



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**CONTROL DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA UN
CONJUNTO DEPARTAMENTAL, QUE CUENTA CON UNA BOMBA
ELÉCTRICA EN COMUN.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTA:
VICTOR ZAVALA MURILLO**

**ASESOR:
M.I. SALVADOR RAMÍREZ ZAVALA**

MORELIA, MICH. SEPTIEMBRE 2009



AGRADECIMIENTOS

A mi papa.

Por creer incondicionalmente en mí, por darme siempre tu apoyo por levantarme cada vez que lo necesito y por tus sabios consejos.

A mi mama.

Por la confianza que me has tenido siempre, por hacerme saber el valor de la vida, por tus grandes consejos y haber creído en mí.

A mis hermanos.

Sergio y Brenda, por creer en mi formación, por darme valor en cada paso, y por la unión que hemos tenido.

A mi hermano.

Moisés que aun que no te puedo enseñar lo que hoy se, tú me diste el valor para saberlo.

A mi asesor.

M.I. Salvador por el tiempo que me ha dedicado y cada conocimiento que me ha transmitido.

A mis maestros.

Por transmitirme las bases de mi formación.

DEDICATORIA

A mis padres. Lo que hoy soy es por ustedes,
y quiero que mi formacion la sientan propia.

A mis hermanos. Sergio, Brenda y moises.

A mis abuelos. Celia, victor, Hoctaviano y Elvira.

Resumen

En el presente trabajo se muestra el diseño de un dispositivo de control de consumo de energía eléctrica de una bomba eléctrica para un conjunto departamental. El dispositivo de control tiene la capacidad hacer y mantener los registros de las personas que hizo uso de la bomba dando la información en cada registro de la persona, la hora y fecha en que fue encendida la bomba y la hora y fecha en que fue apagada la bomba. Estos registros son transmitidos a una computadora donde son procesados para obtener y presentar los resultados de los registros y del costo de la energía eléctrica que deberá pagar cada uno de los usuarios

Este dispositivo está diseñado básicamente con un microcontrolador que es el cerebro del dispositivo, el cual es el encargado de leer la clave del usuario a través de un teclado y si es correcta lee del circuito de reloj el tiempo, almacena tanto el tiempo como la clave y enciende la bomba, cuando el usuario vuelve a colocar la clave apaga la bomba y nuevamente lee el tiempo y lo almacena. Este dispositivo tiene una clave de administrador, con la cual puede apagar la bomba y transmitir los registros almacenados a una computadora. El programa de la computadora diseñado en LabVIEW, permite procesar los registros generados por el circuito de control y obtener los resultados de la distribución del costo de la energía eléctrica que deberá pagar cada persona registrada por el uso del sistema al que se le aplico el circuito de control.

En este trabajo se presentan los resultados del mismo al aplicarlo a una bomba de agua y un taladro de mano, los cuales fueron comparados con resultados obtenidos sin el circuito de control obteniendo muy buenos resultados al haber aplicado el circuito de control. Este dispositivo puede ser aplicado a cualquier sistema que requiera de una distribución del costo de la energía para un número de hasta nueve personas que tengan que hacer uso del mismo sistema por diferentes periodos de tiempo.

ÍNDICE

Agradecimientos.....	i
Dedicatoria.....	ii
Resumen.....	iii
Lista de figuras.....	v
Lista de tablas.....	viii
CAPITULO 1	
INTRODUCCION	
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Objetivo.....	2
1.3 Justificacion.....	3
1.4 Metodología.....	3
1.5 Contenido de la tesis.....	4
CAPITULO 2	
MATERIALES Y ELEMENTOS	
2.1 Dispositivos electrónicos a utilizar.....	6
2.2 Microcontrolador.....	6
2.2.1 Aplicación de los microcontroladores.....	7
2.2.2 Tipos de microcontroladores.....	7
2.3 Pantalla de cristal liquido (LCD).....	10
2.3.1Características principales del LCD.....	11
2.4 Teclado.....	11
2.5 Reloj de tiempo real (RTC)	12
2.5.1 Características del DS1307.....	13
2.6 Memoria externa	14
2.6.1 Características de la memoria EEPROM.....	14
2.7 Resumen.....	16

CAPITULO 3

ESTRUCTURA DEL CIRCUITO DE CONTROL DE ENERGIA.

3.1 Diagrama de bloques del circuito de control de energía.....	19
3.1.1 Reloj de tiempo real.....	21
3.1.2 Memoria externa.....	24
3.1.3 Teclado.....	27
3.1.4 Display de cristal liquido LCD.....	28
3.2 Software del microcontrolador.....	29
3.2.1 Bloque que indica si la clave es correcta.....	31
3.2.2 Bloque del usuario.....	32
3.2.3 Bloque del administrador.....	33
3.3 Software de la computadora.....	34
3.4 Etapa de potencia	38
3.5 Resumen.....	39

CAPITULO 4

PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 Primera prueba conectando una bomba de agua.....	42
4.2 Segunda prueba software diseñado en LabVIEW.....	49
4.3 Tercer prueba conexión de taladro eléctrico.....	53
4.4 Resumen.....	56

CAPITULO 5

CONCLUSIONES

5.1 Trabajos futuros.....	58
Bibliografía	

LISTA DE FIGURAS

2.1	Sistema al cual se pretende aplicar el control de energía eléctrica.....	5
2.2	Sistema microcontrolado.....	7
2.3	Configuración del microcontrolador.....	9
2.4	Diagrama de bloques del microcontrolador.....	10
2.5	Pantalla LCD.....	11
2.6	Teclado utilizado.	12
2.7	Diagrama de bloques del DS1307.....	13

2.8	Diagrama de bloques del 24LC512.....	15
3.1	Control de energía y software diseñado.....	17
3.2	Diagrama de bloques del sistema real a resolver.....	18
3.3	Diagrama de bloques del sistema real con el circuito de control.....	19
3.4	Conexión del sistema de bombeo y circuito de control.....	19
3.5	Diagrama de bloques del circuito de control de consumo de energía.....	20
3.6	Diagrama de bloques de registros del DS1307.....	21
3.7	Diagrama de conexión del DS1307 con el microcontrolador.....	23
3.8	Conexión del DS1307.....	24
3.9	Diagrama de bloques de escritura de la memoria externa.....	25
3.10	Diagrama de bloques de lectura de la memoria externa.....	26
3.11	Diagrama de bloques de conexión de la memoria externa con el microcontrolador.....	26
3.12	Diagrama conexión esquemática de la memoria externa con el microcontrolador.....	25
3.13a	Diagrama de bloques de conexión del teclado con el microcontrolador.....	27
3.13b	Diagrama esquemático de conexión del teclado con el microcontrolador.....	27
3.14	Diagrama de bloques del software del teclado.....	28
3.15	Diagrama de bloques del software del LCD.....	29
3.16a	Diagrama de bloques de conexión del LCD con el microcontrolador.....	29
3.16b	Diagrama esquemático de la conexión del LCD con el microcontrolador.....	29
3.17	Diagrama de bloques del software del microcontrolador.....	30
3.18	Bloque de elección de claves si es verdadera o falsa.....	32
3.19	Bloque del usuario.....	33

3.20	Bloque para el caso del administrador.....	34
3.21	Software desarrollado en Labview parte principal.....	35
3.22	Total de registros realizados.....	36
3.23	Proceso de separación de registros por usuario.....	37
3.24	Tiempo total por registro.....	37
3.25	Resultados arrojados por el software.....	38
3.26	Etapas de potencia.....	39
4.1	Memoria eeprom del microcontrolador.....	41
4.2	Registro de usuarios.....	41
4.3	Borrado de usuarios.....	42
4.4	Conexión de la primer prueba.....	43
4.5	Pantalla principal de la primer prueba.....	43
4.6	Opción del usuario de la primer prueba.....	44
4.7	Bomba encendida de la primer prueba.....	44
4.8	Espera del apagado de la primer prueba.....	44
4.9	Bomba apagado de la primer prueba.....	45
4.10	Valores de prueba uno.....	45
4.11	Total de registros realizados.....	46
4.12	Pestaña del usuario uno.....	47
4.13	Pestaña del usuario dos.....	47
4.14	Pestaña del usuario ocho.....	48
4.15	Archivo almacenado.....	49

4.16	Datos de la segunda prueba.....	49
4.17	Total de registros descargados.....	50
4.18	Registros y resultados del usuario uno.....	51
4.19	Datos del usuario dos.....	51
4.20	Datos del usuario cuatro.....	52
4.21	Datos del usuario cuatro.....	53
4.22	Conexión del circuito de control y taladro de mano.....	53
4.23	Modo de espera del circuito de control.....	54
4.24	Caso del usuario.....	54
4.25	Encendido del taladro.....	55
4.26	Clave para cortar la energía del taladro.....	55
4.27	Pantalla final del circuito.....	56

LISTRA DE TABLAS

2.1	Aplicación de los microcontroladores.....	7
2.2	Fabricantes de los microcontroladores	8
2.3	Descripción de pines.....	11
3.1	Registros de lectura y escritura del DS1307.....	22
3.2	Frecuencia de salida pin SQW/OUT.....	22
3.3	Registros del DS1307.....	22
3.4	Registros de lectura y escritura de la EEPROM.....	24
3.5	Ejemplo de registros de lectura y escritura de la EEPROM.....	32

Capítulo 1

Introducción

Hasta hoy en día, dentro de los conjuntos departamental en las ciudades, se tiene un gran problema de suministro de agua potable, lo que ha llevado a la creación de aljibes, los cuales son depósitos destinados al almacenamiento de agua potable, los aljibes son la única forma de abastecimiento en conjuntos departamentales de zonas donde el agua permanece escasa la mayor parte de tiempo. Si los conjuntos cuentan con más de un piso de departamentos, es necesaria la instalación de una bomba eléctrica de agua, para la transportación de agua potable a las cisternas que alimentan a cada uno de los departamentos.

En estos conjuntos habitacionales es inconveniente tener una bomba eléctrica para cada una de las cisternas del conjunto, por lo que se tiene una bomba general, para el llenado de cada cisterna, en este tipo de sistemas el consumo de energía eléctrica que alimenta la bomba debe de ser tomado de una acometida instalada únicamente para la bomba o se puede conectar la bomba a uno de los departamentos, lo que ocasiona un aumento de energía eléctrica en el departamento, por la toma de corriente de la bomba de agua conectada al departamento, por lo tanto es un problema definir el consumo real de energía eléctrica del departamento al cual se encuentra conectada la bomba.

Debido a lo mencionado anteriormente existe la motivación para realizar este proyecto, que se enfoca a dar solución al problema de consumo de energía eléctrica, en conjuntos departamentales, por lo que se tiene como objetivo, definir el consumo energético de cada usuario que haya utilizado el circuito de control, para el uso de la bomba conectada a una acometida exclusiva para ella, para el encendido de la bomba para llenar una cisterna durante cierto periodo de tiempo. La hipótesis que se presentara es que cada usuario tenga un único acceso para la activación de la bomba, este acceso será distinto para cada uno de los usuarios con fin de llevar un control sobre el uso de la bomba. El método a utilizar será por medio de software aplicado en microcontroladores, que nos permitirá obtener registros del usuario que allá utilizado el circuito de control, además de la utilización de software para la computadora utilizada el

procesamiento de los registros almacenados en el circuito de control. Este dispositivo sin ningún cambio se puede utilizar para el manejo de un motor que habrá y cierre un portón en un conjunto habitacional.

1.1 Antecedentes

Hasta hoy en día no existen registros de antecedentes de investigación, acerca de cómo obtener el consumo particular de energía de un conjunto departamental, que tienen un sistema de bombeo de agua potable o un portón eléctrico en común, sin embargo se tienen documentos de reducción de potencia de una bomba de agua o motor, tema que no se tocara en este trabajo debido a que no es el objetivo reducir el consumo de energía eléctrica, porque el objetivo está basado en determinar el costo del consumo de energía eléctrica de cada uno de los usuarios registrados en el sistema de control.

Así la investigación de este trabajo está basada, en conocimientos de programación, de los circuitos integrados programables (pic's), también se requiere de conocimientos de operación de bombas de agua o motores eléctricos, además conocimientos sobre LAbVIEW, y circuitos de potencia.

1.2 Objetivo

El objetivo de esta tesis es hacer un control de registro de encendido y apagado de una bomba eléctrica de agua para nueve usuarios que se encuentre dentro de un mismo conjunto departamental de la forma que este circuito nos pueda dar el precio del consumo energético que deberá pagar cada usuario por haber utilizado el sistema de bombeo, aunque el prototipo que se pretende desarrollar también se puede utilizar en el control de registros de encendido para un motor eléctrico que pudiera estar instalado en una puerta automática la cual sea acceso a varios usuarios a sus casas, o algunos otros dispositivos que fueran de uso común en el conjunto departamental donde se requiere el encendido y apagado del dispositivo en común. Únicamente el prototipo de este trabajo será aplicado al control de registros de una bomba de agua, este control de registros se hará por medio de un microcontrolador, lo que permitirá saber el costo de energía que deberá pagar cada usuario por haber utilizado el sistema de bombeo.

1.3 Justificación

Es común que en las ciudades se cuente con zonas de conjuntos departamentales, los cuales muchos de ellos son edificios, sería muy ineficiente tener una bomba eléctrica para cada departamento, además el costo sería elevado y se tendría que contar con un espacio de tamaño considerable para tener el concentrado de bombeo de cada departamento, se ha optado en estos conjuntos departamentales por un sistema de bombeo en común, de donde surge un nuevo problema por el consumo de energía eléctrica de la bomba, ya que la corriente para el consumo de la bomba es tomada de un medidor exclusivo para la bomba o de un departamento, el cual debe cubrir los gastos del consumo energético de la bomba.

Por lo que es necesaria la implementación del proyecto para resolver este problema, con el cual se podrá obtener el precio del consumo de energía de cada usuario por el uso del sistema de bombeo para llenar su propia cisterna, lo que evitara un conflicto entre vecinos. Este circuito implementado será capaz de definir día, hora así como fecha exacta del encendido y apagado de la bomba, para tener un control por cada uno de los departamentos, y por lo tanto se pudo definir cuál es la cantidad en pesos que deberá pagar cada uno de los usuarios por haber utilizado el sistema de bombeo.

1.4 Metodología

Para llevar a cabo este proyecto se requieren los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica donde se obtienen conocimientos básicos del microcontrolador este circuito integrado es el elemento principal del proyecto. Así como de electrónica de potencia básica para el diseño del hardware que se utilizara para el manejo de la bomba. Posteriormente se realizó una búsqueda de dispositivos externos al microcontrolador necesarios para la implementación del problema planteado, en donde se requiere la investigación, conocimiento y la elección de qué tipo de circuito puede proporcionar la señal del reloj de tiempo real ya que éste proporciona los datos del tiempo y fecha, para el control de los registros de encendido y apagado de la bomba para posteriormente poder determinar el consumo de energía por cada departamento basándose en el tiempo dado por este reloj.

También se requiere hacer un análisis del tipo de memoria externa que será conectada al microcontrolador necesaria para almacenar la información de cada uno de los registros de

encendido y apagado de la bomba por cada usuario. Otro dispositivo del cual se debe tener conocimiento es de la pantalla de cristal líquido (LCD) que será la encargada de mantener una comunicación visual del dispositivo de control con el usuario, además de otros componentes electrónicos pasivos (como lo son resistencias, capacitores conectores y demás).

Después de haber obtenido la suficiente información de cada uno de los dispositivos anteriores se hará la combinación entre ellos, para llevar a cabo la configuración correcta de la programación del microcontrolador para el manejo de cada uno de estos dispositivos, encaminados a lograr el correcto funcionamiento del objetivo de control de consumo de la energía de la bomba por cada uno de los usuarios.

1.5 Contenido de la tesis

En el capítulo 1 se da una breve introducción a este trabajo, se ve el punto de partida para este trabajo, se mencionan algunos dispositivos a utilizar. Por último se describe el objetivo y metodología de este proyecto.

En el capítulo 2 se presenta una descripción general del dispositivo implementado en este trabajo así como conceptos básicos de conocimiento y configuración de cada uno de los dispositivos que se utilizan en el prototipo.

En el capítulo 3 se presenta la descripción del software del microcontrolador que se aplica a cada uno de los dispositivos externos y del software de la computadora personal que se utiliza para la visualización, almacenamiento e impresión de los resultados del consumo de la energía de la bomba para cada usuario.

