo tanto la máxima capacidad que soporta la electroválvula es de 90 PSI.

Tabla III.III. Conversión de unidades de presión.

	PSI	Atmosf.	Kg/cm²	cm c.a	mm hg	Bar	Pa
PSI	1	0.0680	0.0703	70.31	51.72	0.0689	7.142
Atmosfera	14.7	1	1.033	1033	760	1.0131	1.01 10 ⁵
Kg/cm²	14.22	0.9678	1	1000	735.6	0.98	98.100
cm c.a	0.0142	0.00096	0.0010	1	0.7355	0.0009	100
mm hg	0.0193	0.0013	0.0013	0.0013	1	0.00133	133
Bar	14.5	0.987	1.02	1024	750	1	10 ⁵
Pa	1.4x10 ⁻⁴	0.987 10 ⁻⁶	0.102 10 ⁻⁴	0.01	0.0075	10 ⁻⁵	1

Fuente: <http://www.x-robotics.presión/unidades.htm>

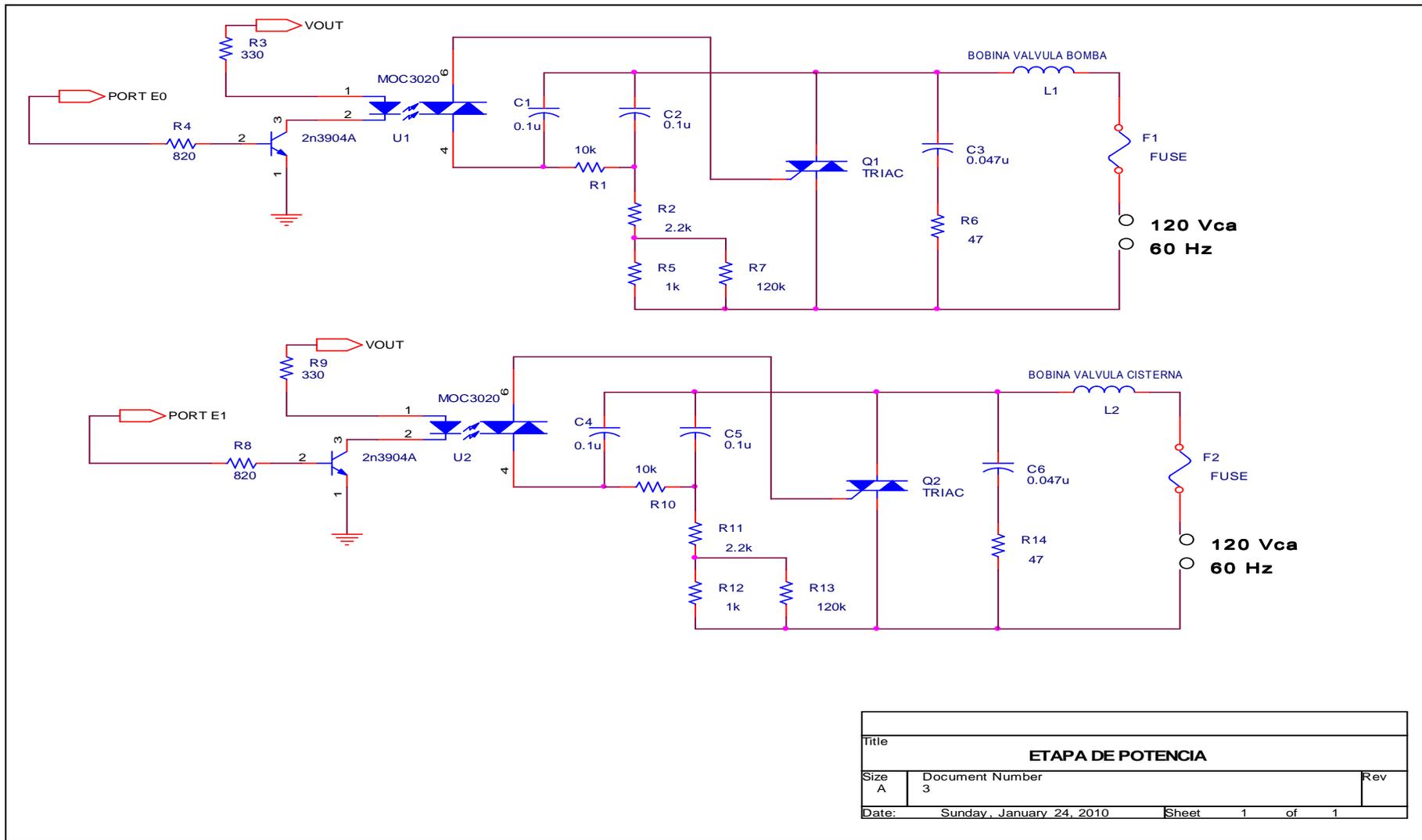


Figura III.16. Diagrama eléctrico de la etapa de potencia

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

4.1. SIMULACIÓN

Para la simulación del sistema CYMAC se usó el software de simulación de circuitos digitales, Proteus, compuesta por tres módulos básicos:

- ISIS (“Intelligent Schematic Input System”) que es el módulo de captura de esquemas.
- VSM (“Virtual System Modelling”) es el módulo de simulación, incluyendo PROSPICE.
- ARES (“Advanced Routing Modelling”) es el módulo para realización de circuitos impresos (PCB).

A continuación se describen los pasos de la simulación de este sistema.

En la (Fig. IV.1), se observa la inicialización del sistema, el LCD se enciende y presenta el menú de opciones (Fig. IV.2), los diodos que simulan el switch bomba y electroválvula de la bomba se encienden ya que este es el estado con el que arranca el sistema antes de recibir cualquier señal de los sensores de nivel. En este momento, el usuario ya puede manipular las diferentes opciones que presenta el sistema CYMAC.

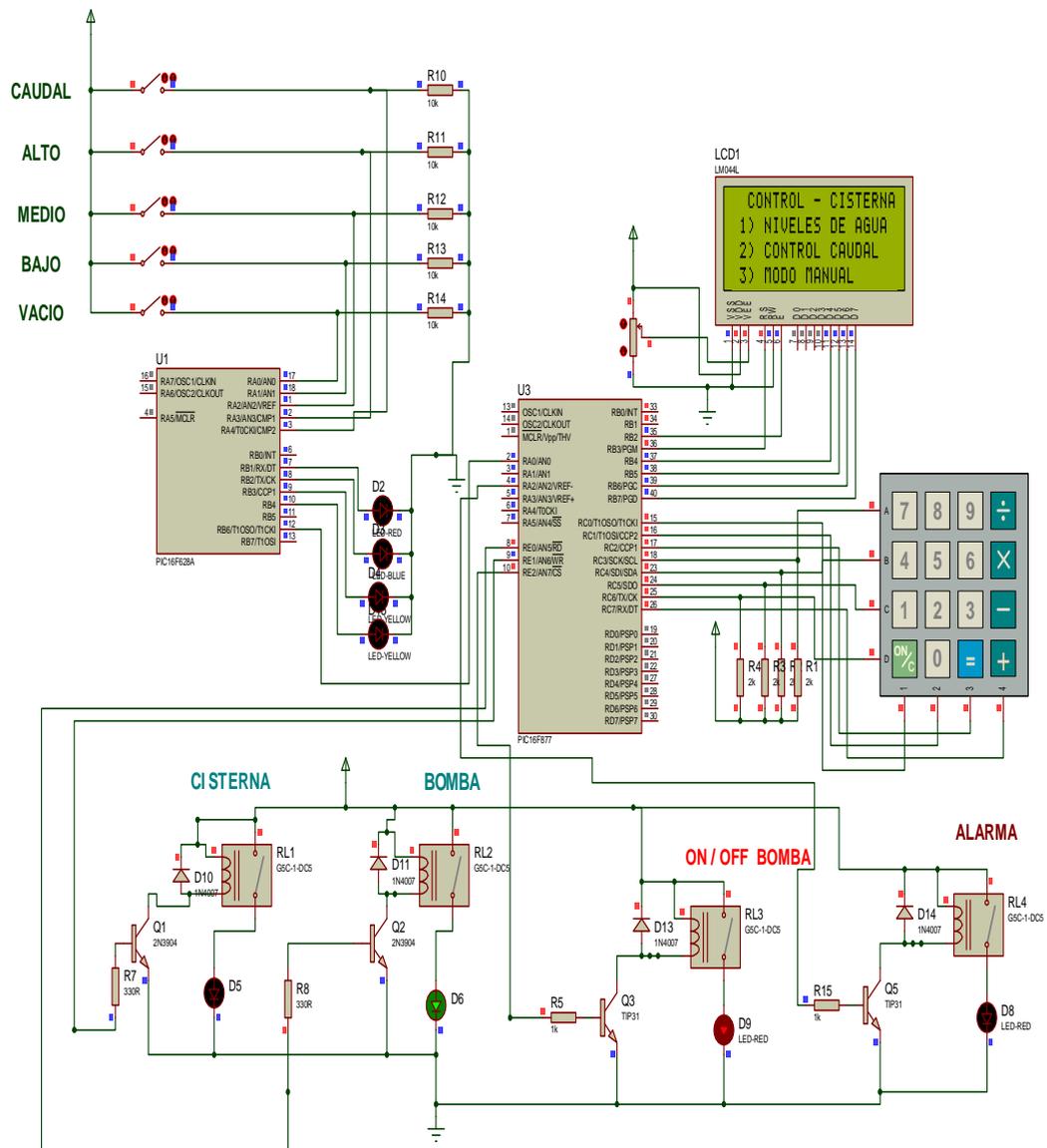


Figura IV.1. Inicio programa.