En el capítulo 4 se presenta las pruebas realizadas al dispositivo diseñado.

En el capítulo 5 se presentan conclusiones generales, ventajas y desventajas al utilizar este dispositivo así como trabajos futuros que se pudieran derivar de este dispositivo diseñado.

Capítulo 2

MATERIALES Y ELEMENTOS

En este capítulo se verán los elementos que son requeridos para la creación del prototipo que se desarrolla en este trabajo a demás de los componentes existentes en el mercado, que son utilizados. Uno de los problemas que existen actualmente en los conjuntos departamentales, es el reparto del costo de consumo energético que se tiene del uso de la bomba de agua, cuando es una bomba en común para los departamentos, por lo que a lo largo de esta tesis se verán los pasos a seguir para lograr resolver este problema con un circuito de control de energía que tenga la capacidad de distribuir el consumo energético para cada usuario por haber utilizado el sistema de bombeo con el que se cuenta en el conjunto habitacional, para llenar la cisterna de cada departamento. La Figura 2.1 representa un ejemplo del sistema que se pretende resolver.

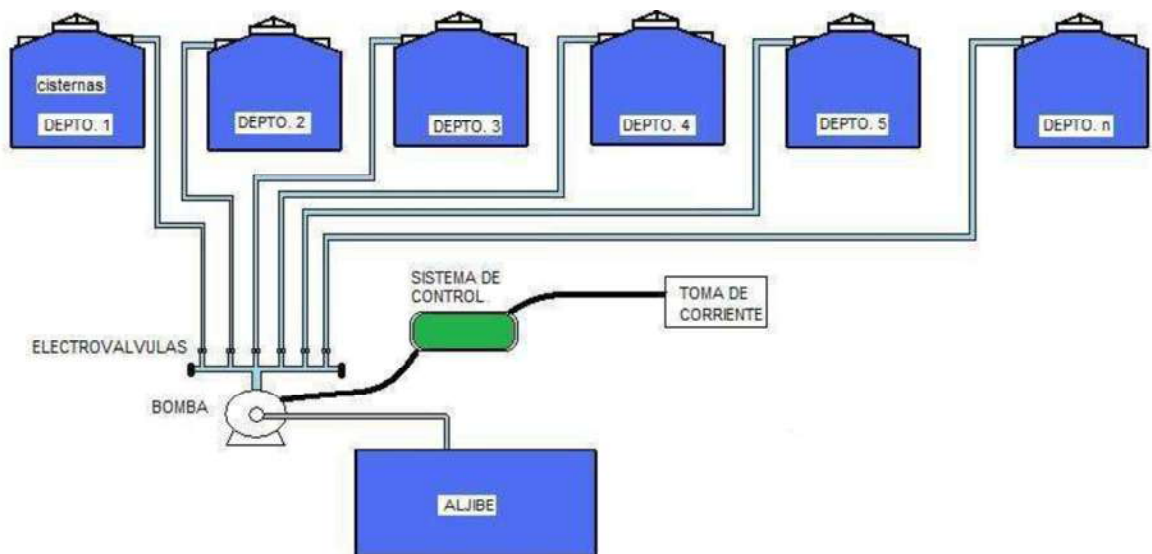


Figura 2.1 Sistema al cual se aplicará el control de energía eléctrica.

2.1 Dispositivos electrónicos a utilizar.

Ahora que ya se tiene el sistema a resolver se verá más a detalle el circuito de control, una parte importante del diseño del circuito de control es la selección de los elementos electrónicos que son utilizados para llegar a obtener los mejores resultados del objetivo planteado. Los dispositivos electrónicos que se requieren son los siguientes.

- 1.- Microcontrolador.
- 2.- Pantalla para presentar datos.
- 3.- Teclado.
- 4.- Reloj de tiempo real.
- 5.- Memoria externa.
- 6.- otros componentes electrónicos como son resistores, capacitores, conectores y demas.

Existe una gran variedad de estos elementos electrónicos en el mercado que son aplicables para crear el circuito de control, en este capítulo se tomara en cuenta la información del fabricante la cual es un factor importante para el correcto funcionamiento del circuito de control de consumo de energía. Por lo que se trabaja bajo las condiciones de uso de los dispositivos electrónicos que marca el fabricante.

2.2 Microcontrolador.

Se define el microcontrolador como un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria además está compuesto de varios bloques funcionales los cuales cumplen una tarea específica, estos microcontroladores actúan con otros dispositivos llamándole a este conjunto sistemas microcontrolado. [1]

El diagrama de un sistema microcontrolado se muestra en la figura 2.2. Este sistema tiene dispositivos de entrada y dispositivos de salida por lo que los dispositivo de entrada pueden ser un teclado, un interruptor, un sensor, etc. Mientras que los dispositivos de salida pueden ser led, zumbadores, interruptores de potencia (tiristores optoacopladores), u otros dispositivos como relés etc.



Figura 2.2 sistema microcontrolado

Por lo que se define al microcontrolador como un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria a demás está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica.

2.2.1 Aplicación de los Microcontroladores.

El sector del automóvil ha sido el de mayor importancia para el crecimiento de los microcontroladores, (siglas de *peripheral integrated controller* que significa controlador de periféricos controlados). Pero estos también son aplicados en la industria, en la oficina, telecomunicación, automatización, entre otros la tabla 2.1 muestra una selección de aplicaciones del microcontrolador. [1]

Tabla 2.1 Aplicación de los microcontroladores.

Electrónica de consumo	Automatización	En la oficina	Telecomunicación	Industria
Televisores	Alarmas de vehículos	mause	Teléfono celular	Termostato
Radios de comunicación	Sistemas ABS	Teclado	Teléfono inalámbrico	Medidores eléctricos
Reproductor de CD	inyección de combustible	Escáner	Identificador de llamadas	Robot
Control remoto	Bolsas de aire	impresora	modem	Control de procesos
Consola de video		Lector de código de barras		Control de modelos
Cámara de video				
microondas				

2.2.2 Tipo de microcontroladores.

Cada fabricante ofrece en sus distintas familias una gran variedad de una misma versión de los microcontroladores. Pero estos son diferenciados de la siguiente forma.

- Capacidad y tipo de memoria
- Encapsulado.
- Numero y tipos de periféricos incluidos en el chip

Una posible forma de clasificarlos es atender al número de bits de sus registros internos, lo que se conoce como ancho de palabra del dispositivo así se clasifican en microcontroladores de 4, 8, 16, 20 y 32 pines. Los microcontroladores de mayor aplicación son los que contienen 8 y 4 pines, los microcontroladores de 8, 16 y 32 pines son usados en aplicaciones de alta capacidad de procesado. [1]

Para el sistema de control se requiere un microcontrolador que tenga varios puertos, ya que el microcontrolador tendrá control sobre una memoria externa, un reloj de tiempo real, además de un LCD (pantalla de cristal líquido) y un teclado. Por lo que se requiere que contenga al menos 4 puertos, y dos puertos tienen que ser de 7 pines, por lo que al hacer esta consideración se descarta los empaquetados de 8, y 16 pines, se puede utilizar un empaquetado con 20 pines pero por cuestión de que en el mercado es más común encontrar los empaquetados de 32 pines por las grandes aplicaciones que se pueden hacer, a demás que en cursos se practico con este empaquetado en este trabajo se utiliza este tipo de microcontrolador, ahora que ya se tiene el tipo de empaquetado se procede a escoger la familia de microcontroladores con la cual se desea trabajar, algunos de los fabricantes se muestran en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Fabricantes de los microcontroladores.

<u>Algunos Fabricante</u>	<u>Algunos modelos de microcontroladores</u>
MICROCHIP	12XX,14XX,16XX,17XX,18XX,32XX
INTEL	8048,8051, 80c196, 80186, 80188, 80386EX
MOTOROLA	68HC05, 68HC08, 68HC11, 68HC12, 68HC16 y mas
HITACHI	H8/300, H8/300L, H8/500, H8/300H
TOSHIBA	TLCS-47, TLCS-870, TLCS-900
PHILIPS	80C51
SIEMENS	C500, C166
ZILOG	Z8, Z86XX
TEXAS	TMS370

Cualquiera de las familias de microcontroladores se puede utilizar para realizar el prototipo, sin embargo del que se tiene más información y herramientas de trabajo son los de la familia MICROCHIP, además que es una familia que tiene una amplia gama de microcontroladores y se pueden obtener fácilmente en el mercado. Se escogerá un microcontrolador de esta familia que contenga el menos 4 puertos que serán requeridos para el teclado, LCD, reloj de tiempo real, y memoria externa. El microcontrolador que cumple con los requisitos tiene la serie PIC16F877A por lo que el circuito de control está basado en este chip.

Estos circuitos integrados de la familia de microchip, se encuentran actualmente en el mercado, en diferentes tipos de empaquetados que varían el tamaño y diseño, el integrado seleccionado cuenta con 40 pines y de diseño rectangular, lo que permite insertarse fácilmente en el protoboard y poder realizar pruebas antes de armar el circuito impreso.

Ahora que ya se definió la familia así como el tipo de empaquetado a utilizar se muestra en la figura 2.3 el diagrama de configuración de patitas del integrado a utilizar para mejor comprensión del empaquetado.

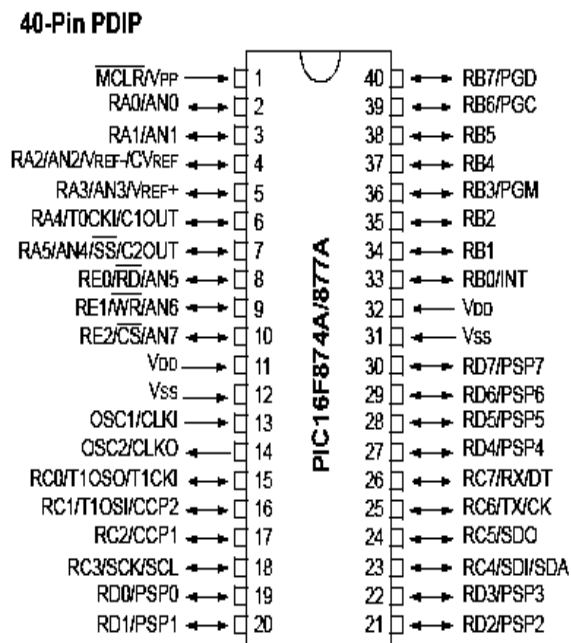


Figura 2.3 Configuración del microcontrolador.

El diagrama de bloques del microcontrolador es el mostrado en la figura 2.4 la cual muestra la forma interna en que el microcontrolador se encuentra construido por lo que se puede tener una mayor comprensión de la forma de actuar y utilizar el microcontrolador. Ya que se aprecia la comunicación entre los diferentes puertos y el bus de datos así como los demás bloques que conforman el microcontrolador.

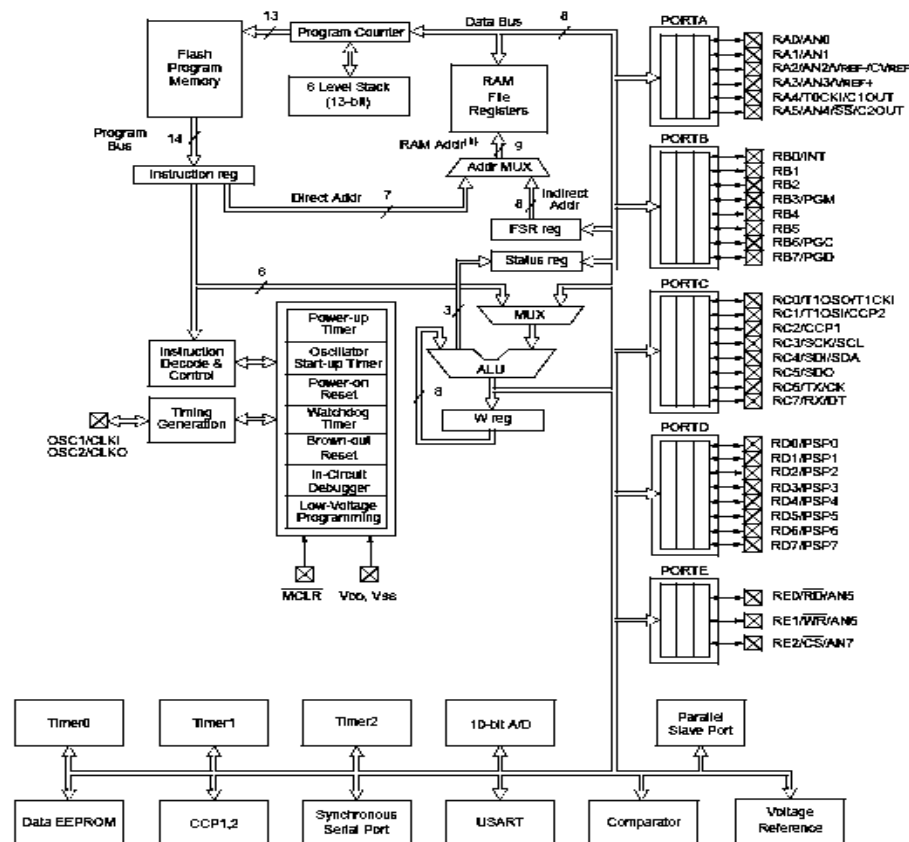


Figura 2.4 Diagrama de bloques del microcontrolador.

2.3 Pantalla de cristal líquido (LCD).

El LCD es un dispositivo microcontrolado de visualización grafica para la presentación de caracteres, símbolos o incluso dibujos (en algunos modelos de pantallas de cristal liquido), en el mercado existen diferente tipo de LCD, en este caso se selecciono un LCD que dispone de 2 filas de 16 caracteres cada una y cada carácter dispone de una matriz de 5x7 puntos (pixeles) que se muestra en la figura 2.5. Este dispositivo está gobernado internamente por un microcontrolador Hitachi 44780 y regula todos los parámetros de presentación.



Figura 2.5 Pantalla LCD

2.3.1 Características principales de LCD.

Algunas de las características principales del LCD seleccionado se muestran a continuación.

Pantalla de caracteres ASCII.

Desplazamiento de los caracteres hacia la izquierda o la derecha.

Movimiento del cursor y cambio de su aspecto.

Conexión a un procesador usando un interfaz de 4 u 8 bits

Tabla 2.3 Descripción de pines.

PIN Nº	SIMBOLO	DESCRIPCION
1	Vss	Tierra de alimentación GND
2	Vdd	Alimentación de +5V CC
3	Vo	Contraste del cristal liquido. (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.

2.4 Teclado.

Existen diferentes tipos de teclados, pero cuando se trabaja con microcontroladores se recomienda el uso de un teclado del tipo matricial ya que se reduce el número de pines de conexión con el microcontrolador.

Un teclado matricial es un simple arreglo de botones conectados en filas y columnas, de modo que se pueden leer varios botones con el mínimo número de pines requeridos. Un teclado

matricial 4×4 solamente ocupa 4 líneas de un puerto para las filas y otras 4 líneas para las columnas, de este modo se pueden leer 16 teclas utilizando solamente 8 líneas de un microcontrolador.

La figura 2.6 muestra el teclado matricial con el que se construyo el circuito de control además de ser un teclado matricial es un teclado de tipo estampa el cual puede adherirse fácilmente a cualquier superficie.



Figura 2.6 Teclado utilizado.

2.5 Reloj de tiempo real (RTC).

El RTC está provisto de un completo reloj calendario que es accesible por una simple conexión serie, está en formato de segundos, minutos, horas, día, fecha mes y año. Para los meses de menos de 31 días es automáticamente ajustado a la fecha adecuada, incluyendo corrección para año bisiesto. El reloj trabaja en formato 24h o 12h con indicador de AM/PM. [1]

El reloj de tiempo real que se utiliza para la implementación del circuito de control es un integrado con matrícula DS1307 ya que es fácil de encontrar en el mercado y se tienen una gran información sobre las características y usos del integrado.

El reloj incluye una pequeña memoria NVRAM de 96 Bytes para almacenar datos. El reloj DS1307 tiene doble sistema de alimentación además de la batería, la doble alimentación soporta un circuito auxiliar de carga programable que accederá a una pila recargable que se usa como alimentación auxiliar. El pin Vbat permite que el reloj sea alimentado por una batería recargable o un condensador de alta capacidad. El reloj funciona perfectamente de 2.0V a 5.5V.