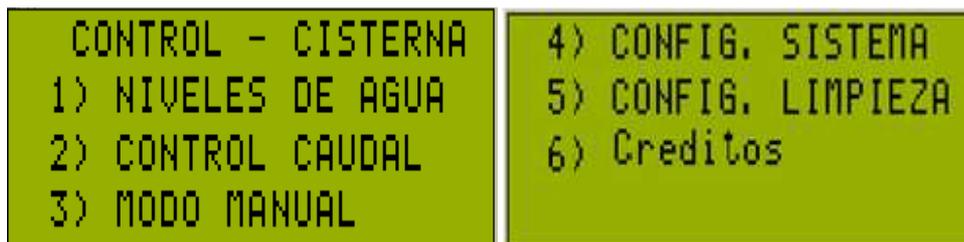
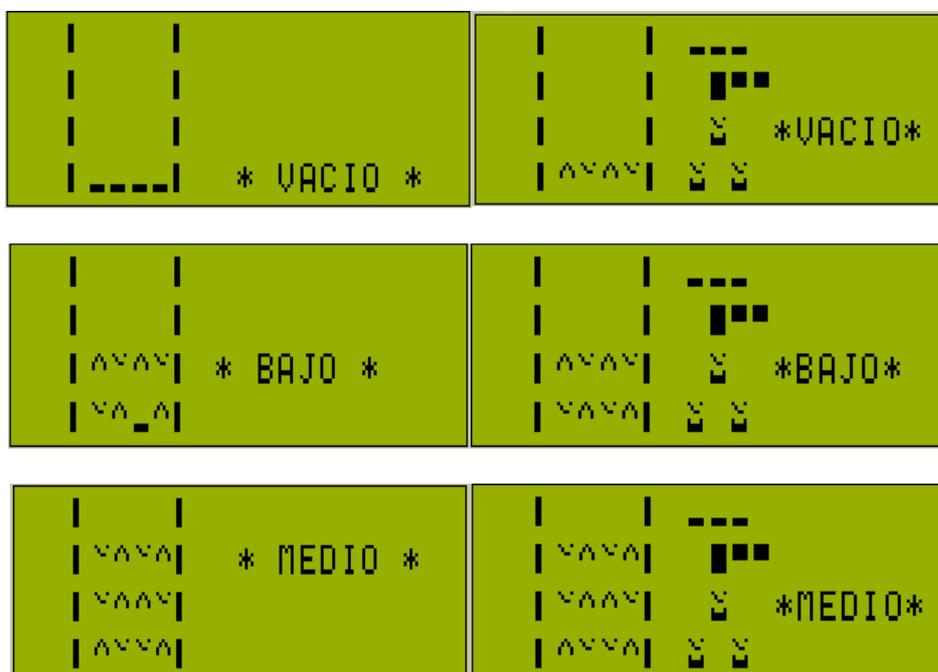


Figura IV.2. Menú principal.

Una vez que el módulo receptor recibe la señal (dato) correspondiente a los niveles de agua compara, almacena y genera las operaciones correspondientes al control de potencia.

Al escoger la opción 1 muestra los niveles de agua en la cisterna como se puede apreciar en la (Fig. IV.3).



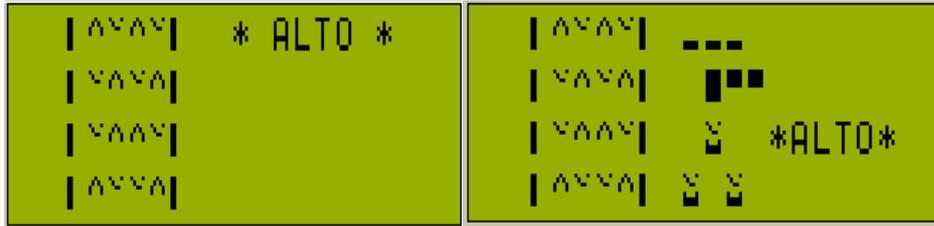


Figura IV.3. Visualización de niveles de agua.

Si el usuario desea escoger la opción 2 que corresponde al control del caudal se presenta una pantalla como se muestra en la (Fig. IV.4)



Figura IV.4. Visualización submenú control caudal.

Al escoger la opción 1 y si existe caudal se muestra un mensaje (Máximo Caudal) y el sistema regresa a la visualización del menú principal (Fig. IV.2), si el flujo de agua se va inesperadamente se presenta una pantalla que indica restaurar el sistema (Fig. IV.5)

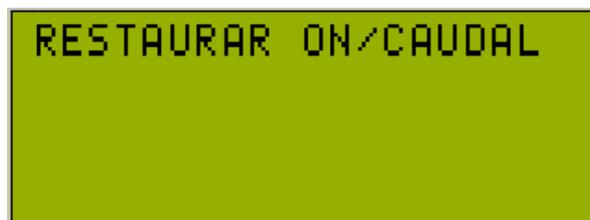


Figura IV.5. Visualización mensaje restaurar caudal.

Si se escoge la opción 1 y no existe caudal se visualiza un mensaje (Sin Caudal) y el

sistema regresa a la visualización del menú principal. (Fig. IV.2)

La (Fig. IV.6) muestra la selección de la opción 3 del menú (modo manual).

```
1) BOMBA
2) VALV. CISTERNA
3) VALV. BOMBA
4) RESTAURAR SIST
```

Figura IV.6. Visualización submenú modo manual.

Al escoger cualquiera de las opciones anteriores se presentan las siguientes pantallas.

(Fig. IV.7)

<pre>*** BOMBA *** 1) OFF / SWITCH 2) ON / SWITCH</pre>	<pre>* VALV. CISTERNA * 1) OFF / SWITCH 2) ON / SWITCH</pre>
<pre>* VALV. BOMBA * 1) OFF / SWITCH 2) ON / SWITCH</pre>	<pre>** SISTEMA EN ** AUTOMATICO</pre>

Figura IV.7. Visualización submenús modo manual.

En la opción número 4, se configura el control de capacidad presentando la siguiente pantalla (Fig. IV.8)



Figura IV.8. Visualización menú control capacidad.

Si se quiere programar la limpieza de la cisterna se escoge esta opción. (Fig. IV.9)



Figura IV.9. Visualización menú Limpieza de cisterna.

4.2. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA EN PROTOBOARD.

Una vez realizado las simulaciones correspondientes a la transmisión y recepción de datos se procede a la implementación de los circuitos para comprobar su funcionamiento con componentes reales y así poder corregir los errores que se presentan durante las pruebas realizadas.

En las siguientes figuras se muestra la implementación de todos los módulos correspondientes al sistema CYMAC.

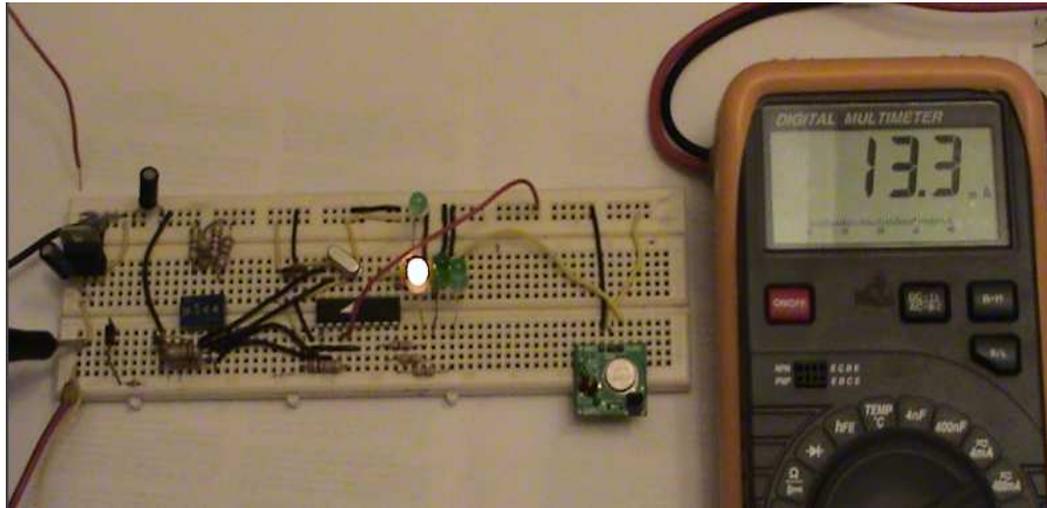


Figura IV.10. Implementación del módulo transmisor de datos.

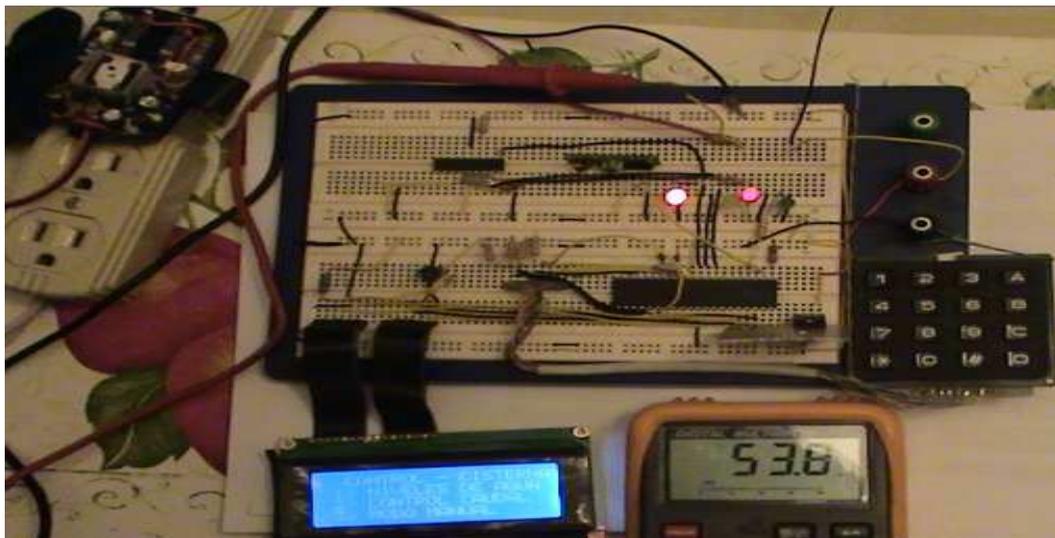


Figura IV.11. Implementación del módulo receptor de datos.



Figura IV.12. Menús del sistema.

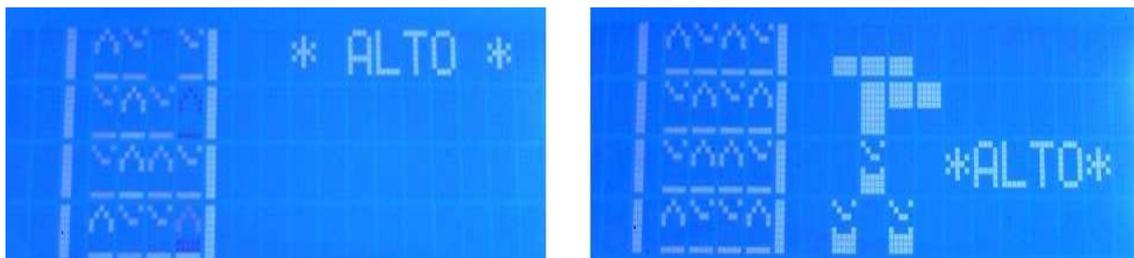


Figura IV.13. Nivel alto del sistema.

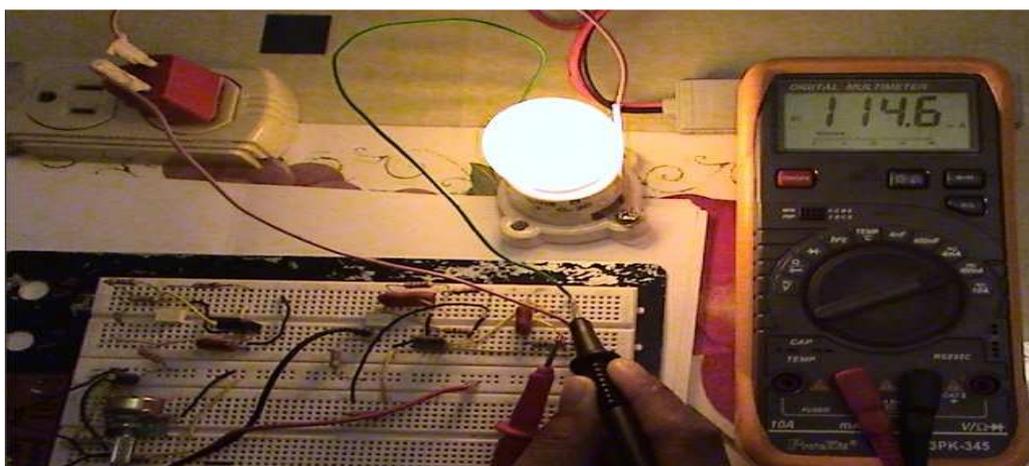


Figura IV.14. Implementación del módulo de potencia con foco.

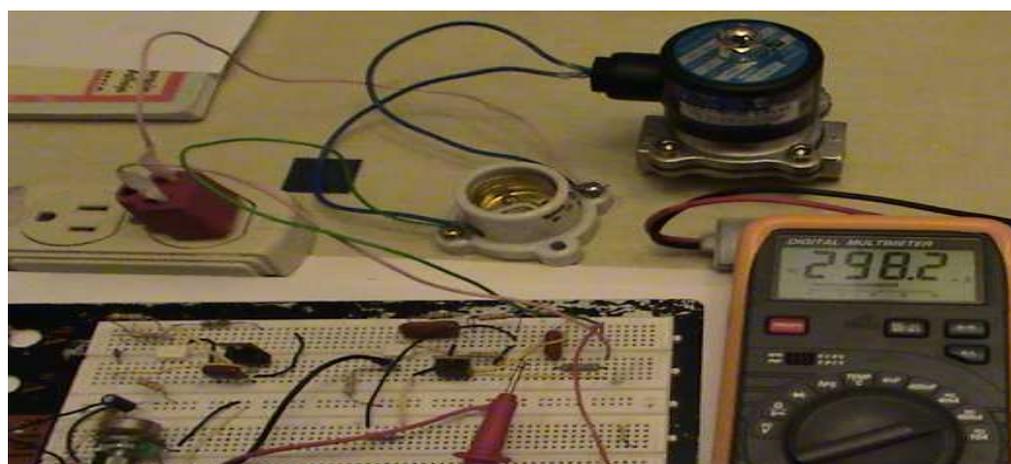


Figura IV.15. Implementación del módulo de potencia con electroválvula.

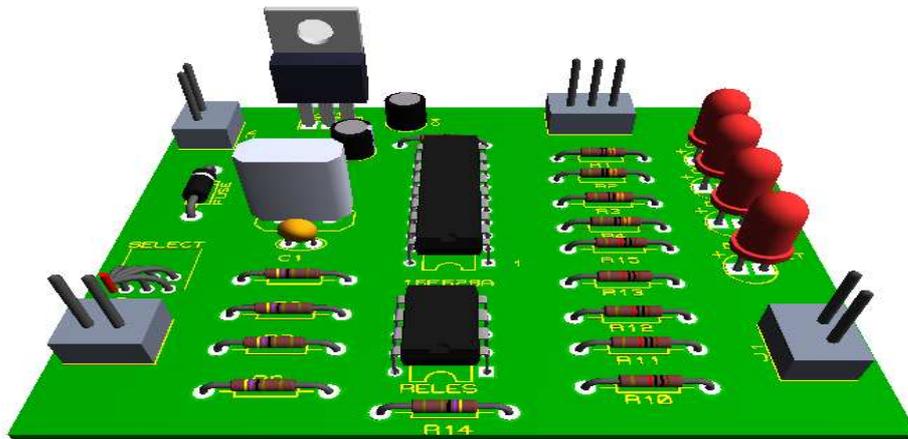


Figura IV.18. Módulo transmisor 3D.

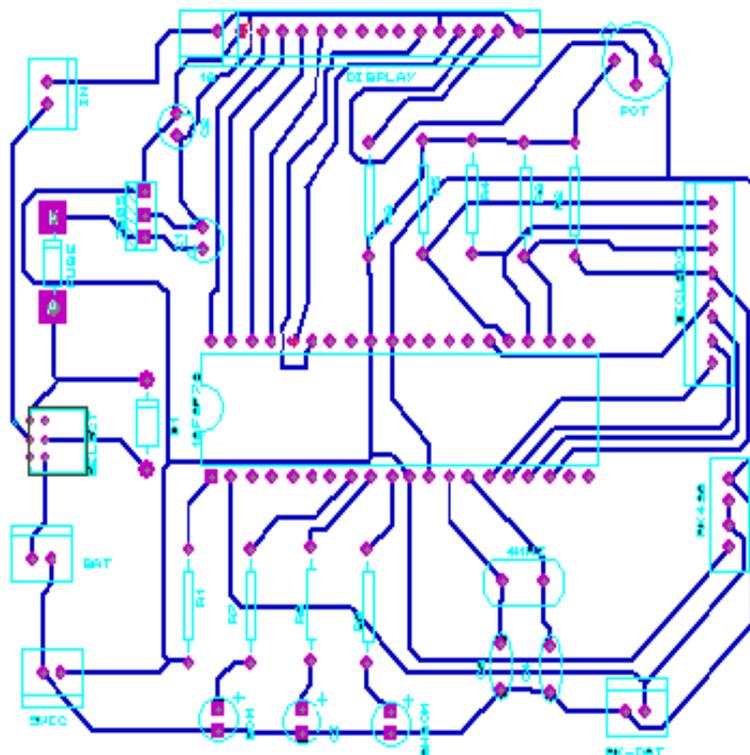


Figura IV.19. Circuito impreso módulo receptor.

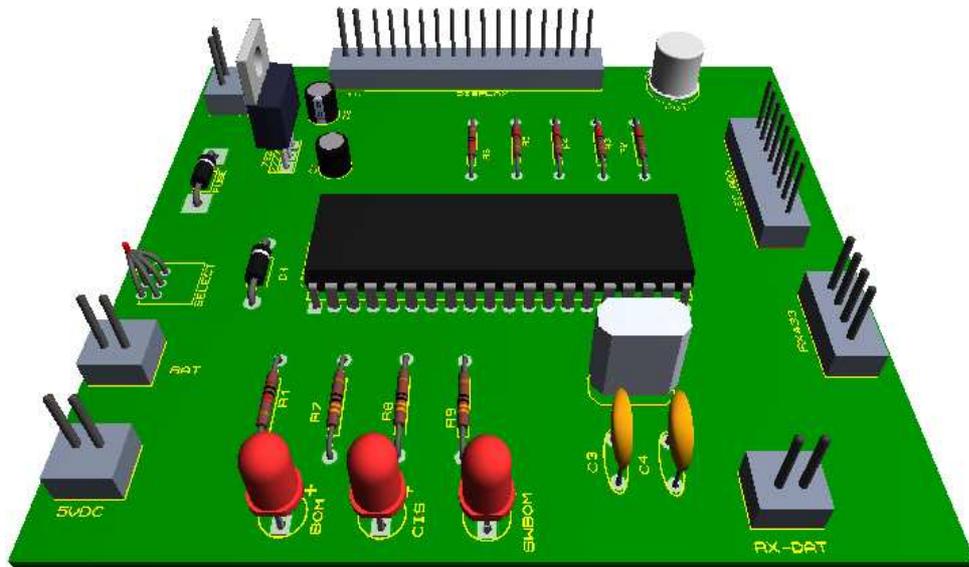


Figura IV.20. Módulo receptor 3D.

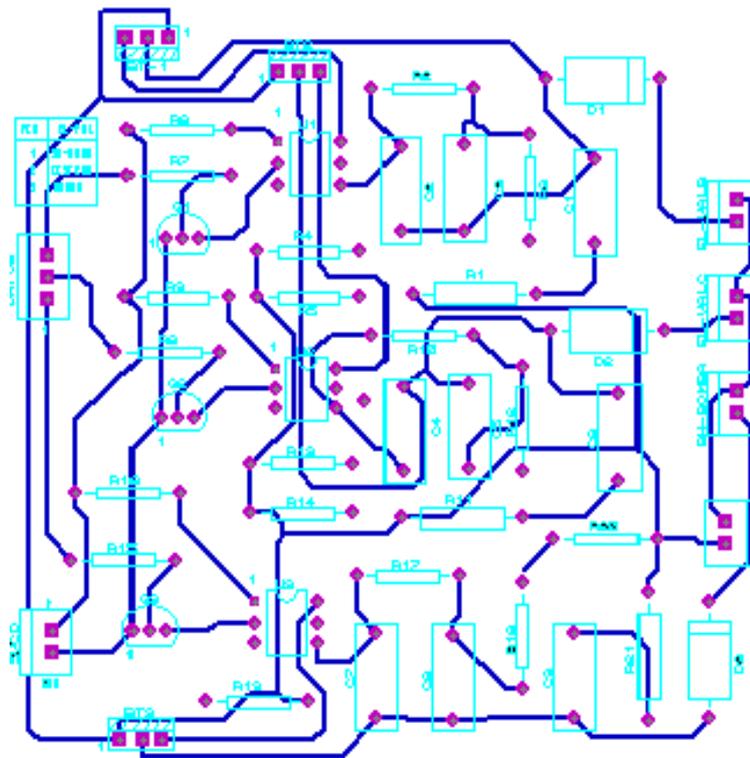


Figura IV.21. Circuito impreso módulo potencia.

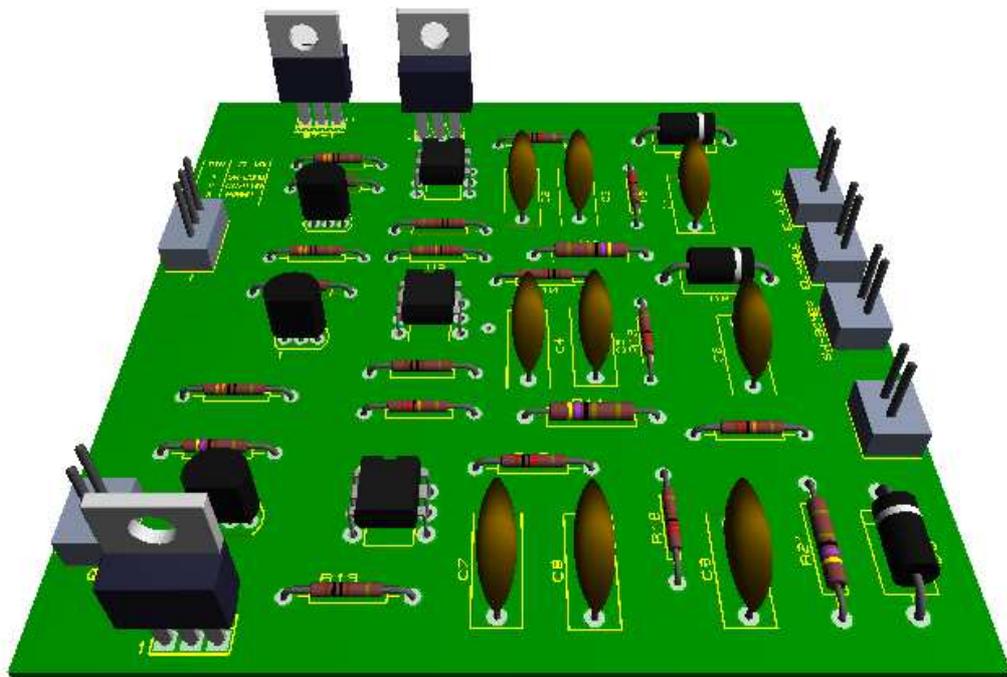


Figura IV.22. Módulo potencia 3D.