2.5.1 Características del DS1307

- Reloj en Tiempo Real (RTC), cuenta segundos, minutos, horas, fecha del mes, día de la semana y año con compensación de año bisiesto hasta el 2100.
- 96 Bytes de RAM para datos, mantenida por batería.
- Interface de Motorola SPI (Serial Peripheral interface) o estándar 3-wire.
- Modo ráfaga para lectura/escritura en sucesivas direcciones del Reloj/RAM.
- Doble alimentación (V_{cc1} , V_{cc2}).
- Circuito opcional de carga de baterías externo programable.
- Rango de tensiones 2.0V a 5.5V.
- Opción del chip con rango de temperatura industrial (-40° a 85°).
- Opción de encapsulado más pequeño TSSOP 20 pines.

La figura 2.7 muestra en diagrama de bloques la forma en que se encuentra conectado el DS1307 de manera interna, se aprecia este circuito para poder trabajar tiene un circuito oscilador interno por lo que requiere de un circuito de cristal externo, además se observa la forma en que se establece la comunicación serial, así como las demás configuraciones que se presentan dentro del circuito integrado.

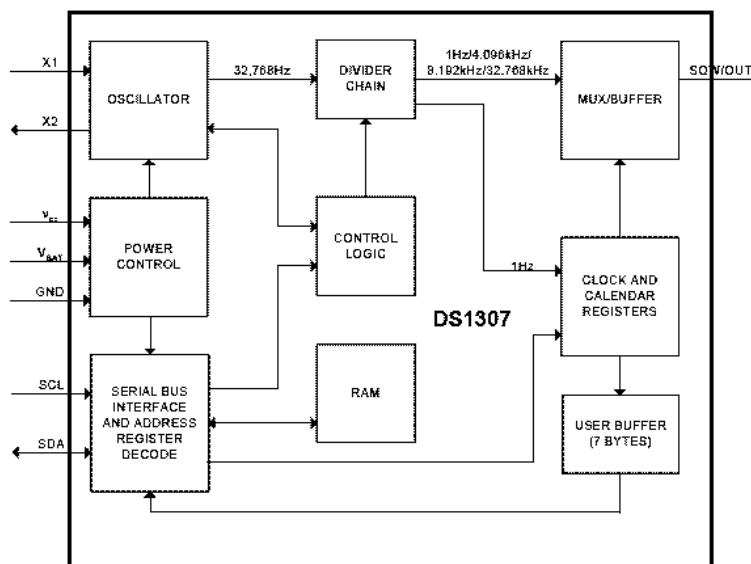


Figura 2.7 Diagrama de bloques del DS1307.

2.6 Memoria externa a utilizar.

El tipo de memoria externa a utilizar es del tipo EEPROM o E²PROM de las siglas Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory. Es un tipo de memoria ROM que puede ser programado, borrado y reprogramado eléctricamente. Estos dispositivos suelen comunicarse mediante protocolos como I²C Su nombre viene de Inter-Integrated Circuit (Circuitos Inter-Integrados) su diseñador es Philips. Es un bus muy usado en la industria, principalmente para comunicar microcontroladores y sus periféricos en sistemas integrados (Embedded Systems) y generalizando más para comunicar circuitos integrados entre sí que normalmente residen en un mismo circuito impreso. La principal característica de I²C es que utiliza dos líneas para transmitir la información: una para los datos y por otra la señal de reloj. En otras ocasiones, se integra dentro de chips como microcontroladores para lograr una mayor rapidez. [2]

El circuito integrado (C.I) 24LC512 es una memoria serie del tipo 64K x 8 EEPROM, es decir, una memoria eléctricamente borrrable de 512 Kbits, capaz de operar en un amplio rango de tensiones (2.5 a 5.5v) y a una frecuencia máxima de reloj de 400KHz. Este dispositivo permite realizar lecturas aleatorias y secuenciales de hasta 512 Kbits, una de las ventajas que tiene este tipo de memorias es que se puede conectar varias memorias sobre el mismo bus serial (un total de 8 memorias) y para diferenciar entre una y otra solo se indica la dirección de la memoria seleccionada. Así este tipo de memorias cuenta con tres líneas disponibles donde el usuario le puede asignar la dirección de la memoria específica en el rango de 0 a 7, logrando con esto hasta un total de 69 bits. Por estas características y por la facilidad de encontrar en el mercado así como la información de sus características. Por lo que la implementación del circuito de control se hace con la memoria externa de matrícula 24LC512 en realidad se puede utilizar cualquier memoria no importando la capacidad ya que únicamente se será afectada la cantidad de registros que se almacenan.

2.6.1 características de las memorias EEPROM.

Entre las características del 24LC512 podemos enumerar las siguientes:

- Tecnología CMOS de baja potencia:
- La corriente máxima en escritura es de 5 mA a 5.5V
- La corriente máxima en lectura es de 400 μ A a 5.5V

- La corriente de espera (standby) a 5.5V son 100 nA
- El bus formado por dos hilos con una interfaz serie, compatible con el estándar I2C
- Protección de escritura del hardware
- En un mismo ciclo pueden ser realizadas operaciones, borrado y escritura.
- La capacidad de cada página de escritura es de 128 bytes.
- Circuito interno de supresión de ruido.
- Hasta 1.000.000 de ciclos de borrado y escritura
- El tiempo máximo de escritura por ciclo es de 5ms.
- El dispositivo cuenta con una protección contra las descargas de electricidad estática de 4.000V.
- Acabados disponibles para soldaduras estándares y libres de plomo.
- Tiempo máximo de permanencia de datos de 200 años.
- Rangos de temperaturas de funcionamiento:
 - -Industrial (I): -40°C a +85°C.
 - -Automoción (E): -40°C a +125°C.

La figura 2.8 muestra un diagrama de bloques interno de la construcción de la memoria externa que se utiliza por el circuito de control, se observa que únicamente se utilizan cuatro entradas, dos de alimentación que son VCC y VSS, otras dos para la transmisión de los datos que son SDA y SCL, además se ve claramente la comunicación que hay entre los bloques internos de la memoria.

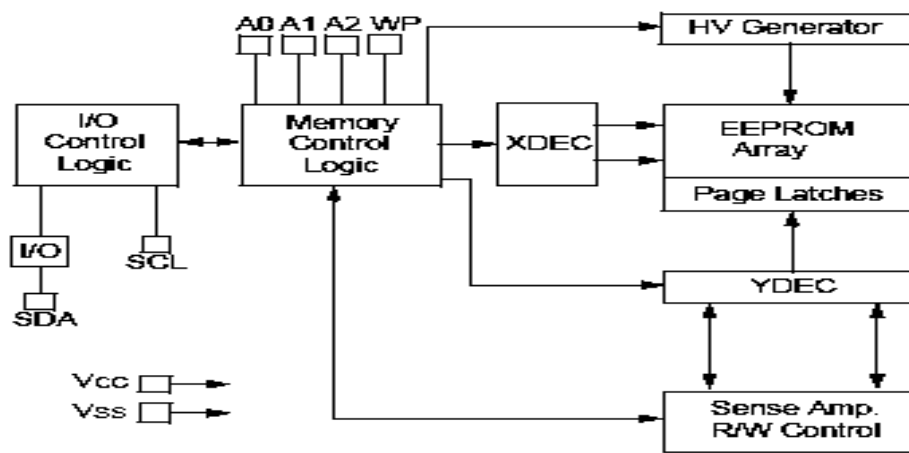


Figura 2.8 Diagrama de bloques del 24LC512.

2.7 Resumen.

En esta sección se mencionan los elementos que están disponibles en el mercado y se ha escogido uno de estos para la implementación del circuito de control, estos fueron elegidos ya sea por que se hayan tenido conocimientos previos, economía, o hasta por el tipo de encapsulado que permite hacer pruebas antes de hacer el circuito impreso lo que da una mayor seguridad del funcionamiento correcto de cada uno de los dispositivos electrónicos utilizados. Los elementos seleccionados fueron, el microcontrolador de la familia microchip con matricula PIC16F877A, la pantalla LCD de 2 filas de 16 caracteres utilizada para la representación de datos en la comunicación con el usuario externo. Un teclado matricial de 4*4 utilizado para la seguridad y control del circuito que lee 16 caracteres. Un circuito de reloj de tiempo real (DS1307) que se utiliza para darle formato a los registros y una memoria serie del tipo 64K x 8 EEPROM (24LC512) donde se almacenan los registros de los usuarios.

Capítulo 3

ESTRUCTURA DEL CIRCUITO DE CONTROL DE ENERGIA.

En este capítulo se describe detalladamente el diagrama de bloques del control de energía eléctrica así como los diagramas de bloques que constituyen el software. En la figura 3.1 se muestra el circuito de control, en el cual se observa un teclado el cual sirve para teclear las claves y manipular el circuito de control, también se observa el LCD el cual presenta la información a la persona que está manipulando en circuito de control, también se observan dos cables, uno es para conectar la bomba el otro es para alimentar el circuito de potencia que lleva dentro el circuito de control, del lado derecho de la figura se observa la computadora utilizada con el software creado para el procesamiento de los datos.

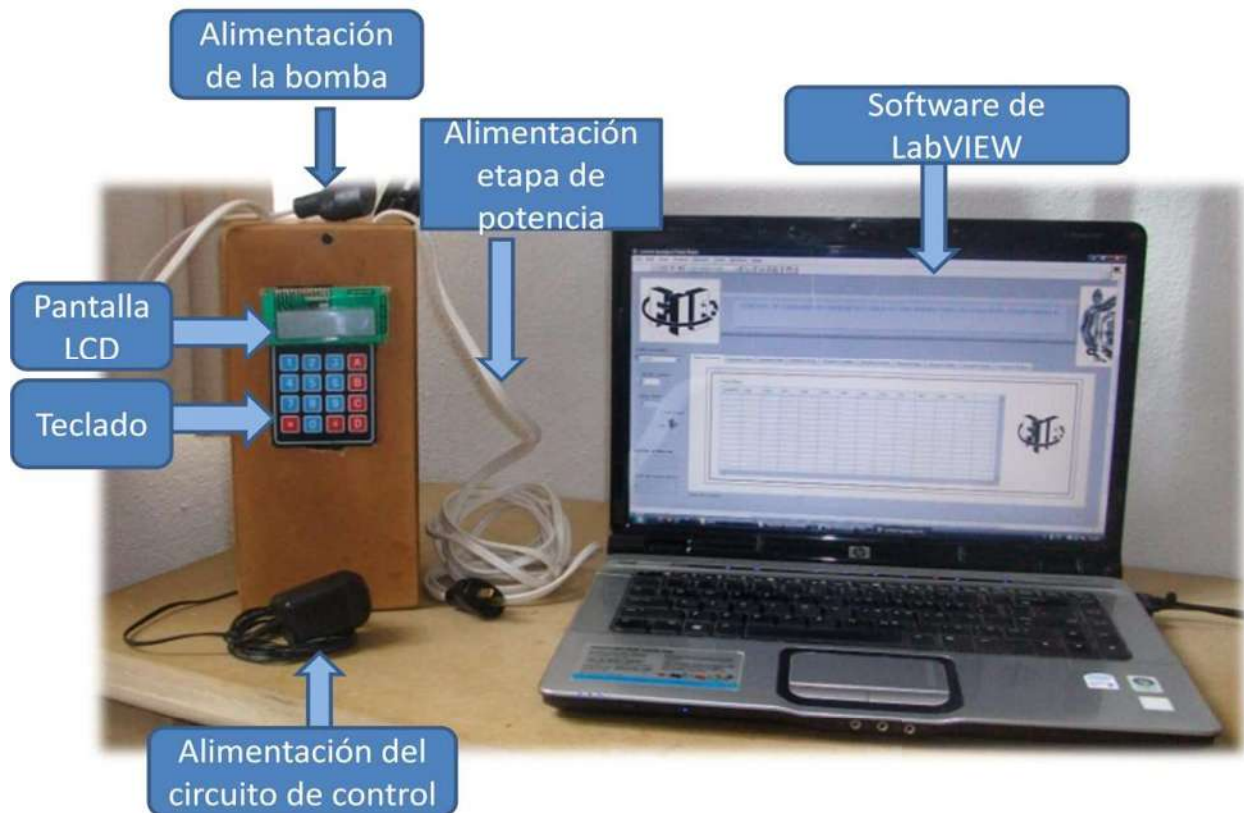


Figura 3.1 Control de energía y software diseñado.

Considerando el sistema a resolver representado en diagramas de bloques de la figura 3.2, en este diagrama el bloque que representa el aljibe, es donde se extrae el agua para llenar la cisterna, cuenta con una entrada de agua siendo esta la toma de agua potable de la red de servicio público además cuenta con una salida que es la tubería por donde se extrae el agua que transporta hasta la cisterna.

El bloque de sistema de bombeo está conformado por la tubería que se encarga de transportar el agua del aljibe a la cisterna y por la bomba de agua, en este bloque es donde se debe aplicar el control de energía diseñado que con las características de la bomba instalada podremos definir el consumo energético debido al tiempo de trabajo de la bomba teniendo en cuenta que la energía calculada será aproximada, ya que puede haber variaciones de voltaje en la red eléctrica y de carga en la bomba instalada.

El bloque de la cisterna es muy parecido al sistema del aljibe ya que únicamente cuenta con una entrada la cual es la tubería que transporta el agua desde el aljibe, y la tubería de salida que es la encargada de distribuir el agua dentro del departamento.

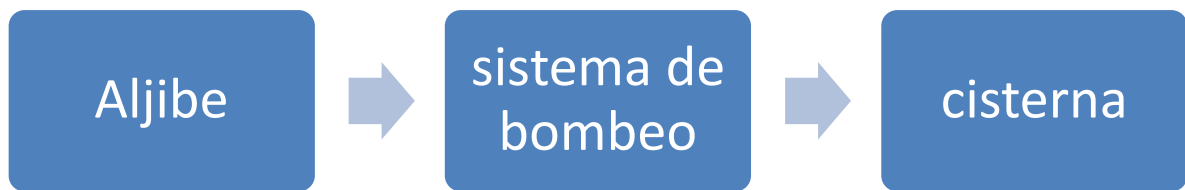


Figura 3.2 Diagrama de bloques del sistema real a resolver.

El diagrama de la figura 3.2, no se presenta el circuito de control de energía que se desarrolla, ya que este diagrama de bloques está representando únicamente el sistema típico actual del sistema de bombeo. Por lo que existe aun el problema del consumo energético, que se tiene en un conjunto departamental.

Entonces un diagrama de bloques incluyendo el sistema de control de energía es el mostrado en la figura 3.3, en este diagrama se muestra que el sistema de control es solo aplicado en el bloque donde se encuentra la bomba de agua, por lo que este trabajo está basado en el bloque del sistema de bombeo y el circuito de control.



Figura 3.3 Diagrama de bloques del sistema real con el circuito de control.

La interfaz del sistema de bombeo y el circuito de control se observan en la figura 3.4 donde se muestra la bomba que representa el sistema de bombeo, conectada al microcontrolador por medio del circuito de potencia que esta dimensionado a la tensión e intensidad que necesita la bomba. Por lo que el circuito de potencia responde a la señal que manda el microcontrolador, así que todo el sistema está controlado por el microcontrolador, que tiene que ser programado para que se cumpla el objetivo del trabajo.

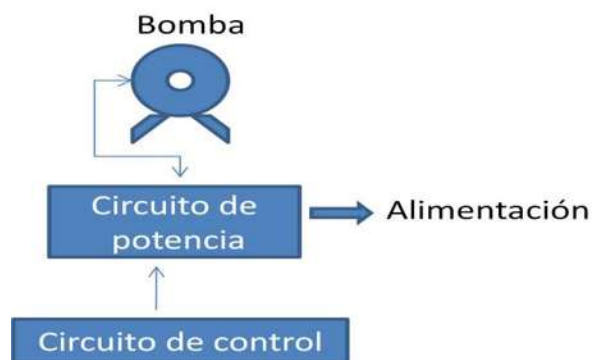


Figura 3.4 Conexión del sistema de bombeo y circuito de control

3.1 Diagrama de bloques del circuito de control de energía.

El dispositivo de control de energía es el encargado de encender y apagar la bomba, así como hacer los registros de duración de encendido de cada usuario, para el final de cada periodo hacer un recuento del uso de energía de cada usuario, el periodo es normalmente dos meses que es el tiempo en que la compañía suministradora de energía hace la facturación de energía consumida de cada medidor de energía, pero se puede extender hasta que la capacidad de la

memoria externa que son 512 Kbits correspondiente a registros.