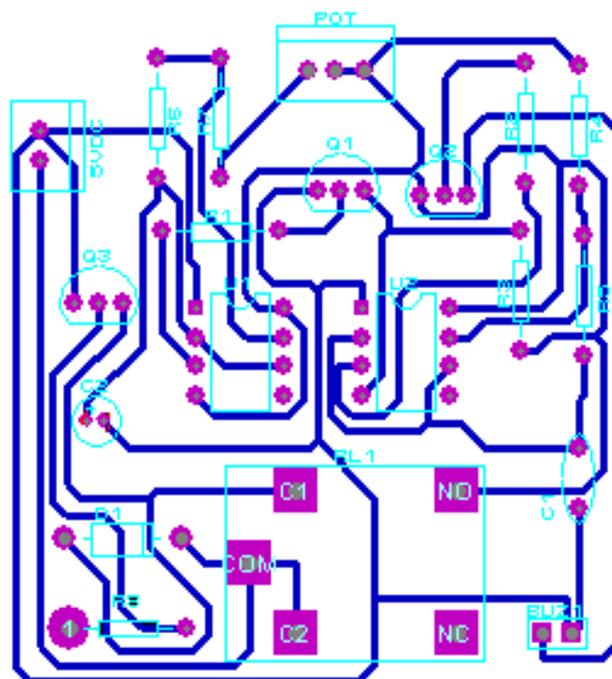


Figura IV.23. Circuito impreso módulo alarma.

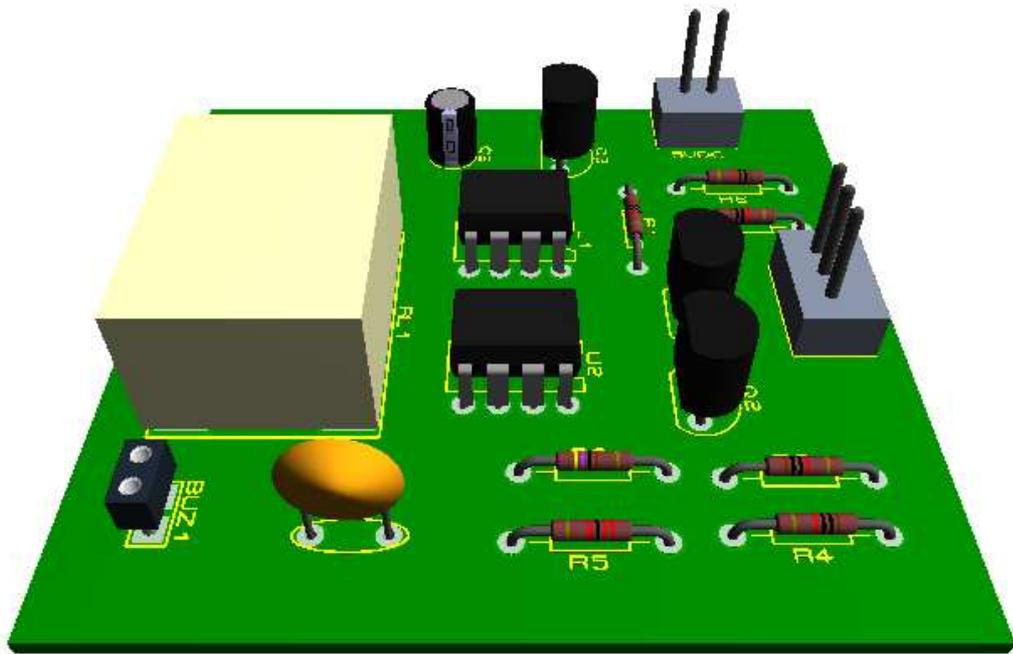


Figura IV.24. Modulo alarma 3D.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 ANÁLISIS

A lo largo del desarrollo del proyecto, se realizaron múltiples pruebas tanto a nivel de software como de hardware, pruebas individuales y con todo el sistema funcionando.

Las pruebas individuales más importantes consistieron básicamente en lo siguiente.

- Verificación del adecuado funcionamiento de los sensores y transductores utilizados; y así mismo la interacción de éstos con el microcontrolador principal.
- Verificación de comunicación entre el microcontrolador y los módulos de transmisión de RF.
- Pruebas con las diferentes tramas manejadas entre el subsistema de adquisición de señales y el subsistema de almacenamiento de datos.
- Adecuada recepción de datos por parte del software del subsistema

almacenamiento de datos y correcta manipulación de las tramas recibidas.

- Actualización en visualización de parámetros en la interface gráfica.
- Activación de alarma.

Para la alimentación de los circuitos del sistema CYMAC se realizo algunas pruebas con diversos elementos como:

- Fuentes estabilizadas de 1,2 a 24A con un transformador de 2A al cual ingresaba ruido por lo que se tenía un inconveniente a la hora de transmitir información a través de los módulos de radio frecuencia,
- Adaptadores variables de 1,5 a 12Vcd por ser mas compactos se reducía la interferencia al momento de la transmisión pero no brindaba la estabilidad y protecciones a las variaciones bruscas de voltaje,
- Cargador de baterías de celular el cual cumple con todas las necesidades mínimas de funcionamiento para un mejor desempeño del sistema, provee de protecciones a las altas y bajas tensiones de voltaje a través de fusibles, varistores, circuitos integrados que estabilizan la señal a un nivel fijo de voltaje 5.9Vcd a 400mA reduciendo considerablemente el ruido o interferencias que se presentaban con los anteriores dispositivos utilizados, a través del CI 7805 se estabiliza el voltaje a 5Vcd voltaje necesario para el funcionamiento del los PICs y de de los módulos Tx/ Rx de datos.

Después de superadas todas las pruebas individuales, se procedió con la verificación del funcionamiento de todo el sistema en conjunto, es importante resaltar que a

continuación se registran las medidas de corriente obtenidas con el sistema CYMAC.

Tabla V.I. Corriente del sistema CYMAC.

BLOQUES	CORRIENTE CON VOLT-CD
TRANSMISOR	13 – 13.3mA
Tx AUK433 Mhz	2mA
Diodo Led	6mA
RECEPTOR	64.2mA
Rx AUK433 Mhz	2mA
Display	31.4mA
4 Diodo Leds	6mA c/u
ALARMA	14mA
POTENCIA	CORRIENTE EN CARGA VOLT-AC
Foco 75W	114.5mA
Electroválvula	298mA

Antes de realizar las placas correspondientes a los módulos del sistema, se hizo las pruebas necesarias en protoboard para verificar que los programas cumplieran con las instrucciones deseadas. Estas pruebas fueron se realizaron para corregir los errores de programación que se presentaron durante el desarrollo del proyecto. Estos errores no son detectados por el compilador ya que en sintaxis son correctos, pero en implementación física salen a la luz.

Se realizó varias pruebas de la transmisión de datos desde diferentes distancias para conocer el rango máximo de transmisión que soportan los módulos Tx/Rx dando como resultado un alcance de 15m con línea de vista y 8m sin línea de vista, éstas pruebas

realizadas en la transmisión indican que a distancias mayores de 15 m genera errores y pérdida de datos de transmisión, por lo tanto para garantizar una precisión de datos en un 100%, el transmisor y el receptor deben ubicarse a una distancia máxima de 8m.

Además se monitorea el nivel de agua cada 5 segundos transmitiendo la información al receptor a una frecuencia de 433Mhz, teniendo un tiempo de respuesta de la activación de las electroválvulas de aproximadamente 500 milisegundos.

RESULTADO

En las siguientes figuras se presenta el sistema instalado y funcionando.



Figura V.I. Sensor de nivel de agua en la cisterna.



Figura V.II. Módulo transmisor de datos.



Figura V.II. Módulo Receptor de datos.



Figura V.II. Control de Potencia.



Figura V.II. Vista general de los módulos transmisor y potencia.

Tabla V.II. Costos del sistema CYMAC.

CANTIDAD	MATERIALES	PRECIO
1	Programador de Pics	40.00
2	Electroválvulas	100.00
1	Pic 16F877A	9.00
1	Pic 16F628A	3.75
2	Cristales	2.00
1	Módulos Tx/Rx 433 Mhz	18.00
4	Sensor Magnético (Reed switch)	10.00
1	Display 20x4	24.00
3	Optoacopladores	2.40
3	Triacs	3.50
1	Buzzer	2.00
1	Teclado 4x4	9.50
2	Relés de 5Vcd	2.00
1	Tubo PVC de agua ½" (6m)	6.50
3	Llaves de paso	11.40
2	Regulador 7805	1.80
2	Cargador Motorola AC power	4.00
3	Cajas Vacías	38.00
1	Caja Térmica	15.00
9	Diodos led	1.70
3	Brocas	1.55
1	Fibra de vidrio para placas A4	8.00
4	Placas finales	40.00
3	Interruptores	1.65
	VARIOS	
	Resistencias	5.00
	Condensadores	10.00
	Fusibles y porta fusibles	3.60
	Instalación de electroválvulas	35.00
	Canaletas	9.40
	Cable para 110 Vca	7.71
	Molex	3.90
	Diodos rectificadores	2.00

	Transistores	3.00
	Tornillos	3.25
	Pintura	5.00
TOTAL		443.61

Nota: Estos gastos no incluyen dispositivos utilizados en la investigación, dispositivos contemplados y no utilizados en el diseño final de la tesis.

CONCLUSIONES

1. Se implementó un sistema electrónico capaz de adquirir datos del nivel de agua en la cisterna y transmitirlos por radiofrecuencia para controlar las electroválvulas de ingreso y salida de agua. Con el sistema se logró obtener una solución económica y confiable para cisternas domiciliarias.
2. El sistema queda abierto para futuras actualizaciones, ya que dentro del esquema de control y monitoreo de la cisterna se presentan continuamente nuevas opciones, que dan al usuario mayor control y seguridad sobre los elementos monitoreados y controlados.
3. Durante el desarrollo del proyecto se mejoraron los conocimientos adquiridos en electrónica tanto digital como análoga y se obtuvieron conocimiento de herramientas, en el desarrollo de PCB's mediante el simulador de circuitos electrónicos Proteus y en el desarrollo del firmware el compilador de lenguaje Basic denominado Microcode.
4. Se da la importancia a este proyecto realizado, ya que a través del mismo se logró unir en un mismo sistema equipos y dispositivos que se pueden obtener comercialmente, con un solo propósito: medir, sensar, transmitir, controlar dándoles una utilidad y un control eficiente de acuerdo a las necesidades y problemas que se presentaron en la realización del mismo. Vale mencionar que

aun se requieren estudios económicos para analizar la relación beneficio/costo y consecuentemente la viabilidad económica para su aplicación a mayor escala.

5. Es muy importante mencionar la visión que ha generado el desarrollo del proyecto ya que desde un punto de vista global se encontró que con el sistema desarrollado se pueden llevar a cabo estudios similares a nivel industrial, donde el control y monitoreo actualmente son requeridos empresarialmente y presentan una posible fuente de negocio.

6. El proyecto también ha servido para ver que la implementación de un sistema en hardware no es nada trivial y depende de muchos factores, entre ellos una buena formación en electrónica tanto digital como analógica.

RECOMENDACIONES

1. Para una mejor transmisión de datos se puede utilizar módulos de radiofrecuencia más sofisticados con mejores características de transmisión y recepción alcanzando mayor alcance y estabilidad en el manejo de los datos.
2. Es recomendable tener sistemas alternos de conexión ya sea en las electroválvulas, como en la transmisión de datos ya que en algún momento pueden fallar estos dispositivos.
3. Se debe manejar circuitos de protección a cortos circuitos ya sea en los módulos de corriente continua y mucha más en la etapa de potencia que manejamos 110Vca, utilizando fusibles, varistores, diodos, etc. Además del uso de disipadores de calor en los dispositivos susceptibles al recalentamiento como son los reguladores de tensión, transistores de potencia y triacs.
4. Para conseguir un nivel de voltaje estable y garantizar un buen funcionamiento en dispositivos como PICS, módulos de radio frecuencia se debe utilizar dispositivos discretos como: transistores, zeners o dispositivos integrados como reguladores de voltaje.
5. Como se ha tenido problemas con la capacidad de memoria en el microcontrolador, lo que ha derivado en un recorte de funciones en los mensajes de incidencias mostradas en la pantalla del LCD se recomienda un Pic de mayor capacidad y que preste las mismas funcionalidades.

RESUMEN

Se implementó un sistema de control y monitoreo automático de entrada y salida de agua en cisternas utilizando radiofrecuencia para garantizar un constante suministro de agua en el domicilio.

Se empleó técnicas de lectura investigativa, métodos lógicos y sistemáticos para modelar el sistema, mediante la elección de componentes apropiados. Empleándose software de programación Microcode y Proteus, microcontroladores, módulos de transmisión inalámbrica, electroválvulas. El sistema consta de tres etapas, transmisor, receptor y potencia con una interfaz de usuario que permite la visualización de menús de opciones como: niveles de agua, control de caudal, modo manual, configuración limpieza.

La comunicación inalámbrica del sistema tiene un alcance de 15m con línea de vista y 8m sin línea de vista, cada 5 segundos monitorea el nivel de agua transmitiendo la información al receptor a una frecuencia de 433Mhz con una velocidad de 2400 baudios, el tiempo de respuesta de la activación de las electroválvulas es de aproximadamente 500 milisegundos. Las pruebas realizadas en la transmisión indican que a distancias mayores de 15 m genera errores y pérdida de datos de transmisión, por lo tanto para garantizar una precisión de datos en un 100%, el transmisor y el receptor deben ubicarse a una distancia máxima de 8m.

El sistema es una alternativa viable para el control de agua en cisternas con un rendimiento aceptable y óptimo en domicilios.

SUMMARY

A control and automatic monitoring system of water inlet and outlet was implemented in cisterns using radiofrequency to guarantee the home water provision.

Investigative reading techniques, logic and systematic methods were used to model system, through the election of appropriate components. Microcode and Proteus programming software, microcontrollers, wireless transmission model, and electrovalves were used. The system consist of three stages, a transmitter, receptor and power with interphase of the user permitting the display of option menus such as: water levels, volume control, manual mode, cleaning configuration.

The system wireless communication has a range of 15m with sight line and 8m without sight line; each 5 seconds monitors the water level transmitting the information to the receptor at a frequency of 433Mhz with a speed of 2400 baudios. The response time of the activation of the electrovalves is approximately 500 milliseconds. The tests in the transmission data loss; therefore to guarantee a data accuracy by 100%, the transmitter and the receptor must by located at a maximum distance of 8m.

The system is a feasible alternative for the water control in cisterns with an acceptable and optimum yield in homes.

GLOSARIO

Proceso.- Operación que conduce a un resultado determinado.

Sistema.- Consiste en un conjunto de elementos que actúan coordinadamente para realizar un objetivo determinado.

Señal de salida.- Es la variable que se desea controlar (posición, velocidad, presión, temperatura, etc.). También se denomina variable controlada.

Señal de control.- Es la señal que produce el controlador para modificar la variable controlada..

Señal análoga.- Es una señal continua en el tiempo.

Señal digital.- Es una señal que solo toma valores de 1 y 0. El Tx/Rx solo envía y/o recibe señales digitales.

Convertor análogo/digital.- Es un dispositivo que convierte una señal analógica en una señal digital (1 y 0).

Convertor digital/análogo.- Es un dispositivo que convierte una señal digital en una señal analógica (corriente o voltaje).

Sensor.- Es un dispositivo que convierte el valor de una magnitud física (presión, flujo, temperatura, etc.) en una señal eléctrica codificada ya sea en forma analógica o digital.

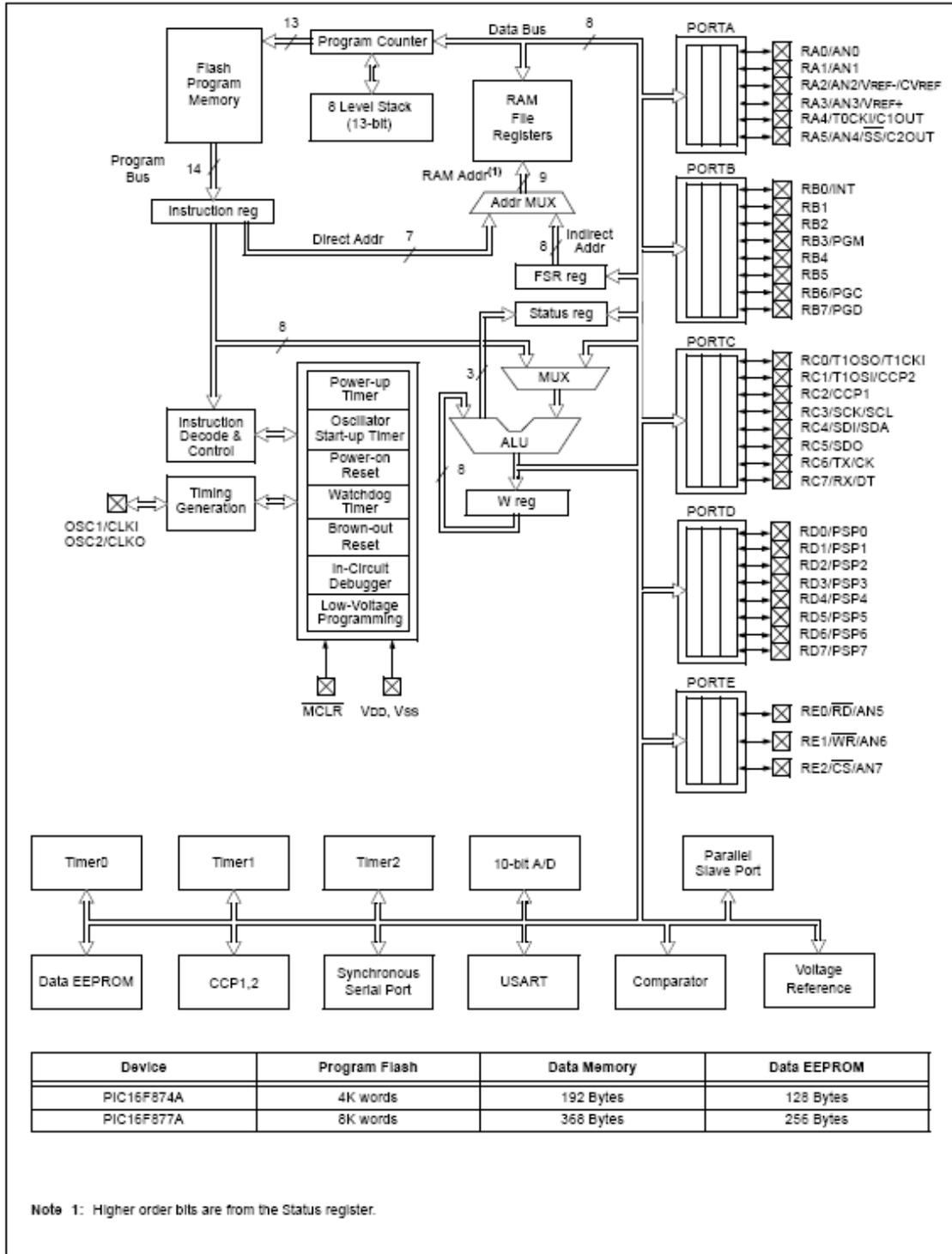
Transmisor.- Es en conjunto un sensor que convierte el valor de una magnitud física, en una señal eléctrica normalizada, sea esta digital o analógica; y un circuito de acondicionamiento que permite su manejo.

ANEXOS

ANEXO A. Diagrama en bloques de microcontrolador 16F877A.