La figura 3.5 muestra el diagrama de bloques del circuito de control desarrollado para tener el control de consumo de energía eléctrica en la bomba de agua, en este diagrama de bloques se ve que el principal elemento es el microcontrolador, este tiene comunicación con el teclado, reloj de tiempo real, memoria externa y un puerto serial que dará los datos al administrador del sistema para que obtenga la información de los registros.

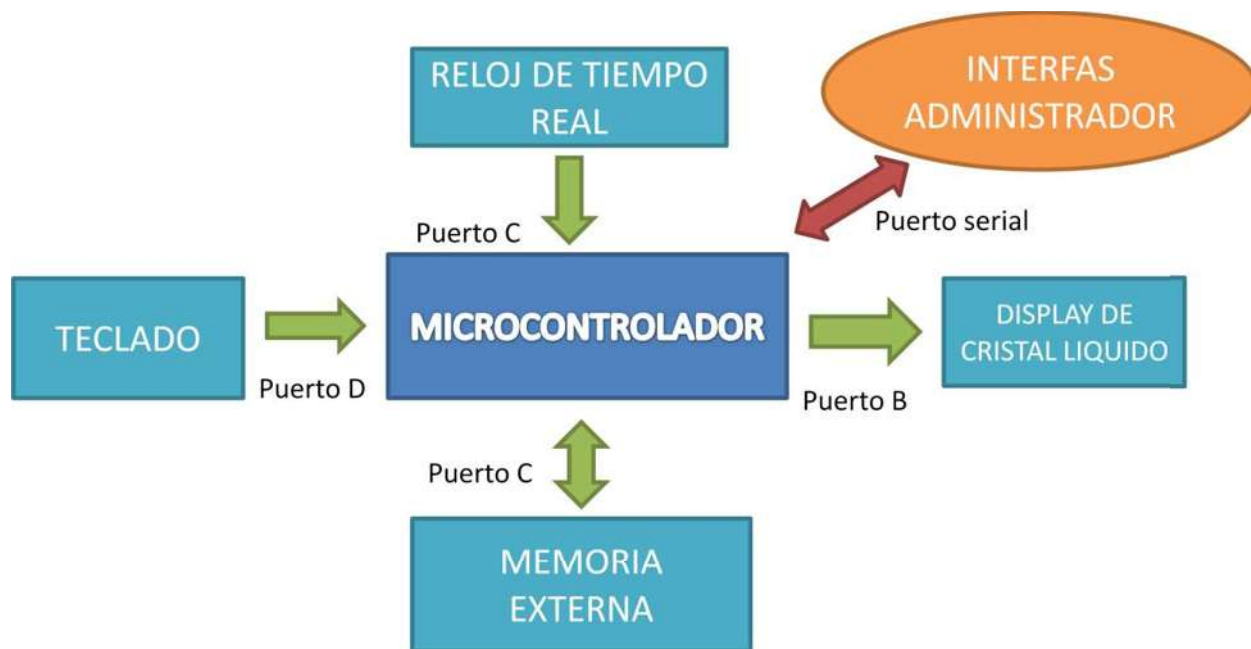


Figura 3.5 Diagrama de bloques del circuito de control de consumo de energía.

El microcontrolador es el dispositivo principal, permite mantener una comunicación entre los demás dispositivos que conforman el circuito de control, ya que presionando una tecla en el teclado, el microcontrolador lee e identifica el valor de la tecla presionada, este valor de tecla es mandado por el microcontrolador al LCD, lo que permite mantener una comunicación entre el usuario y el microcontrolador, para que el usuario tenga la facilidad de tomar acciones de encendido y de apagado de la bomba, si el usuario teclea una clave que se encuentre registrada en la memoria del microcontrolador la bomba se encenderá al mismo tiempo serán leídos los datos de la fecha y hora que marque el reloj de tiempo real por medio del bus de lectura serial de microcontrolador (pin 23 SDI del puerto C el pin se encuentra en forma de receptor de datos), así mismo los datos leídos del reloj son mandados y almacenados en la memoria externa (pin del

puerto C del microcontrolador pero ahora en forma de transmisión de datos) de modo que en el momento que el usuario desea apagar la bomba el procedimiento es el mismo se leen los datos del reloj y se mandan a la memoria externa para ser almacenados e igualmente la clave del usuario, cuando el administrador desea descargar los registros que fueron almacenados por los usuarios dentro del periodo deseado, se conecta una computadora a través del puerto serial al microcontrolador y se mandan los datos al software diseñado en LanVIEW para procesar estos registros y hacer los respectivos cálculos para determinar el costo de la energía por cada usuario.

3.1.1 Reloj de tiempo real.

Este reloj de tiempo real se comunica con el microcontrolador por medio de una interfaz serie del tipo I²C. Antes de utilizar el circuito del reloj de tiempo real el usuario debe de ejecutar un código para grabarle la hora y fecha actual y el circuito seguirá marcando el tiempo y fecha que se encuentra, esto solo se hace la primera vez mientras la energía de alimentación no le falte al reloj.

La figura 3.6 muestra la metodología utilizada para grabar la hora y fecha por primera y única vez al reloj de tiempo real. Primeramente se debe de inicializar la comunicación I²C para mandar los datos por el bus I²C. Una vez inicializado el puerto de comunicación se indica que se va a utilizar el puerto para escribir al dispositivo conectado, como únicamente se va a escribir el circuito del reloj se utiliza la dirección (0xd0) como se muestra en la tabla 3.1.

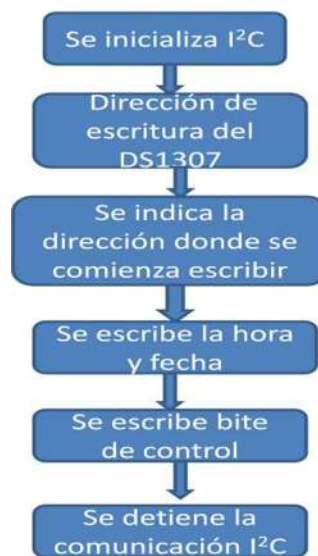


Figura 3.6 Diagrama de bloques de registros del DS1307.

Tabla 3.1 Registros de lectura y escritura del DS1307.

Registros del DS1307	Dirección
Escritura	0xd0
Lectura	0xd1

Después se manda la dirección donde se comenzara a escribir el reloj, inicialmente 00 una vez que se tienen marcado la dirección de inicio se comienza a escribir los segundos, minutos, hora, día, fecha, mes, y año, a este reloj se le debe de indicar un bite de control el cual es 0x07 utilizado para el control del pin 4 de nombre SQWE, ya que habilita la salida del oscilador de onda cuadrada, cuya frecuencia dependerá de los bits RS1 y RS0. La tabla 3.2, muestra las frecuencias que se pueden obtener según la configuración de los bits RS1 y RS0.

Tabla 3.2 Frecuencia de salida pin SQW/OUT.

RS1	RS0	Frecuencia de salida
0	0	1hHz
0	1	4KHz
1	0	8KHz
1	1	32KHz

La frecuencia de salida únicamente afectara la velocidad de comunicación del puerto por lo que la frecuencia únicamente depende del cristal que se instale en reloj de tiempo real.

Por último se indica el paro de la comunicación I²C. Con esto ha quedado registrada la hora y fecha en el reloj, la tabla 3.3 muestra los registros y tipo de formato que debe indicarse al escribir el reloj.

Tabla 3.3 Registros del DS1307.

DIRECCIÓN	REGISTRO (BCD)
00	Segundos(00-59)
01	Minutos(00-59)
02	Horas(00-23)
03	Días de la semana(01-07)
04	Fecha(01-31)
05	Mes(01-12)

06	Año(00-12)
07	Control
08-\$3F	Propósitos generales

Después de que se inicializo el DS1307 para leer algún dato de los registros del reloj solo se le indica la dirección de la variable que se desea leer mostrada en la tabla 3.3.

Un diagrama de bloques de la conexión del reloj con el microcontrolador se muestra en la figura 3.7, como se ve solo se utiliza dos líneas de comunicación, la SCL que es el bus de reloj y el pin SDA que es el bus de transmisión de datos, por el cual el microcontrolador lee y escribe al reloj de tiempo real esta configuración es particular del circuito DS 1307 y del microcontrolador 16F877A.

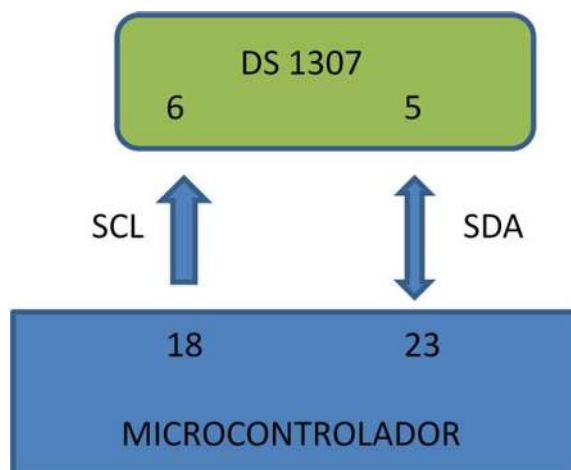


Figura 3.7 Diagrama de conexión del DS1307 con el microcontrolador.

Para que el circuito de control funcione solamente son necesarios tres elementos externos que son el cristal, resistencia y el capacitor del oscilador.

La precisión del reloj depende de la exactitud del cristal, del circuito capacitivo del oscilador y del buen estado del cristal. El cristal que se utiliza es de 4k hertz de frecuencia, ya que es con el que se tiene mayor conocimiento y experiencia en su forma de trabajar. La figura 3.8 muestra la forma en que se conecta el reloj con el microcontrolador, a demás de los elementos adicionales como las resistencias que recomienda el fabricante del microcontrolador para que funcione la comunicación I2C.

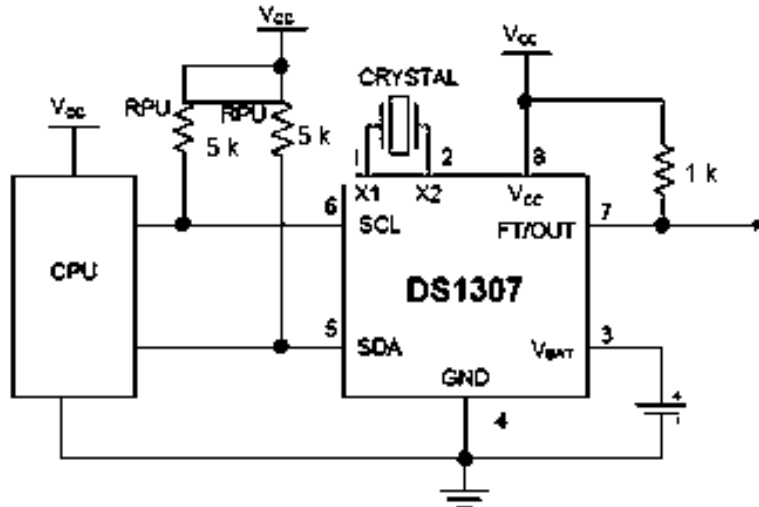


Figura 3.8 Conexión del DS1307.

3.1.2 Memoria externa.

La memoria externa que utiliza el circuito de control está basada en la comunicación serial I^2C . El proceso para escribir la memoria se muestra en la figura 3.9, como se observa primero se inicializa la comunicación I^2C que permite mandar y recibir datos por el puerto serie, además cuando se desea escribir un dato en la memoria se indica un byte de control de escritura indicando que se desea escribir en la eeprom, los byte de configuración de escritura y de lectura se muestran en la tabla 3.4.

Después de haber indicado el byte de control se transmite, la dirección donde se va almacenar el dato, debido a que la memoria es de 512 Kbyte se requiere 13 byte para escribir un dato en algún registro, pero como solo se trabaja con 8 byte es necesario separar la dirección en la parte alta y baja, una vez separada se manda tanto la parte alta como la parte baja de la dirección a la EEPRO, después se manda el dato que se desea escribir en la memoria, en este momento el dato ya se encuentra almacenado en la memoria por lo que ahora se detiene la comunicación I^2C lo que indica que se ha terminado con el proceso de escritura.

Tabla 3.4 Registros de lectura y escritura de la EEPROM.

Registros de la EEPROM	Byte
Escritura	0xa0
Lectura	0xa1



Figura 3.9 Diagrama de bloques de escritura de la memoria externa.

Para el caso de lectura de la memoria externa la secuencia que se debe de ejecutar es la mostrada en la figura 3.10, como se puede apreciar el software es muy parecido al caso de la escritura de la memoria, ya que de igual modo después de inicializar el bus I2C, se indica el byte de control de escritura de acuerdo a la tabla 3.4.

Se procede con la separación de la dirección en parte alta y baja, una vez separada la dirección se mandan a la EEPROM, de modo que la memoria se encuentra preparada para ser leída. Se genera la secuencia de inicio del bus seria y después se indica el byte de control de lectura mencionado en la tabla anterior, se lee el dato y se almacena en una variable por lo que únicamente queda generar la secuencia de paro del bus I2C.



Figura 3.10 Diagrama de bloques de lectura de la memoria externa.

El diagrama de bloques de conexión de la memoria es el mostrado en la figura 3.11, en este caso se usan los mismos bytes de comunicación que usa el integrado DS1307, debido a que el tipo de comunicación es el mismo que en el caso del DS1307 o lo que es lo mismo el pin 6 de la memoria llamado SCL es por donde el microcontrolador manda la señal de reloj a la memoria y el pin 5 llamado SDA es el bus por donde se graban y se leen los datos de la memoria lo que cambia es la dirección interna del dispositivo a utilizar (0xa0 o 0xd0). La figura 3.12 muestra el circuito de conexión del microcontrolador y la memoria externa de forma esquemática.

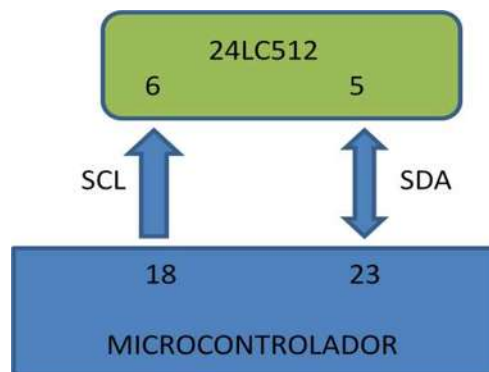


Figura 3.11 Diagrama de bloques de conexión de la memoria externa con el microcontrolador.

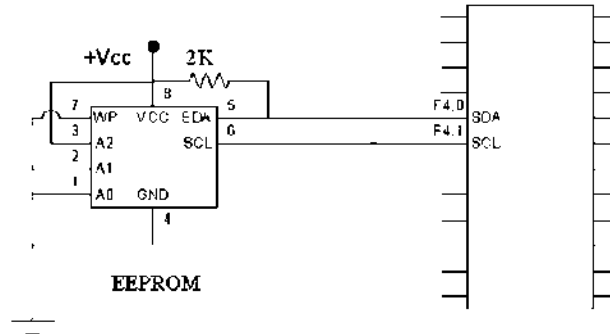


Figura 3.12 Diagrama conexión esquemática de la memoria externa con el microcontrolador.

3.1.3 Teclado.

El teclado matricial se conecta al microcontrolador como se muestra en la figura 3.13a, para la conexión que se tiene en este proyecto todas las líneas de comunicación son a través de un solo puerto del microcontrolador específicamente el puerto D, como se observa en la figura 3.13a el teclado únicamente manda datos al microcontrolador. La figura 3.13b muestra la conexión de forma esquemática del microcontrolador y el teclado.

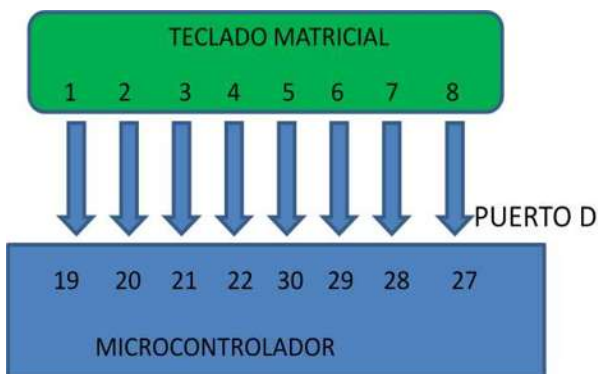


Figura 3.13a Diagrama de bloques de conexión del teclado con el microcontrolador.