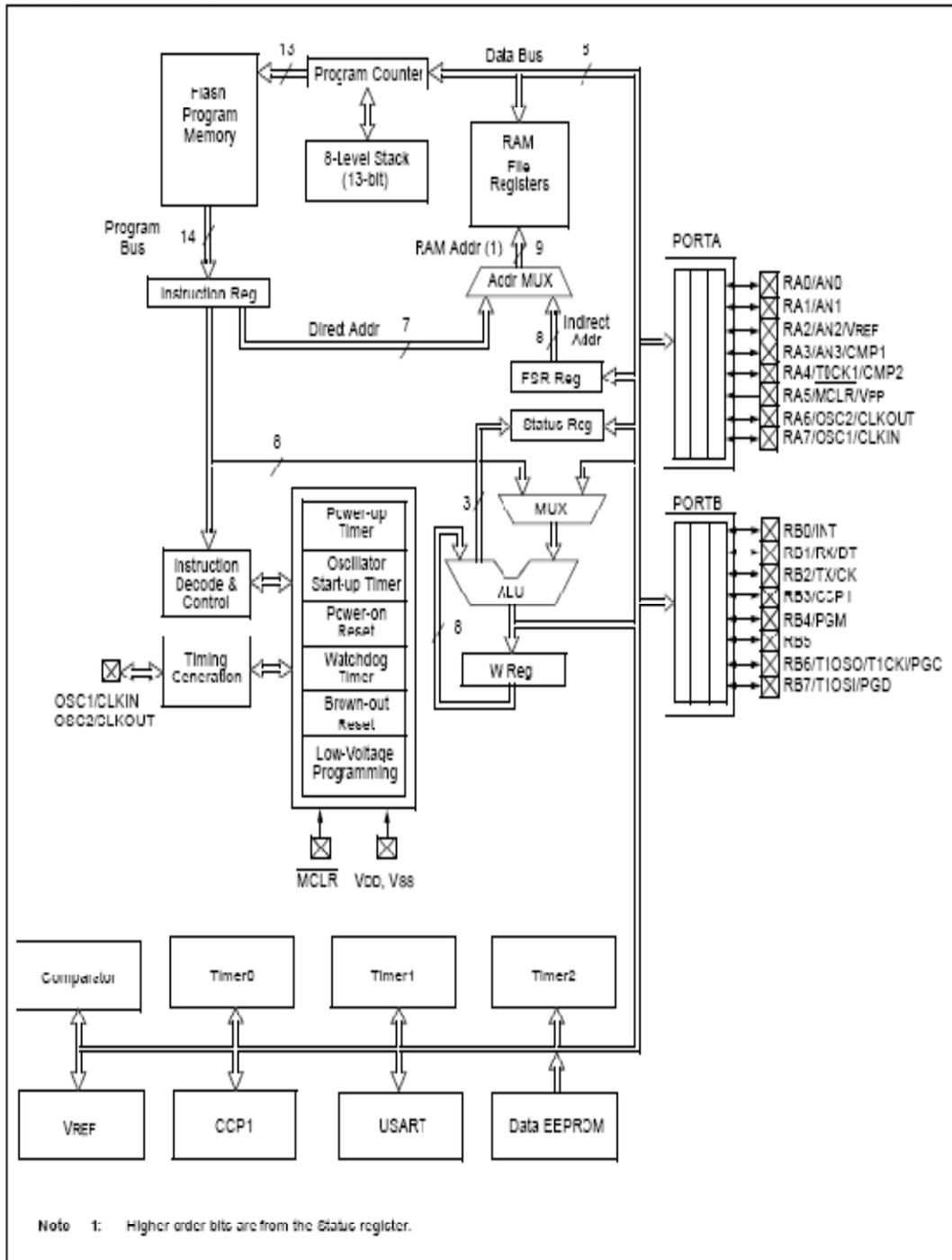
PIC16F87XA

FIGURE 1-2: PIC16F874A/877A BLOCK DIAGRAM



Anexo B : Estructura Interna Pic16f628A

FIGURE 3-1: BLOCK DIAGRAM



ELECTRICAL CHARACTERISTICS FOR L7805A ($V_i = 10V$, $I_o = 1 A$, $T_j = 0$ to $125^\circ C$ (L7805AC),
 $T_j = -40$ to $125^\circ C$ (L7805AB) unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Output Voltage	$T_j = 25^\circ C$	4.9	5	5.1	V
V_o	Output Voltage	$I_o = 5 \text{ mA to } 1 \text{ A}$ $P_o \leq 15 \text{ W}$ $V_i = 7.5 \text{ to } 20 \text{ V}$	4.8	5	5.2	V
ΔV_o^*	Line Regulation	$V_i = 7.5 \text{ to } 25 \text{ V}$ $I_o = 500 \text{ mA}$		7	50	mV
		$V_i = 8 \text{ to } 12 \text{ V}$		10	5	mV
		$V_i = 8 \text{ to } 12 \text{ V}$ $T_j = 25^\circ C$		2	25	mV
		$V_i = 7.3 \text{ to } 20 \text{ V}$ $T_j = 25^\circ C$		7	50	mV
ΔV_o^*	Load Regulation	$I_o = 5 \text{ mA to } 1 \text{ A}$		25	100	mV
		$I_o = 5 \text{ mA to } 1.5 \text{ A}$ $T_j = 25^\circ C$		30	100	mV
		$I_o = 250 \text{ to } 750 \text{ mA}$		8	50	mV
I_d	Quiescent Current	$T_j = 25^\circ C$		4.3	6 6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$V_i = 8 \text{ to } 25 \text{ V}$ $I_o = 500 \text{ mA}$			0.8	mA
		$V_i = 7.5 \text{ to } 20 \text{ V}$ $T_j = 25^\circ C$			0.8	mA
		$I_o = 5 \text{ mA to } 1 \text{ A}$			0.5	mA
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_i = 8 \text{ to } 18 \text{ V}$ $f = 120 \text{ Hz}$ $I_o = 500 \text{ mA}$		68		dB
V_d	Dropout Voltage	$I_o = 1 \text{ A}$ $T_j = 25^\circ C$		2		V
e_N	Output Noise Voltage	$B = 10 \text{ Hz to } 100 \text{ KHz}$ $T_j = 25^\circ C$		10		$\mu V/V_o$
R_o	Output Resistance	$f = 1 \text{ KHz}$		17		$m\Omega$
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_i = 35 \text{ V}$ $T_{amb} = 25^\circ C$		0.2		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_j = 25^\circ C$		2.2		A
$\frac{\Delta V_o}{\Delta T}$	Output Voltage Drift			-1.1		$mV/^\circ C$

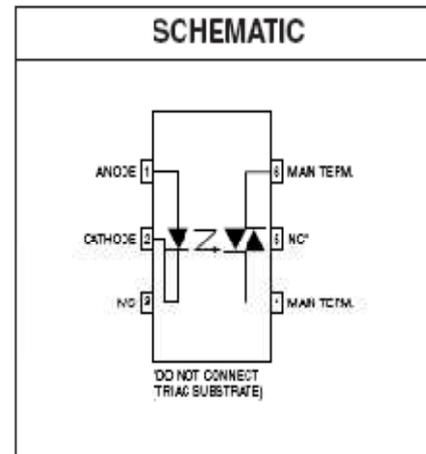
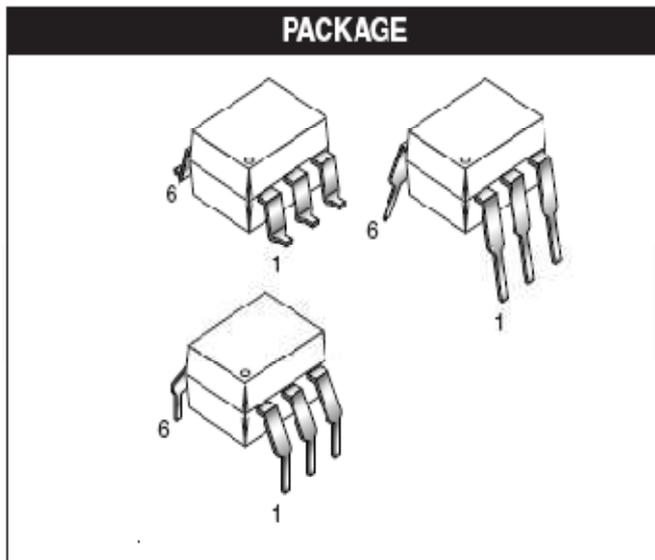
* Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_o due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

Anexo D MOC 30xx

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

OPTOISOLATORS TRIAC DRIVER OUTPUT (250/400 VOLT PEAK)

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M



DESCRIPTION

The MOC301XM and MOC302XM series are optically isolated triac driver devices. These devices contain a GaAs infrared emitting diode and a light activated silicon bilateral switch, which functions like a triac. They are designed for interfacing between electronic controls and power triacs to control resistive and inductive loads for 115/240 VAC operations.

FEATURES

- Excellent I_{FT} stability—IR emitting diode has low degradation
- High isolation voltage—minimum 5300 VAC RMS
- Underwriters Laboratory (UL) recognized—File #E90700
- Peak blocking voltage
 - 250V-MOC301XM
 - 400V-MOC302XM
- VDE recognized (File #94766)
 - Ordering option V (e.g. MOC3023VM)

APPLICATIONS

- Industrial controls
- Traffic lights
- Vending machines
- Solid state relay
- Lamp ballasts
- Solenoid/valve controls
- Static AC power switch
- Incandescent lamp dimmers
- Motor control

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)				
Parameters	Symbol	Device	Value	Units
TOTAL DEVICE				
Storage Temperature	T_{STG}	All	-40 to +150	$^\circ\text{C}$
Operating Temperature	T_{OPR}	All	-40 to +85	$^\circ\text{C}$
Lead Solder Temperature	T_{SO_2}	All	260 for 10 sec	$^\circ\text{C}$
Junction Temperature Range	T_J	All	-40 to +100	$^\circ\text{C}$
Isolation Surge Voltage ⁽¹⁾ (peak AC voltage, 60Hz, 1 sec duration)	V_{ISO}	All	750V	Vac(pk)
Total Device Power Dissipation @ 25 $^\circ\text{C}$ Derate above 25 $^\circ\text{C}$	P_D	All	330 4.4	mW mW/ $^\circ\text{C}$
EMITTER				
Continuous Forward Current	I_F	All	60	mA
Reverse Voltage	V_R	All	3	V
Total Power Dissipation 25 $^\circ\text{C}$ Ambient: Derate above 25 $^\circ\text{C}$	P_D	All	100 1.33	mW mW/ $^\circ\text{C}$
DETECTOR				
Off-State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	MOC3010M/1M/2M MOC3020M/1M/2M/3M	250 400	V
Peak Repetitive Surge Current (PW = 1 ms, 120 pps)	I_{TSM}	All	1	V
Total Power Dissipation @ 25 $^\circ\text{C}$ Ambient: Derate above 25 $^\circ\text{C}$	P_D	All	300 4	mW mW/ $^\circ\text{C}$

Note

1. Isolation surge voltage, V_{ISO} , is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified)

INDIVIDUAL COMPONENT CHARACTERISTICS

Parameters	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
EMITTER							
Input Forward Voltage	$I_F = 10 \text{ mA}$	V_F	All		1.15	1.5	V
Reverse Leakage Current	$V_F = 3 \text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$	I_R	All		0.01	100	μA
DETECTOR							
Peak Blocking Current, Either Direction	Rated $V_{DRM}, I_F = 0$ (note 1)	I_{DRM}	All		10	100	nA
Peak On-State Voltage, Either Direction	$I_{TM} = 100 \text{ mA peak}, I_F = 0$	V_{TM}	All		1.8	3	V

TRANSFER CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified.)