Figura 3.13b Diagrama esquemático de conexión del teclado con el microcontrolador.

El diagrama de bloques del software del microcontrolador para leer una tecla presionada se muestra en la figura 3.14. Donde al detectar presionada una tecla el microcontrolador ejecuta un código que identifica el renglón donde se encuentra la tecla que fue presionada y después identifica la columna donde se encuentra la tecla presionada, con esto se tiene el dato correspondiente al valor de la tecla presionada.



Figura 3.14 Diagrama de bloques del software del teclado.

3.1.4 Display de cristal liquido LCD.

El LCD se utiliza para la representación de información necesaria para el manejo o uso del dispositivo de control de energía, permitiendo que el espacio a eliminar usuario tenga una comunicación visual con el microcontrolador.

El un diagrama de bloques del software a ejecutar para presentar información en el LCD es mostrado en la figura 3.15, primeramente se inicializa el puerto de comunicación del microcontrolador con el LCD en forma digital y manda inicialización del LCD donde principalmente se le indica el tamaño de interface con el bus de datos de 8 bites o de 4 bits y el modo de desplazamiento de los datos presentados en el LCD.

Después de inicializado se debe de borrar el LCD, esto se hace para evitar que se sobrescriban los datos que se envían al LCD ya que mientras no se ejecute la opción de borrado la información escrita permanecerá en la pantalla, en este momento el LCD está preparado para representar un dato, únicamente se debe de dar la posición de la pantalla en que se desea escribir el dato, dada esta dirección se escribe la información que se presentara en la pantalla iniciando en la posición mandada anteriormente.



Figura 3.15 Diagrama de bloques del software del LCD.

Para la comunicación entre el microcontrolador y el LCD se utilizar el puerto B, como se muestra en el diagrama de bloques y de esquemático de las figuras 3.16a y 3.16b respectivamente.

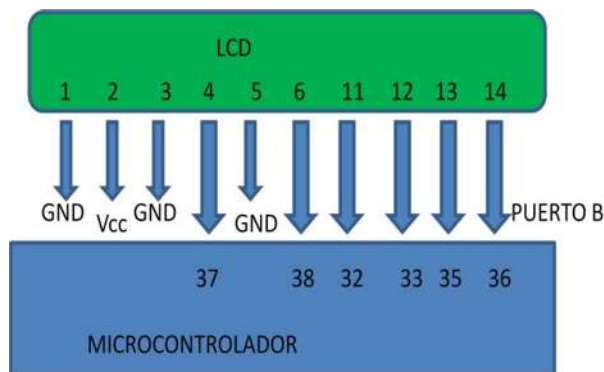


Figura 3.16a Diagrama de bloques de conexión del LCD con el microcontrolador.

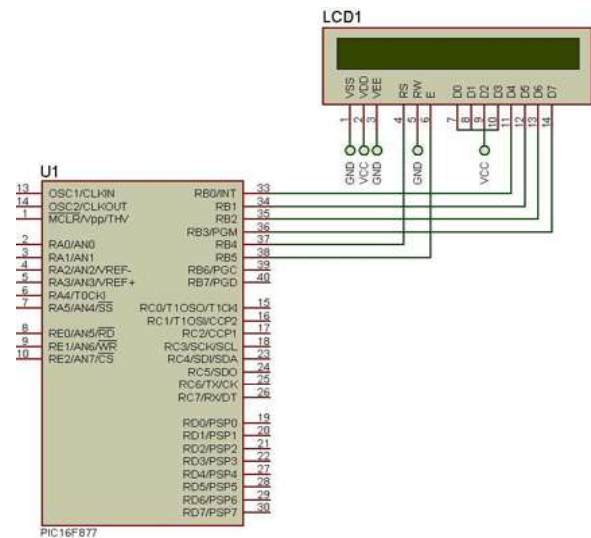


Figura 3.16b Diagrama esquemático de la conexión del LCD con el microcontrolador.

3.2 Software del microcontrolador.

El diagrama de bloques general de la figura 3.17 representa el software del microcontrolador. En este diagrama se muestran los pasos que sigue el software del microcontrolador, para la inicialización del reloj y la toma de decisiones del usuario y del

administrador, para el funcionamiento del dispositivo de control de energía de la bomba, en ambos casos el software está diseñado con claves distintas para cada usuario, que dan acceso al sistema de bombeo de agua de modo que pueda encender y apagar la bomba. La programación del software permite almacenar los datos de fecha y hora marcados tanto de encendido como de apagado de la bomba por cada usuario, y de esta forma se va teniendo un control de registros de encendido y de apagado además de los tiempos de uso de la bomba por cada usuario.

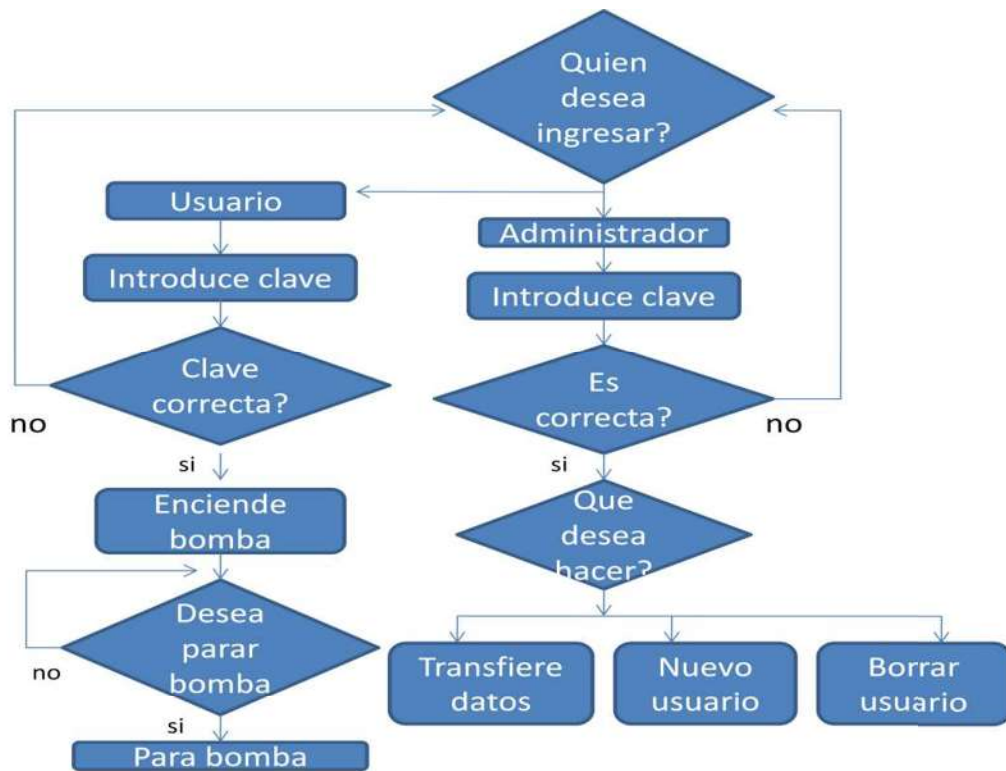


Figura 3.17 Diagrama de bloques del software del microcontrolador.

En el software como primer paso a ejecutar se graba la hora y fecha en el reloj únicamente se tendrá que mantener alimentado el reloj para que los datos no sean borrados, después el circuito de control está en espera preguntando quien desea ingresar si es el administrados o algún usuario, el caso de que un usuario quiera hacer uso de la bomba deberá introducir la clave que le fue asignada, si la clave es incorrecta el programa regresara al principio donde pregunta quien desea ingresar, si la clave tecleada por el usuario es correcta de inmediato se enciende la bomba, y se queda en espera preguntando si desea para o apagar la bomba mientras el usuario no halla tecleado de nuevo su clave la bomba permanecerá encendida, si el usuario tecleo la clave la

bomba se apagara y el circuito de control regresara de nuevo al inicio, de modo que el usuario ha creado un registro desde el tiempo que encendió la bomba hasta que la apago este registro se almacena en la memoria externa del circuito de control y el procedimiento será el mismo cada vez que un usuario intente usar el sistema de bombeo.

Para el caso en que el administrador sea quien desea hacer uso del circuito de control, deberá introducir la clave, si esta es incorrecta no tendrá acceso y el circuito de control retornara al principio, si la clave tecleada es correcta el circuito dará tres opciones al administrador para que escoja lo que desea hacer, una de las opciones es dar de alta a un nuevo usuario únicamente tecleando el numero del departamento seguido de la clave del nuevo usuario, el cual podrá hacer uso del sistema de bombeo desde el momento que se dio de alta; otra opción es el borrar a un usuario ya existente, únicamente el administrador tendrá que teclear el numero del departamento seguido con la clave del usuario y en ese momento la clave estará dada de baja de modo que el usuario ya no podrá acceder al sistema de bombeo; la tercera opción es transferir los registros que estén almacenados, cuando el administrador quiera hacer uso de esta opción deberá tener conectada una computadora con el software diseñado en Labview para procesar los registros de los usuarios y así determinar el costo de la energía que cada usuario consumió por haber hecho uso del sistema de bombeo, en caso de no estar conectada la PC y se quieran descargar los datos el circuito de control no dejara al administrador descargar dichos registros de modo que el circuito regresara al principio sin haber descargado los datos.

En las siguientes subsecciones se describe más a detalle cada uno de los bloques que integran el diagrama de la figura 3.17.

3.2.1 Bloque que indica si la clave es correcta.

La figura 3.18 muestra el software donde se hace la comparación de la clave tecleada con las claves registradas, estas claves se encuentran almacenadas en la memoria EEPROM del microcontrolador evitando perder esta información aun cuando el microcontrolador no tenga energía, esta parte del software dará el acceso al sistema de control en caso de que la clave tecleada se la misma que una de las que se encuentran registradas, o en caso de que la clave sea incorrecta el circuito negara el acceso, por lo que el circuito de control da seguridad a que únicamente los usuarios que tengan clave registrada podrán tener acceso al sistema de bombeo.



Figura 3.18 Bloque de elección de claves si es verdadera o falsa.

3.2.2 Bloque del usuario.

Una vez seleccionada la opción del usuario se teclea la clave, si esta es correcta el usuario tendrá acceso al sistema de bombeo, de modo que el circuito de control por medio del circuito de potencia enciende la bomba, y al mismo tiempo se toma un registro de la hora y fecha de encendido, entonces el circuito de control se queda en espera de que el usuario o administrador indique el paro de la bomba tecleando la clave correcta del propio usuario o administrador, una vez dada la señal de paro la bomba se apagará y al mismo tiempo se completa el registro con la hora y fecha en que se apaga la bomba, ya que un registro esta completo tanto la clave del usuario como de los datos de encendido y de apagado de la bomba de agua los datos son almacenados en la memoria externa como se muestra en la tabla 3.5 pudiendo almacenar hasta un total de 39 384 registros completos. La figura 3.19 muestra el diagrama de bloques de cómo se ejecuta este proceso cuando un usuario desea hacer uso del sistema de bombeo y se tecleada la clave correcta de modo que el usuario tiene accesos al sistema de bombeo.

Tabla 3.5 Ejemplo de registros de lectura y escritura de la EEPROM.

Dirección	Descripción	Ejemplo
00	Clave de usuario	1
01	segundo de inicio	22
02	Minuto de inicio	38
03	Hora de inicio	15
04	Día de inicio	5

05	Semana de inicio	1
06	Mes de inicio	5
07	Segundo de terminación	37
08	Minuto de terminación	39
09	Hora de terminación	15
10	Día de terminación	5
11	Semana de terminación	1
12	Mes de terminación	5



Figura 3.19 Bloques del usuario.

3.2.3 Bloque del administrador.

En el caso en que el administrador es quien introduce la clave correcta, tendrá tres opciones por ejecutar, registrar un nuevo usuario, borrar a un usuario registrado y la transferencia de todos los registros almacenados de los usuarios a una computadora. El administrador no tendrá acceso al encendido de la bomba, se considera que no está utilizando un departamento o cuenta con una clave de usuario asignada al departamento donde vive por lo que para encender la bomba utiliza la clave asignada al departamento. Si el administrador desea registrar o eliminar una clave deberá especificar el número del departamento seguido con el número de la clave de dicho departamento, en caso de que el administrador va a descargar los datos tendrá que asegurarse de que el puerto serial de la computadora esté conectado al puerto serial del circuito de control y

que la computadora tenga el software diseñado para la adquisición y tratamiento de los datos, de este modo los registros almacenados en el circuito de control pueden ser transferidos por el puerto serial para procesar los registros y poder determinar el costo de la energía que deberá pagar cada usuario por haber utilizado el sistema de bombeo.

La figura 3.20 muestra el diagrama de bloques cuando el administrador ha tecleado la clave correcta, esta figura se muestra el procedimiento que toma para los tres casos anteriormente mencionados, pero únicamente se puede ejecutar un caso a la vez, ya que una vez seleccionado un caso se ejecuta y el circuito de control retorna al inicio.



Figura 3.20 Bloques para el caso del administrador

3.3 Software de la computadora.

Se requiere una persona encargada de mostrar o entregar la información a cada uno de los usuarios el consumo energético que tuvo por haber utilizado el sistema de bombeo, esa persona encargada es la que cuenta con la clave de administrador.

El administrador para la recopilación de los registros que se hicieron durante el periodo de dos meses *(tiempo en que se factura por lo general el recibo de consumo de energía por la*

compañía suministradora de energía eléctrica), hace uso de un software diseñado en LabVIEW, (LabVIEW es una herramienta gráfica para pruebas, control y diseño mediante la programación. El lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje Gráfico) [3]. Este programa se instala en una computadora que se conecta por medio de un cable serial al circuito de control, para que de este modo el administrador pueda obtener cada uno de los registros de cada usuario, el programa en LabVIEW está formado por pestañas y por un apartado del lado derecho de las pestañas donde se muestra información de configuración para poder registrar el monto a pagar así como el encendido de el puerto serial de la computadora para leer los registros almacenados en la memoria EEPROM, la figura 3.21 muestra la plantilla que nos presenta el programa de LabVIEW para realizar esta tarea.

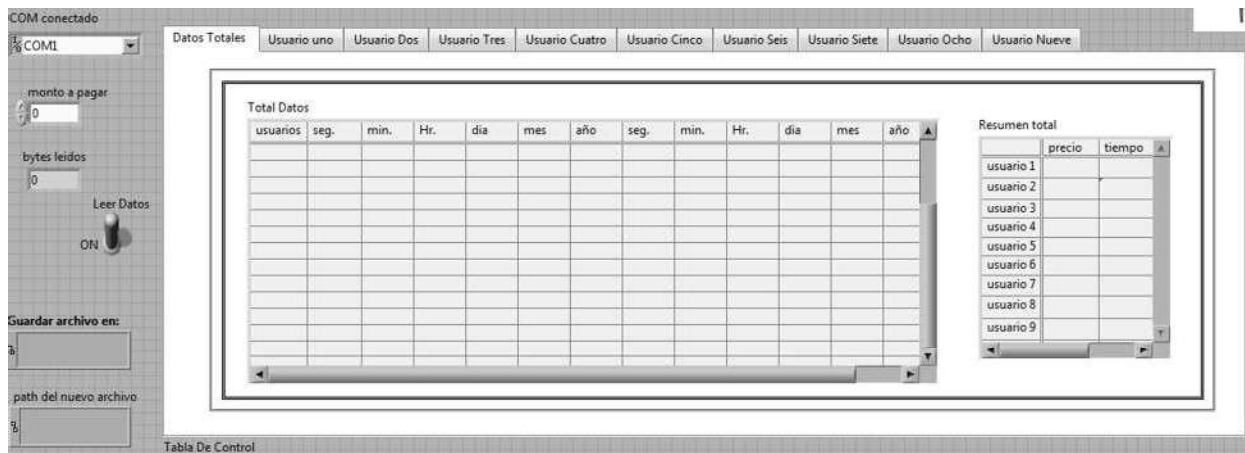


Figura 3.21 Software desarrollado en LabVIEW parte principal.

La primera opción de este panel es un recuadro de nombre “*COM conectado*”, que permite la selección del puerto de la computadora donde se conectar el cable serial para hacer la descarga, cada puerto tiene su propio nombre por lo que se debe saber cual puerto se utiliza antes de mandar a leer los datos por el puerto serial. El siguiente recuadro que tiene por nombre “*monto a pagar*”, es donde se debe de indicar la cantidad total del pago de facturación que realizó la compañía suministradora de energía. En caso de que la toma de corriente de la bomba esté conectada al circuito de control de un departamento o casa habitación se deberá tomar en cuenta los KWH que consumió la bomba (se debe instalar un wattorimetro en la alimentación de la bomba para saber su consumo) durante el periodo para así saber el monto total que se debe pagar por la energía de la bomba, la palanca de “*leer datos*” es la encargada de establecer la

comunicación entre el circuito de control y el programa de LabVIEW la posición ON permite que se haga la lectura y el recuadro “byte leídos” únicamente muestra el registro de los bits que fueron descargados por el cable serial del circuito de control al software de LabVIEW. El recuadro mencionado “*path del nuevo archivo*” es el nombre con el que se desea guardar el archivo que se genera de la descarga al insertar un nombre se debe de guardar con la extensión del formato que se desee almacenar en los ejemplos se utiliza la extensión “.xls” la cual es el formato de Excel, donde el recuadro “*guardar archivo en:*” presenta el path donde fue almacenado el archivo creado.

Existe una tabla que lleva por nombre “*total datos*”, que es la primer pestaña la cual da todos los registros que se realicen durante el periodo y los almacena en el orden en que se fueron haciendo cada uno de los registros y en el orden siguiente: *numero de usuario, segundo de inicio, minuto de inicio, hora de inicio, día de inicio, mes de inicio y año de inicio*, después de la información de inicio se almacena la de terminación que es cuando el usuario o administrador apaga el sistema de bombeo, y se almacena de la siguiente manera *segundo de terminación, minuto de terminación, hora de terminación, día de terminación, mes de terminación y año de terminación*. Toda esta información es la que se obtiene en cada registro la cual se muestra en la figura 3.22.



usuarios	seg.	min.	Hr.	día	mes	año	seg.	min.	Hr.	día	mes	año

Figura 3.22 Total de registros realizados.

La segunda pestaña muestra el software figura 3.23 contiene nueve tablas que llevan por nombre “*usuario x*” (donde $x=1,2,3,4,5,6,7,8,9$). Es una tabla por cada usuario, en las cuales se almacenan los mismos registros de la tabla “*Total datos*” solo que ahora en cada tabla se encuentra el total de registros que hizo el usuario “*x*” durante el periodo de uso de la bomba. Lo

que nos indica que ahora se encuentran separados los registros de cada usuario dentro de las tablas, lo que facilita la manipulación y comprensión de los datos almacenados por el circuito de control.

[illegible]

Figura 3.23 Proceso de separación de registros por usuario.

Cuando los datos de cada usuario son almacenados y separados el software hace las restas de tiempos de inicio y de terminación de uso de la bomba, con lo que se obtienen el tiempo que duro la bomba encendida cada vez que fue utilizado el circuito de control. La tabla que nos representa los valores de tiempo por registro tiene por nombre “*Tiempo por reg. x*”. y se muestran en la figura 3.24.

[illegible]

Figura 3.24 Tiempo total por registro.

La última etapa de esta pestaña presenta el precio que debe pagar cada usuario por haber utilizado el sistema de bombeo, ya que este fue el objetivo de crear el circuito de control por lo que el objetivo se cumple en todos sus aspectos por que se tiene el control de registros de encendido y de apagado del sistema de bombeo como también se tiene el software que da el precio que debe pagar cada usuario por haber utilizado el sistema de bombeo. La figura 3.25 presenta la forma en que el software arroja el precio de la energía utilizada por cada usuario.

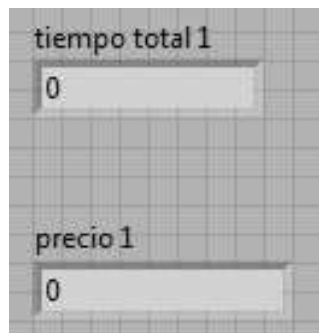


Figura 3.25 Resultados arrojados por el software.

3.4 Etapa de potencia.

Para que el circuito de control pueda activar la bomba se requiere una etapa de potencia la cual se muestra en la figura 3.26, el microcontrolador manda la señal de encendido al MOC3011 y este a su vez manda un pulso al Triac 2N6071B el cual cierra el circuito eléctrico lo que permite que la bomba tenga energía para activarla y de la misma manera cuando se desea apagar la bomba el microcontrolador manda la señal al MOC3011 el cual manda un pulso al triac y abre el circuito eléctrico lo que provoca que la bomba no sea alimentada de energía eléctrica y se apague. En este circuito el MOC3011 nos permite aislar la etapa de potencia del microcontrolador. La selección del triac se realizo en base a la corriente que circula por el motor en el arranque y este triac puede soportar hasta 25 Amperes. Esta capacidad se puede extender a un mayor valor de corriente si así se requiere únicamente cambiando el triac por uno de mayor capacidad.

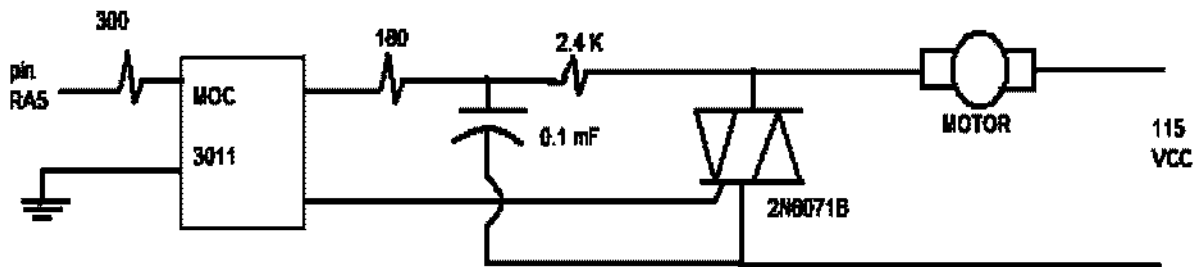


Figura 3.26 Etapa de potencia.

3.4 Resumen.

En esta sección se presento la manera en que se encuentran conectados los elementos en el circuito de control así como los registros con los que se puede leer o escribir los dispositivos como lo son la memoria y el reloj que forman parte del circuito de control, además se presento por medio de diagrama de bloques el software que fue utilizado para cada dispositivo instalado en el circuito de control, también se observo en diagramas de bloques el software que es creado para el microcontrolador ya que es el dispositivo principal del circuito de control, además de el software que deberá ser instalado en la computadora para la descarga de los registros almacenados en el circuito de control, también se mostro la etapa de potencia la cual se debe de tener en cuenta la capacidad de corriente que soporta para evitar daños al circuito de control.

Capítulo 4

PRUEBAS Y RESULTADOS

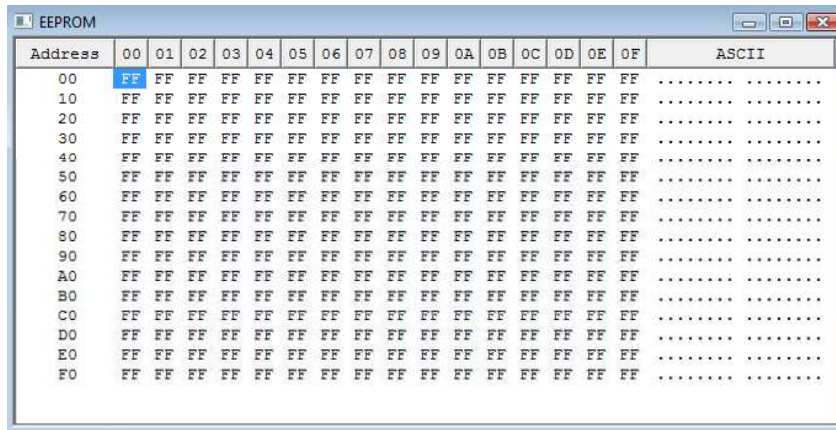
En este capítulo se presentaran las pruebas que fueron realizadas, para comprobar que el circuito de control funcione de forma eficiente para utilizarlo en el control de energía donde se cuente con un conjunto de usuarios para un mismo sistema en común, las pruebas realizadas fueron principalmente comprobar que cada uno de los elementos que forman el circuito de control de energía funcionara correctamente así como el código de programa realizado para cada uno de ellos.

Posteriormente se conjunto todo el código en uno solo para realizar las pruebas a todo el conjunto del circuito de control de energía que consiste en conectar una bomba de agua la cual se enciende y apaga con el circuito de control, otra prueba se realiza al software creado en LabVIEW el cual procesa los registros creados por el circuito de control, una prueba se realiza aplicando el circuito de control a un taladro eléctrico donde se comprueba que el circuito eléctrico puede ser aplicado a cualquier sistema en común que sea manipulado por distintos usuarios.

Una de las pruebas por separado que se puede mostrar es el almacenamiento de datos en la EEPROM del microcontrolador que consiste en comprobar el código de programa que permite almacenar y borrar las claves de cada uno de los usuarios y el administrador en la memoria del microcontrolador, para lo cual primero se muestra en la figura 4.1.

La memoria EEPROM del microcontrolador donde los bytes que se encuentran en el estado FF significan que no se encuentra ningún registro, por lo que no hay ninguna clave registrada.

Existe una clave de administrador que es la maestra con la cual se pueden registrar nuevas claves de usuarios así mismo se pueden eliminar claves, por que el administrador debe llevar el control de los accesos al sistema.

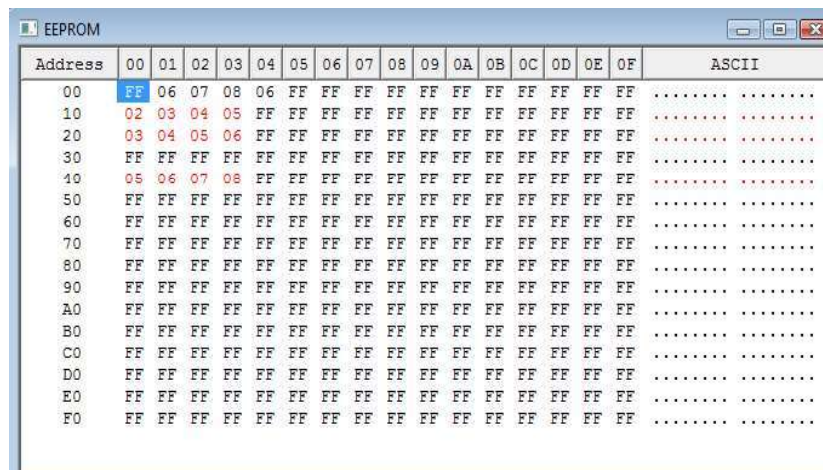


Address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	ASCII
00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
10	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
20	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
30	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
40	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
50	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
60	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
70	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
80	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
90	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
A0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
B0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
C0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
D0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
E0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
F0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....

Figura 4.1 Memoria eeprom del microcontrolador.

La clave del administrador también es almacenada en la memoria del microcontrolador del byte 01 al byte 04, mientras que las claves de los diferentes usuarios se encuentran almacenadas del byte 10 al byte 90. En la figura 4.2 se muestran claves que han sido almacenadas con fin de probar el circuito, por lo que se han almacenado tres, una de las cuales es para el usuario uno con clave 2345 el máximo tamaño de clave son 4 dígitos y solo números, la segunda clave almacenada es la del usuario dos que tiene la combinación de 3456, el tercer registro es la clave del usuario cuatro y es la 5678.

Los valores que sustituyen los valores de FF, son las nuevas claves que se encuentran almacenadas en la memoria del microcontrolador con las cuales se podrá tener acceso al sistema de bombeo por medio del circuito de control. El software está diseñado para capacidad de nueve claves lo que nos indica que solo nueve usuarios distintos podrán usar el sistema de bombeo.

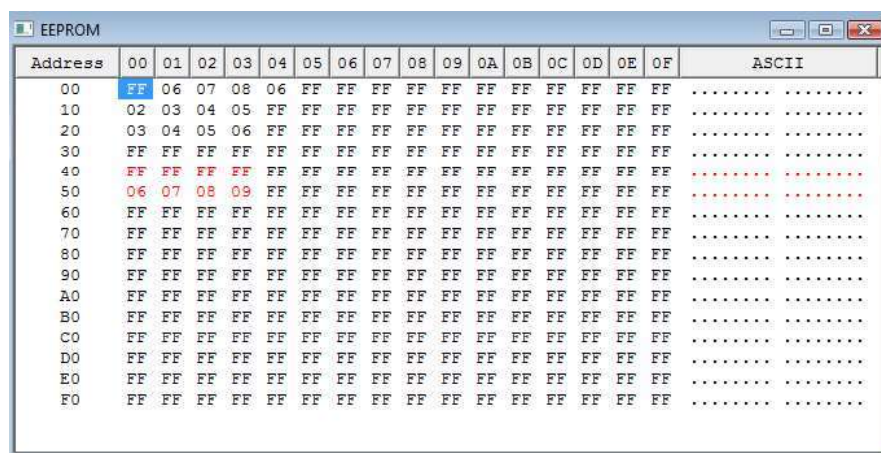


Address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	ASCII
00	FF	06	07	08	06	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
10	02	03	04	05	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
20	03	04	05	06	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
30	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
40	05	06	07	08	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
50	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
60	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
70	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
80	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
90	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
A0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
B0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
C0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
D0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
E0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
F0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....

Figura 4.2 Registro de usuarios.

Después de que se tienen los registros y se desea cambiar o borrar uno de ellos solo el administrador podrá hacerlo esta prueba de borrado se muestra en la figura 4.3. Donde se observa que anteriormente se tenía la clave 5678 registrada en los bits 40 al 43 para el usuario 4, que por medio de la clave del administrador se pudo acceder para eliminar dicho registro, se muestra que ahora esos bytes se encuentra FF, como se había mencionado indica que el usuario cuatro no puede acceder al sistema de bombeo.

En la siguientes subsecciones se muestra las pruebas realizadas a todo el sistema de control de energía. En estas pruebas se muestran los pasos que debe de seguir el usuario para demostrar la funcionalidad del sistema.



Address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	ASCII
00	FF	06	07	08	06	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
10	02	03	04	05	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
20	03	04	05	06	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
30	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
40	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
50	06	07	08	09	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
60	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
70	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
80	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
90	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
A0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
B0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
C0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
D0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
E0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....
F0	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	.....

Figura 4.3 Borrado de usuarios.

4.1 Primera prueba conectando una bomba de agua.

La primer prueba se llevo a cabo conectando una bomba de agua al circuito de control, la bomba es de una potencia de HP y consume 18 Amperes, la figura 4.4 muestra la representación de la primera prueba donde se aprecia el circuito de control y que está sustituyendo al encendido manual de la bomba, dentro de la caja de madera se encuentran dos tomacorrientes que son utilizados para alimentar el circuito de control y así mismo poder alimentar a la bomba a través de los cables que salen del tubo conduit de la parte inferior de la imagen este tubo se encuentra enterrado.