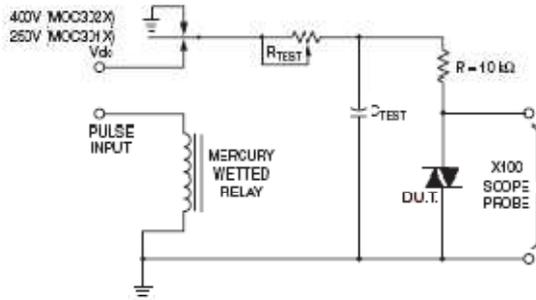
DC Characteristics	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
LED Trigger Current	Voltage = 3V (note 3)	I_{FT}	MOC3020M			30	mA
			MOC3010M			15	
			MOC3021M				
			MOC3011M			10	
			MOC3022M				
			MOC3012M			5	
			MOC3023M				
Holding Current, Either Direction		I_H	All		100		μA

Note

1. Test voltage must be applied within dv/dt rating.
2. This is static dv/dt. See Figure 5 for test circuit. Commutating dv/dt is a function of the load-driving thyristor(s) only.
3. All devices are guaranteed to trigger at an I_F value less than or equal to max I_{FT} . Therefore, recommended operating I_F lies between max I_{FT} (30 mA for MOC3020M, 15 mA for MOC3010M and MOC3021M, 10 mA for MOC3011M and MOC3022M, 5 mA for MOC3012M and MOC3023M) and absolute max I_F (60 mA).

**6-PIN DIP RANDOM-PHASE
OPTOISOLATORS TRIAC DRIVER OUTPUT
(250/400 VOLT PEAK)**

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M



1. The mercury wetted relay provides a high speed repeated pulse to the D.U.T.
2. 100x scope probes are used, to allow high speeds and voltages.
3. The worst-case condition for static dv/dt is established by triggering the D.U.T. with a normal LED input current, then removing the current. The variable R_{TEST} allows the dv/dt to be gradually increased until the D.U.T. continues to trigger in response to the applied voltage pulse, even after the LED current has been removed. The dv/dt is then decreased until the D.U.T. stops triggering. τ_{RC} is measured at this point and recorded.

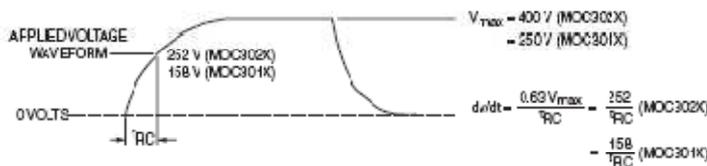


Figure 5. Static dv/dt Test Circuit

Note: This optoisolator should not be used to drive a load directly. It is intended to be a trigger device only.

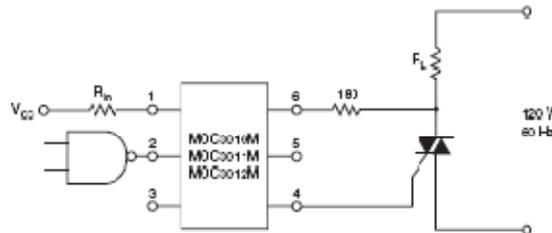


Figure 6. Resistive Load

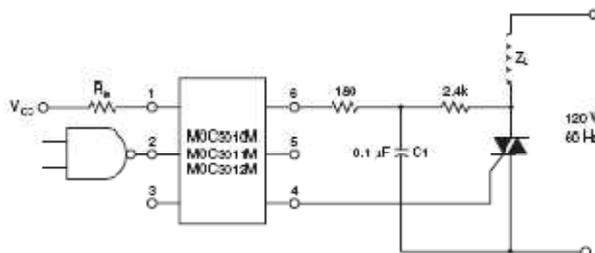


Figure 7. Inductive Load with Sensitive Gate Triac $I_{GT} \leq 15 \text{ mA}$

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M

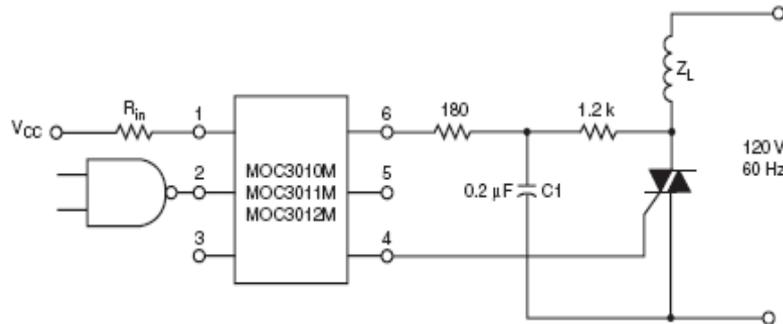
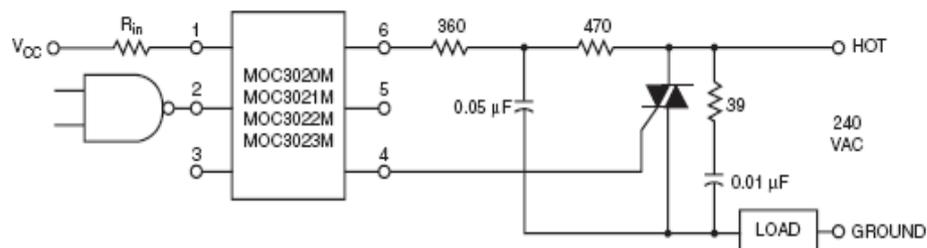


Figure 8. Inductive Load with Sensitive Gate Triac ($I_{GT} \leq 15 \text{ mA}$)



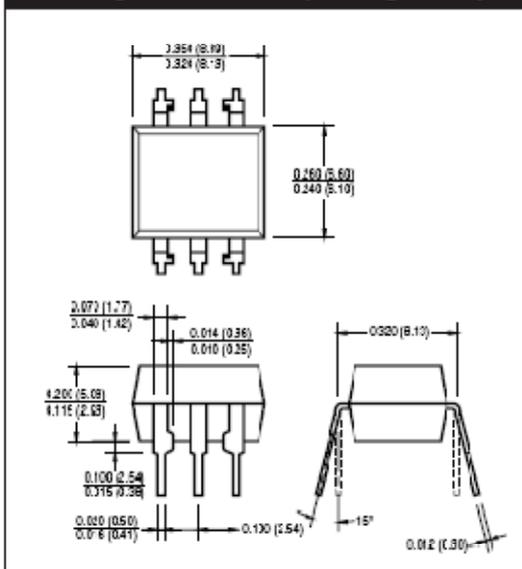
In this circuit the "hot" side of the line is switched and the load connected to the cold or ground side.

The 39 ohm resistor and 0.01 μF capacitor are for snubbing of the triac, and the 470 ohm resistor and 0.05 μF capacitor are for snubbing the coupler. These components may or may not be necessary depending upon the particular and load used.

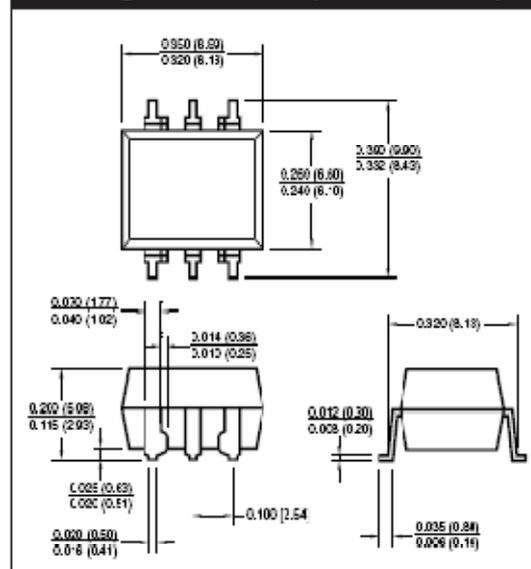
Figure 9. Typical Application Circuit

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M

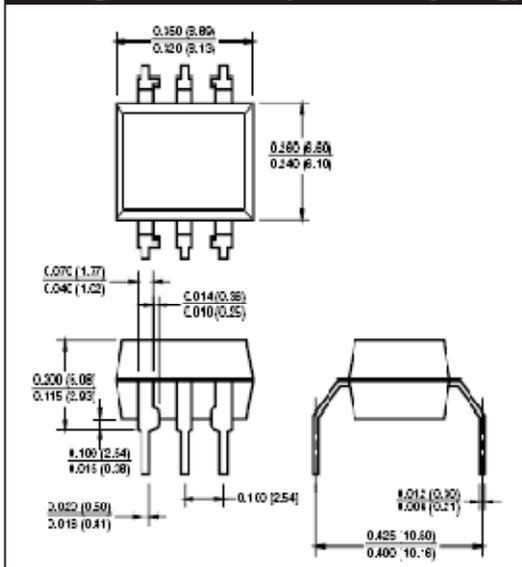
Package Dimensions (Through Hole)



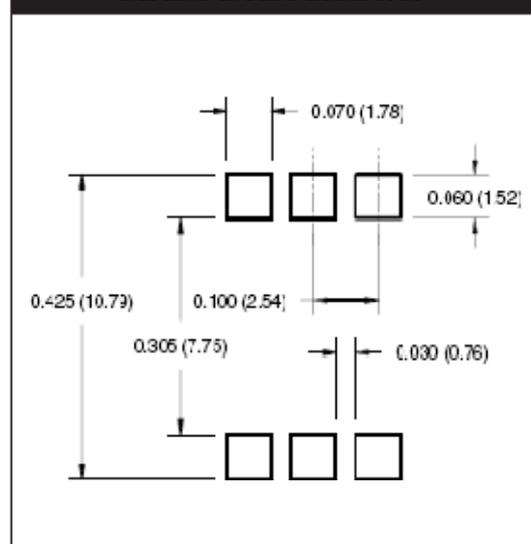
Package Dimensions (Surface Mount)



Package Dimensions (0.4" Lead Spacing)



**Recommended Pad Layout for
Surface Mount Leadform**



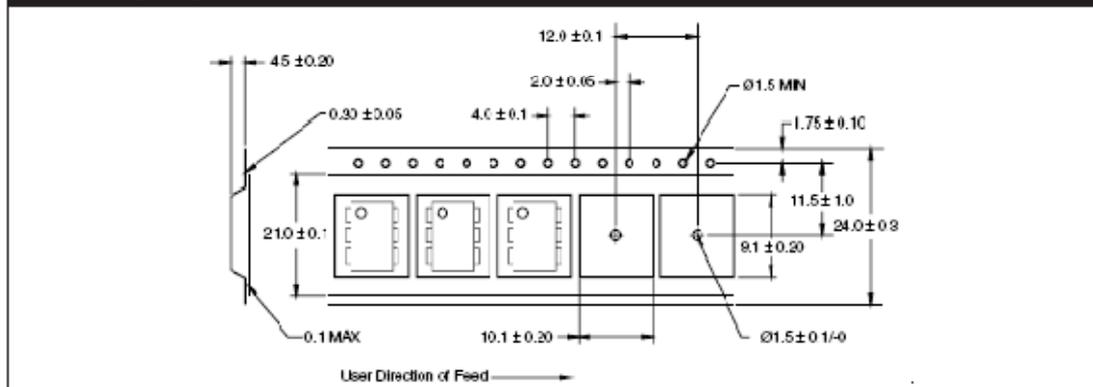
NOTE
All dimensions are in inches (millimeters)

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M

ORDERING INFORMATION

Option	Order Entry Identifier	Description
S	S	Surface Mount Lead Bend
SR2	SR2	Surface Mount; Tape and reel
T	T	0.4" Lead Spacing
V	V	VDE 0884
TV	TV	VDE 0884, 0.4" Lead Spacing
SV	SV	VDE 0884, Surface Mount
SR2V	SR2V	VDE 0884, Surface Mount, Tape & Reel

Carrier Tape Specifications



NOTE

All dimensions are in inches (millimeters)

Anexo E: Triac BT136 series

Triacs

BT136 series

GENERAL DESCRIPTION

Glass passivated triacs in a plastic envelope, intended for use in applications requiring high bidirectional transient and blocking voltage capability and high thermal cycling performance. Typical applications include motor control, industrial and domestic lighting, heating and static switching.

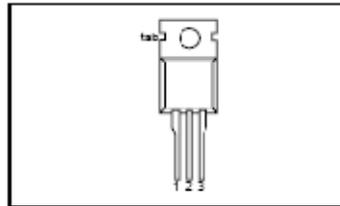
QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	MAX.	MAX.	MAX.	UNIT
V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltages	B1136-500 B1136-500F B1136-500G 500	600 600F 600G 600	800 800F 800G 800	V
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current	4	4	4	A
I_{TSM}	Non repetitive peak on state current	25	25	25	A

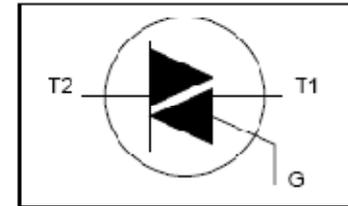
PINNING - TO220AB

PIN	DESCRIPTION
1	main terminal 1
2	main terminal 2
3	gate
tab	main terminal 2

PIN CONFIGURATION



SYMBOL



LIMITING VALUES

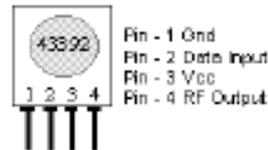
Limiting values in accordance with the Absolute Maximum System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.			UNIT
				-500 500 ¹	-600 600 ¹	-800 800	
V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltages		-				V
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current	full sine wave; $T_{max} \leq 107^\circ\text{C}$	-	4			A
I_{TSM}	Non-repetitive peak on-state current	full sine wave; $T_j = 25^\circ\text{C}$ prior to surge $t = 20\text{ ms}$	-	25			A
I_{ft}	I_{ft} for fusing	$t = 16.7\text{ ms}$	-	27			A
di_T/dt	Repetitive rate of rise of on-state current after triggering	$t = 10\text{ ms}$ $I_{TM} = 6\text{ A}$, $I_G = 0.2\text{ A}$, $di_G/dt = 0.2\text{ A}/\mu\text{s}$	-	3.1			A ² /s
		T2 - C ⁺	-	50			A/ μs
		T2 - G	-	50			A/ μs
		T2 - G-	-	50			A/ μs
		T2 - G+	-	10			A/ μs
I_{GM}	Peak gate current		-	2			A
V_{GM}	Peak gate voltage		-	5			V
P_{GM}	Peak gate power		-	5			W
$P_{GM(AV)}$	Average gate power	over any 20 ms period	-	0.5			W
T_{stc}	Storage temperature		-40	150			$^\circ\text{C}$
T_j	Operating junction temperature		-	125			$^\circ\text{C}$

¹ Although not recommended, off-state voltages up to 800V may be applied without damage, but the triac may switch to the on-state. The rate of rise of current should not exceed 3 A/ μs .

Anexo F: Modulo transmisor / Receptor

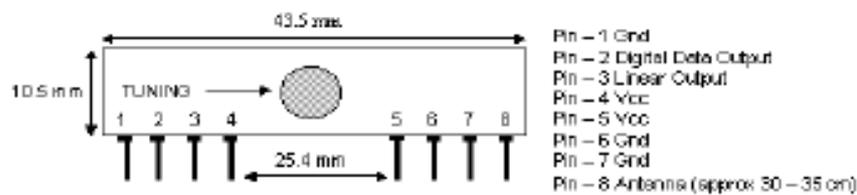
TWS-434A RF Transmitter



Frequency: 433.92MHz
Modulation: AM
Operating Voltage: 2 – 12 VDC

Symbol	Parameter	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Vcc	Supply Voltage		2.0	-	12.0	V
Ip	Peak Current	2V / 12V	-	1.64 / 19.4	-	mA
Vh	Input High Voltage	Idata = 100uA (High)	Vcc-0.5	Vcc	Vcc+0.5	V
VL	Input Low Voltage	Idata = 0 uA (Low)	-	-	0.3	V
Fo	Operating Frequency		433.90	433.92	433.94	MHz
Tr / Tf	Modulation Rise / Fall Time	External Coding	-	-	100 / 100	uS
Po	RF Output Power – Into 50Ω	Vcc = 9 to 12 V Vcc = 5 to 6V	-	16 14	-	dBm
Dr	Data Rate	External Coding	-	2.4K	3K	Bps

RWS-434 RF Receiver



Frequency: 433.92MHz
Modulation: AM
Operating Voltage: 4.5 – 5.5 VDC
Output: Digital & Linear

Symbol	Parameter	Condition	Min	Typ	Max	Unit
Vcc	Supply Voltage		4.5	5	5.5	V
It	Operating Current		-	3.5	4.5	mA
	Channel Width	+ / - 500				kHz
Rd	Data Rate				3k	Bps
Vdat	Data Out	Idata = +200 uA (High)	Vcc-0.5	-	Vcc	V
		Idata = -10 uA (Low)	-	-	0.3	V

Reynolds Electronics
 3101 Eastridge Lane
 Canon City, CO. 81212
 Tel: (719) 269-3469 Fax: (719) 276-2833
 Web: <http://www.restron.com>

BIBLIOGRAFÍA

1. ANGULO, J.M.^a y ANGULO,I. Microcontroladores PIC: Diseño práctico de aplicaciones PIC16F84. 3era. ed. Madrid: McGraw Hill, 2003. pp. 1-65.
2. ANGULO, J.M.^a , ROMERO, S y ANGULO,I. Microcontroladores PIC: Diseño práctico de aplicaciones PIC18F87x. 3era. ed. Madrid: McGraw Hill, 2005. 233 p.
3. BODINGTON, C. Basic para Microcontroladores PIC. Madrid: McGraw Hill, 2005. 372 p.
4. GONZÁLEZ, J.A. Introducción a los Microcontroladores. Santiago: McGraw Hill, 2002. pp. 23-70.
5. PALACIOS, E. REMIRO, F. y LOPEZ, L.J. Microcontroladores PIC16F84: Desarrollo de proyectos. Madrid: RAMA, 2004. pp. 21-84.

Recursos web

MICROCONTROLADORES

6. <http://www.robot-mexico.com/Microcontroladores.html>
2009-10-4.
7. http://academia.cch.unam.mx/robotica_e_informatica/index.php/PIC_16F877A
2009-10-6.
8. <http://www.monografias.com/trabajos18/descripcion-pic/descripcion-pic.shtml>
2009-10-8.
9. <http://lafu.iespana.es/m1.pdf>
2009-10-10.
10. <http://ar.geocities.com/valdezda/microcontroladores/fam.htm>
2009-10-25.
11. <http://www.sergiomateo.com/contenidos/pics/body%20fundamentos.htm>
2009-10-28.
12. <http://www.info-ab.uclm.es/labelec/Solar/Microcontroladores.htm>
2009-11-4.
13. http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador_PIC
2009-11-10.
14. <http://www.mnlibros.com.ar/DespLibro.asp?Libro=8448156471>
2009-11-14.
15. <http://www.geocities.com/electrogera666/micro/basico.html>
2009-11-16.
16. <http://www.geocities.com/electrogera666/micro/arquitectura.html>
2009-11-16.

SENSORES

17. <http://www.epsj23.net/docs/SENSORES.PDF>
2009-10-4.
18. <http://www.dccia.ua.es/dccia/inf/asignaturas/ROB/optativos/Sensores/intro.html>

2009-10-10.

19. <http://patentados.com/invento/sensor-de-nivel-de-agua.html>

2009-11-12.

20. <http://www.antirrobo.net/sensores/sensores-de-nivel.html>

2009-11-16.

RADIO FRECUENCIA

21. http://www.electronicaestudio.com/docs/tranceptor_433_v2.pdf

2009-10-4.

22. http://robots-argentina.com.ar/Comunicacion_RF.htm

2009-10-8.

23. http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php/Comunicaci%C3%B3n_inal%C3%A1brica_entre_PICs

2009-10-22.

24. http://www.intel.com/ebusiness/pdf/wireless/intel/80216_wimax.pdf

2009-10-24.

25. <http://www.neoteo.com/radiocontrol-modulos-comerciales-en-uhf.neo>

2009-11-12.

26. http://tec.upc.es/com/EstadoActual_WirelessRF_SILICA.pdf

2009-11-16.

PANTALLAS LCD

27. http://www.ucontrol.com.ar/wiki/index.php/GLCD_128x64_Samsung_K0108

2009-10-4.

28. http://demo.imh.es/Electroneumatica/Ud03/modulos/m_en001/ud04/html/en0_ud04_12141_con.htm

2009-10-8.

29. http://www.caveo.com.ar/Doc%20Tecnica/Manuales%20IT&T/lcd-grf1_0.zip

2009-10-12.

30. http://www.rosocontrol.com/Espanol/iBOARD/10iBOARD_Interfaces/20_LCD/Ejemplos_Basic/LCD_01.bas
2009-11-4.
31. http://es.wikipedia.org/wiki/Cristal_1%C3%ADquido
2009-11-16.

ELECTROVÁLVULAS

32. http://demo.imh.es/Electroneumatica/Ud03/modulos/m_en001/ud04/html/en0_ud04_12141_con.htm
2009-10-8.
33. <http://es.wikipedia.org/wiki/Electrov%C3%A1lvula>
2009-11-17.
34. <http://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:V%C3%A1lvulas>
2009-11-23.