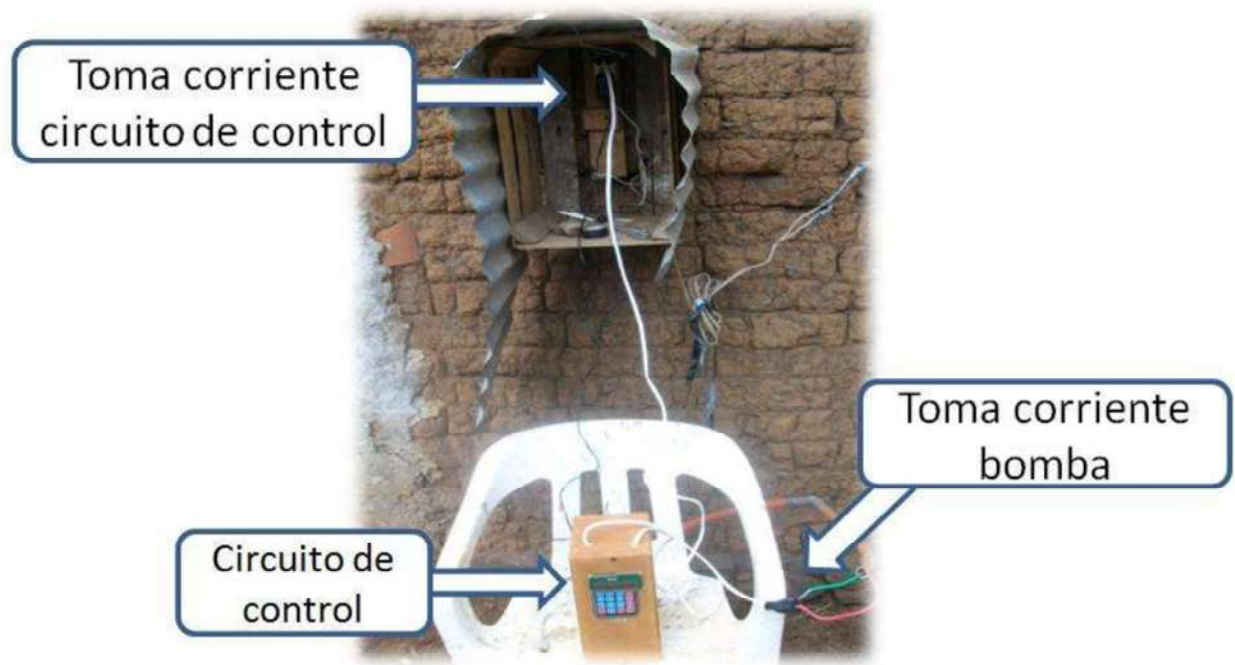


Figura 4.4 Conexión de la primer prueba.

Al energizar el circuito de control la primera pantalla que muestra el LCD es la mostrada en la figura 4.5. Indicando que el sistema se encuentra en el modo de espera para que el administrador o usuario decidan entrar, esta prueba se realiza como usuario por lo que se teclea el número 2 en el teclado de esta manera se le indica a el circuito de control que el usuario desea entrar.

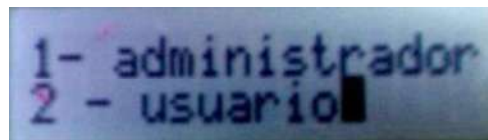


Figura 4.5 Pantalla principal de la primer prueba.

Una vez presionada la opción del usuario la pantalla mostrada en el LCD es la mostrada en la figura 4.6. En esta pantalla el circuito de control que se introduzca el número de departamento donde está viviendo el usuario más la clave de este departamento, si la clave es correcta la bomba encenderá de lo contrario el circuito de control regresa al principio donde pregunta quien desea entrar si el administrador o el usuario y la bomba permanece apagada.

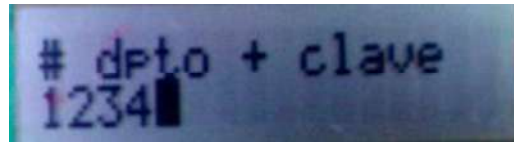


Figura 4.6 Opción del usuario de la primer prueba.

Ahora si la clave introducida es correcta el circuito de control enciende la bomba como se puede apreciar en la figura 4.7 de modo que el circuito de control está detectando de manera correcta que la clave introducida pertenece a un usuario registrado y accedió a encender la bomba a un que como se muestra en la figura 4.7 no se tiene llenando una cisterna para poder apreciar la potencia de la salida del agua como normalmente trabaja la bomba sin el circuito de control de modo que el circuito de control no afecta el funcionamiento de la bomba.



Figura 4.7 Bomba encendida de la primer prueba.

Después de la bomba fue encendida la pantalla que presenta el circuito de control es el mostrado en la figura 4.8 donde se le indica al usuario que si desea apagar la bomba debe introducir de nuevo la clave correcta del mismo usuario, esto se hace con el fin de evitar que otro usuario ajeno tenga control sobre el llenado de su cisterna.

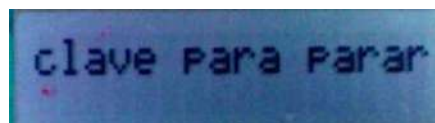


Figura 4.8 Espera del apagado de la primer prueba.

Una vez que se introduce la clave correcta del usuario la bomba es apagada como se muestra en la figura 4.9. Y el circuito de control regresa al inicio esperando a que otro usuario o el administrador decidan entrar.



Figura 4.9 Bomba apagado de la primer prueba.

De la misma manera que se realizo esta prueba de encendió y apagado de la bomba se hizo con tres usuarios diferentes de modo que se crearon tres registros, para posteriormente conectar el circuito de control a la computadora los valores para los con los que se realiza la prueba son los mostrados en la figura 4.10, se observa el monto a pagar es de \$180 y los bytes leídos por el circuito de control son 39 y como cada registros ocupa un espacio de 13 bytes se deduce que se hicieron 3 registros por los usuarios.



Figura 4.10 Valores de prueba uno.

Los tres registros hechos por los usuarios son los mostrados en la figura 4.11, esta tabla se presenta en resumen general de todos los usuarios que hicieron uso de la bomba, en la primer columna presenta el usuario que encendió la bomba como se puede apreciar el usuario ocho encendió la bomba por primera vez después el usuario uno seguido del usuario dos con lo que se muestra que efectivamente únicamente son tres los registros hechos como se menciono.

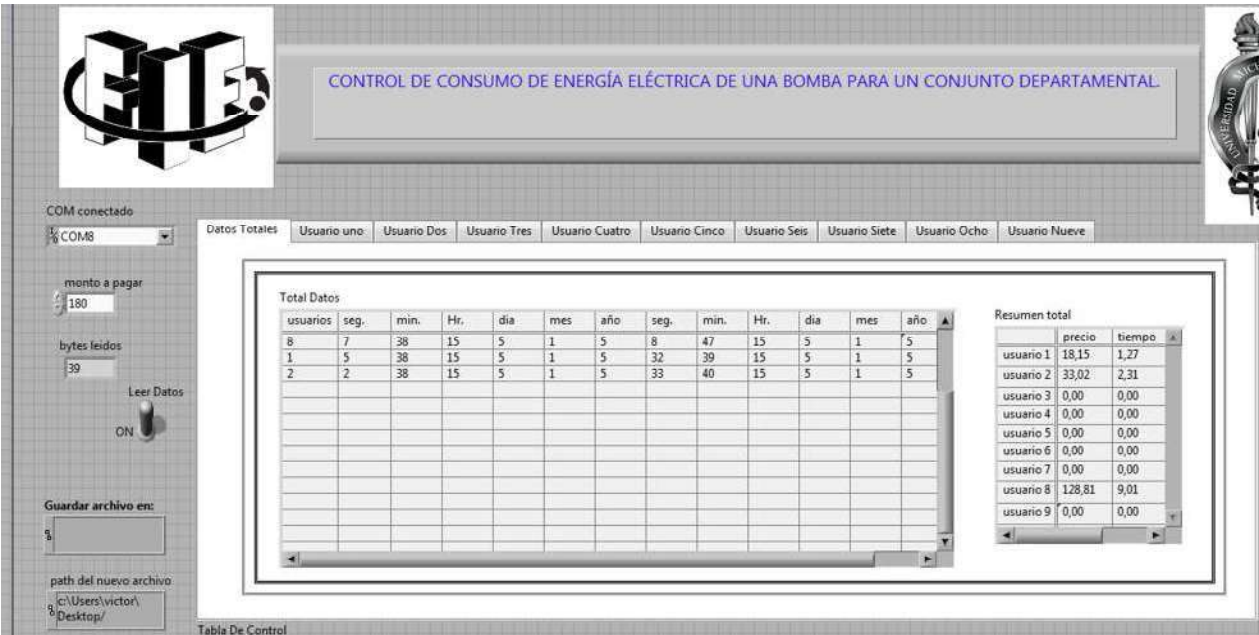


Figura 4.11 Total de registros realizados.

Otro tipo de información que nos proporciona el software es la tabla donde se presentan los registros y resultados de cada usuario por separado, se tiene una pestaña por cada usuario, en la figura 4.12 se muestran la pestaña para el usuario uno donde se tiene almacenado los registros propios al usuario en cuestión, igual que en tabla de resumen general figura 4.11 en el resumen de cada usuario se muestran los tiempos de encendido y apagado del usuario, el tiempo que duro cada vez que se hizo uso de la bomba, en este caso solo se prendió una sola vez la bomba y duro 1.27 minutos, el tiempo total de uso de la bomba, como solo se utilizo una vez el tiempo total es igual al tiempo que duro esta vez que es de 1.27 minutos y el monto a pagar por el usuario que es un total \$18.1573

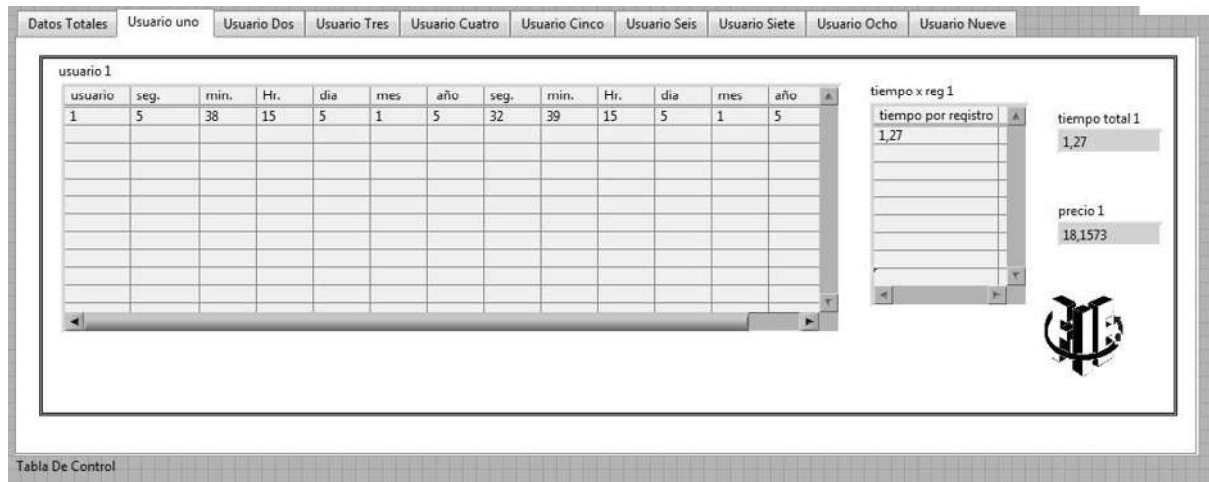


Figura 4.12 Pestaña del usuario uno.

En la figura 4.13 y 4.14 se muestran los registros realizados por los otros dos usuarios el dos y el ocho respectivamente donde claramente se puede apreciar los registros que fueron creados a la hora que el usuario enciende la bomba así mismo se muestra el tiempo total del registro que es de 2.31 minutos y 9.01 minutos respectivamente por lo que tendrá que pagar \$33.026 y \$128.817 respectivamente por el tiempo que mantuvo la bomba encendida.

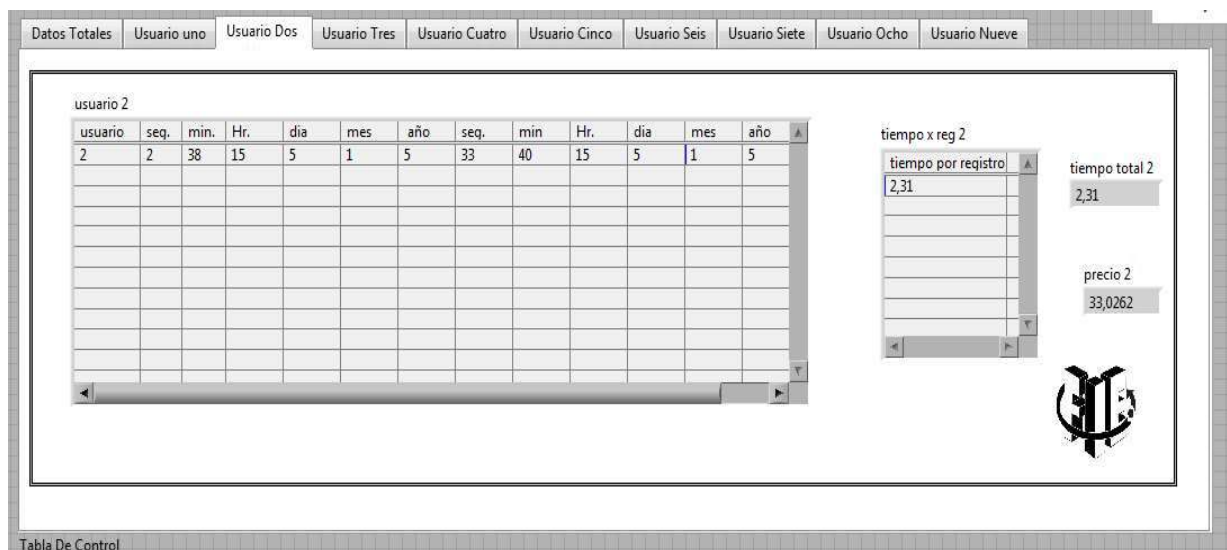


Figura 4.13 Pestaña del usuario dos.

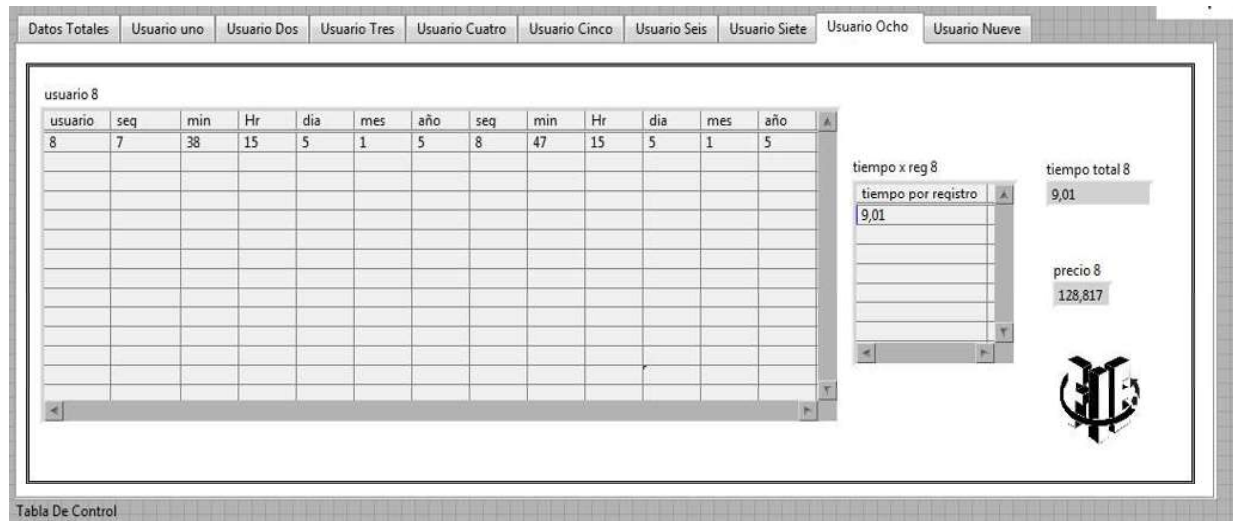
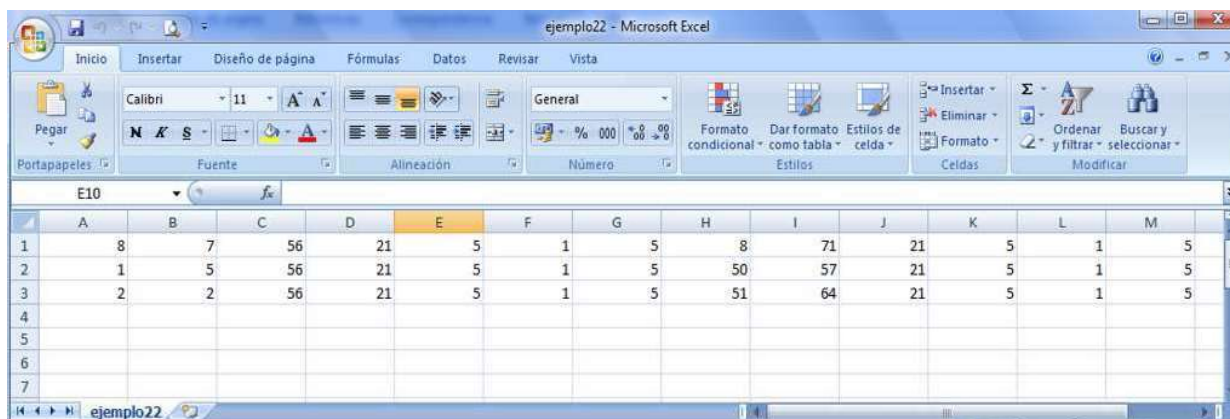


Figura 4.14 Pestaña del usuario ocho.

La conclusión de esta prueba es que el circuito de control solo hizo tres registros los cuales al ser descargados al software diseñado para el procesado de los registros se muestra que el usuario uno encendió la bomba una vez al igual que el usuario dos y ocho, donde existe la diferencia es en el tiempo que cada usuario duro con la bomba encendida, el usuario uno duro menos tiempo por lo que deberá pagar menos mientras el usuario ocho duro mas tiempo por lo que su monto a pagar será mayor, con lo cual se demuestra que el software está distribuyendo equitativamente de acuerdo a los tiempos que duro encendida la bomba, otra comparación que se hace es la suma de los montos individuales de cada usuario donde se observa que esta suma es el mismo valor del monto total a pagar donde se demuestra que las cantidades de dinero entre los usuario están correctamente distribuidas.

Quando se mostraban los datos se dio una carpeta de archivo y poder hacer así un respaldo del archivo almacenado. Este archivo se puede reabrir en un editor de texto u hoja de cálculo como se muestra en la figura 4.15 donde se observa que son los mismos registros mostrados en la figura 4.11.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	8	7	56	21	5	1	5	8	71	21	5	1	5
2	1	5	56	21	5	1	5	50	57	21	5	1	5
3	2	2	56	21	5	1	5	51	64	21	5	1	5
4													
5													
6													
7													

Figura 4.15 Archivo almacenado.

4.2 Segunda prueba software diseñado en LabVIEW.

La segunda prueba se realizó para ver la efectividad del software creado para el procesamiento de los registros. La prueba se realizó con los valores mostrados en la figura 4.16. En esta figura muestra que la comunicación serial del circuito de control con la computadora para descargar los datos es a través del puerto serial COM 8. El monto de facturación por la compañía suministradora de energía es de \$250. Se ve que la palanca de descarga está encendida por lo que se puede hacer el enlace serial para la descarga de datos entre el circuito y el software de LabVIEW.



COM conectado
COM8

monto a pagar
250

bytes leídos
\$2

Leer Datos
ON

Guardar archivo en:
%

path del nuevo archivo
C:\Users\victor\Desktop\

Figura 4.16 Datos de la segunda prueba.

Cuando se tiene la configuración se procede con la descarga de los registros, así los registros descargados son los mostrados en la figura 4.17, se puede observar que 3 usuarios usaron el sistema de bombeo, ya que hay cuatro registros, dos de los cuales son del usuario uno, mientras

que los usuarios dos y cuatro solo tiene un registro además se puede observar el orden en que se fueron haciendo los registros.

Cada pestaña representa el usuario del nombre que lleva grabado, en estas pestañas se almacenan los registros por separado de cada usuario así mismo también contienen el resultado del monto y tiempo correspondientes a cada usuario, revisando la pestaña correspondiente al usuario uno mostrada en la figura 4.18.

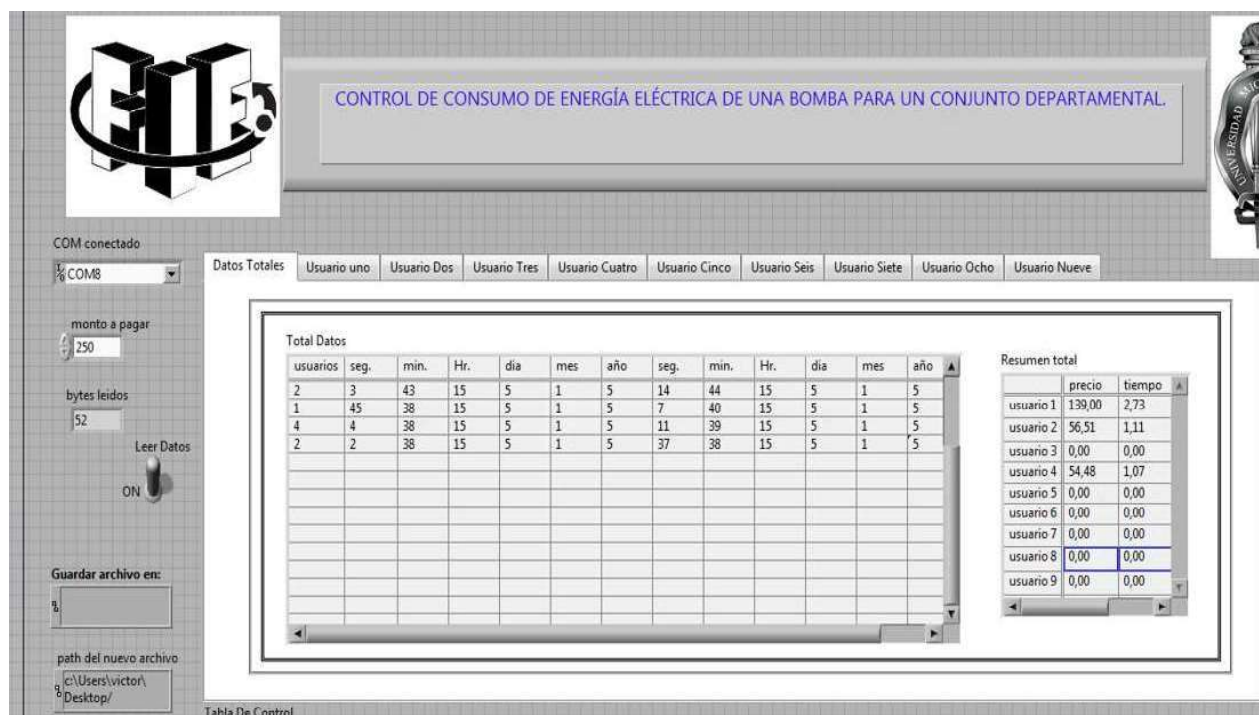


Figura 4.17 Total de registros descargados.

Se aprecia que los registros mostrados son los mismos que se tienen en la tabla principal figura 4.17 de manera que la separación de registros se está haciendo correctamente, al sumar los tiempos de duración de cada registro se obtiene el tiempo total presentado en los resultados de modo que el usuario uno duro un tiempo total de 2.73 minutos con la bomba encendida por lo que este usuario deberá pagar un monto de \$139 del monto total que es de \$250 de modo que quedan \$111 que serán repartidos entre los demás usuarios.

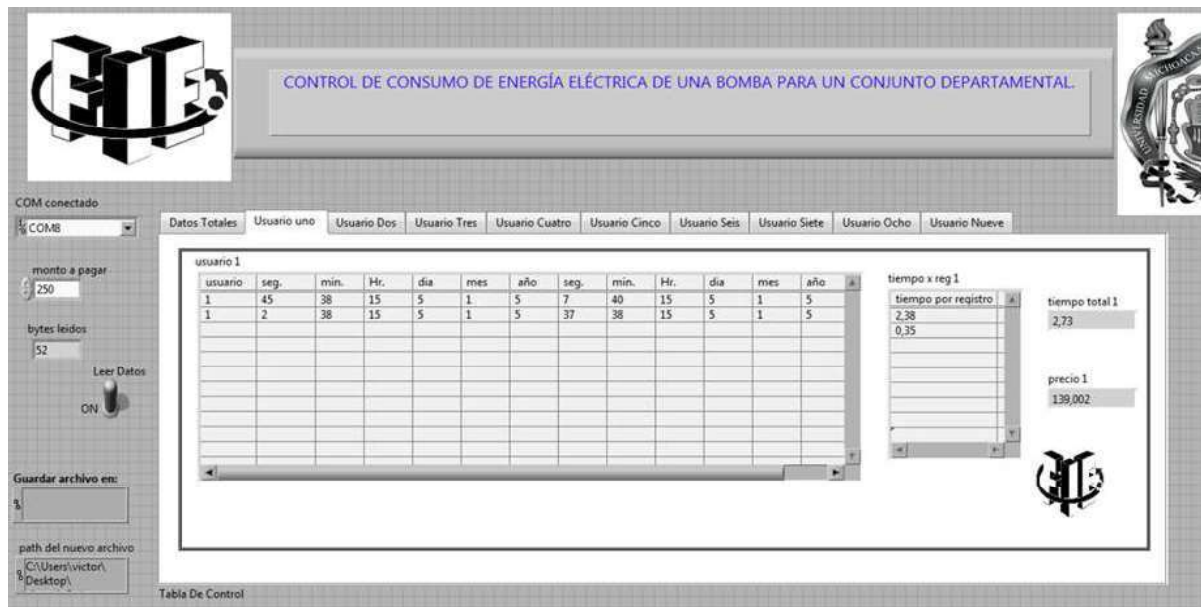


Figura 4.18 Registros y resultados del usuario uno.

Otro de los registros fue creado por el usuario dos este se muestra en la figura 4.19, el registro fue almacenado en la pestaña del usuario dos, siendo el mismo que se tiene en la tabla del total de los datos, con lo que nuevamente se compara que la separación de los registros se está haciendo correctamente con el software.

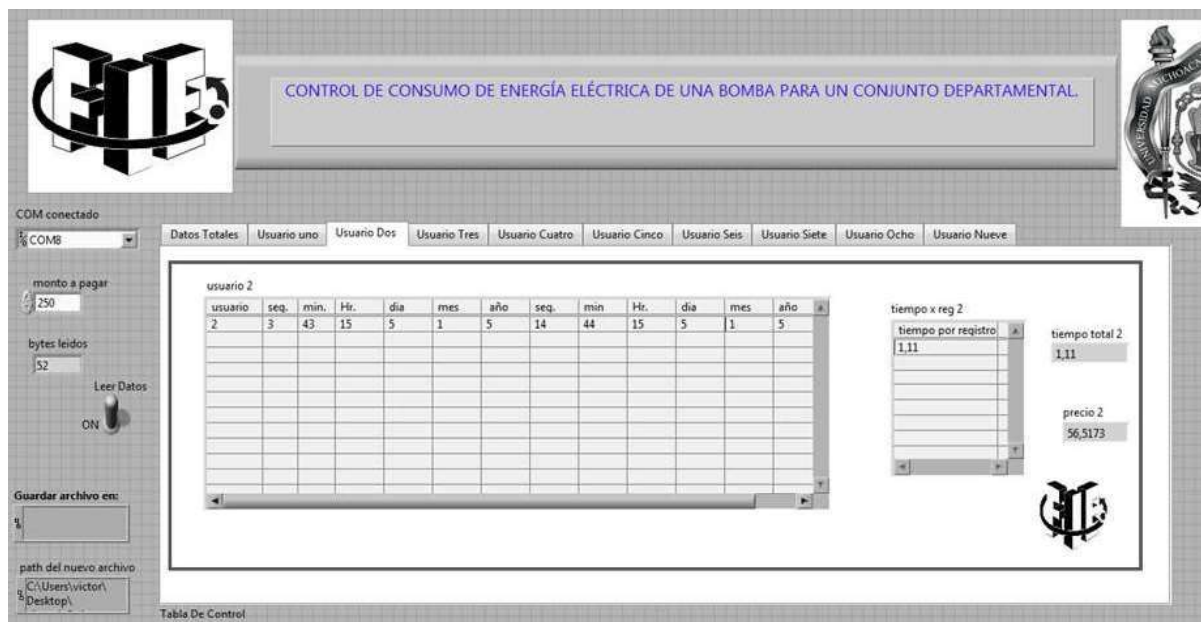


Figura 4.19 Datos del usuario dos.

Para este usuario se registro un tiempo de 1.11 minutos por lo que su monto a pagar será de \$ 56.5173 se puede observar claramente que el usuario dos duro menos tiempo con la bomba encendida que el usuario uno, por lo que el monto a pagar del usuario dos es menor que el del usuario uno, con esto se comprueba que el costo de la energía se está repartiendo de manera equitativa de acuerdo al tiempo que dura lo bomba encendida.

La pestaña del usuario cuatro se muestra en la figura 4.20, donde se muestra que únicamente se tienen un registro de este usuario con un tiempo de 1.07 minutos de modo que el monto a pagar de este usuario de \$ 54.48, una vez más se puede comprobar que el monto apagar está siendo repartido equitativamente de acuerdo a lo tiempos totales que cada usuario duro con la bomba encendida.

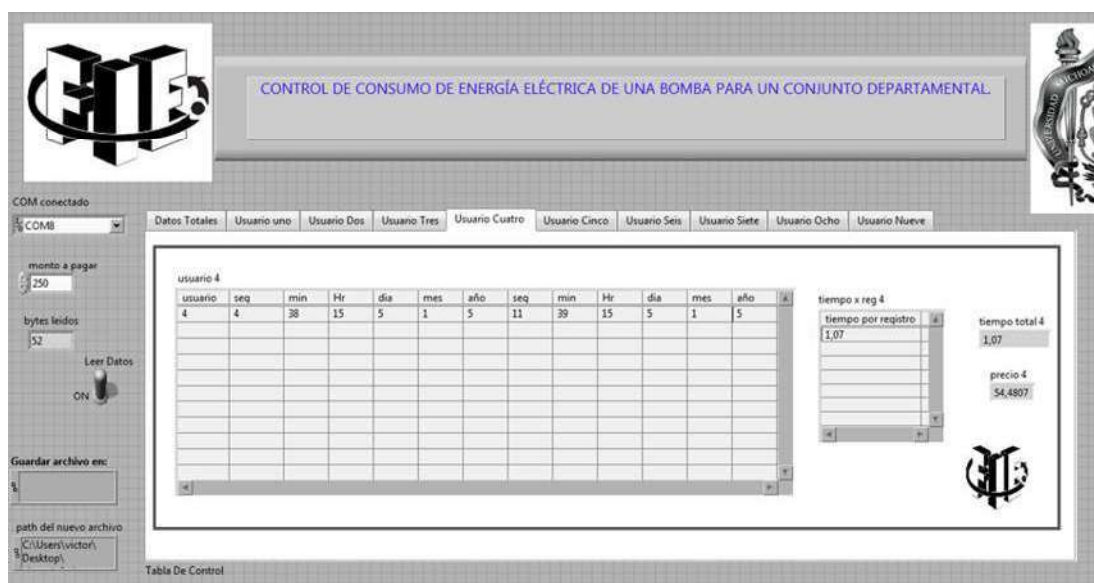
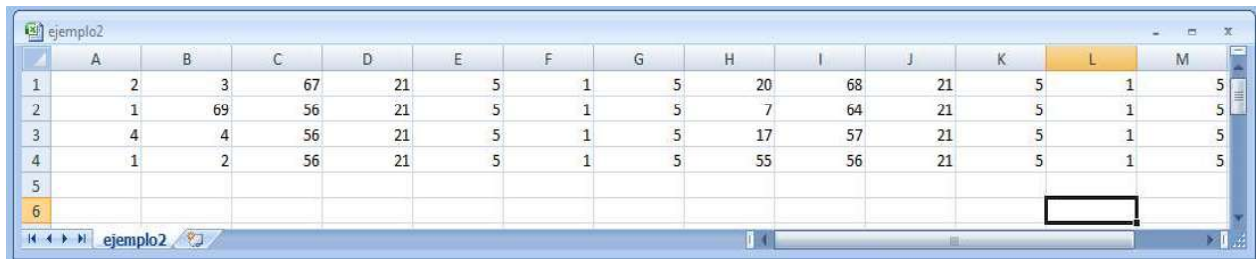


Figura 4.20 Datos del usuario cuatro.

El archivo almacenado que fue guardado en la ruta indicada durante la descarga de los datos (c:\Users\Victor\Desktop\Ejemplos\ej1). Este archivo se muestra en la figura 4.21, donde se ven los mismos registros que presenta la tabla del total de los registros en el software de LabVIEW con lo que se pueden tener almacenado los registros para si llegara haber una aclaración una vez que ya se hallan borrado los registros del circuito de control, este archivo también podría servir para ver el uso que se le da a la bomba y así mismo dar mantenimiento a la misma.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	2	3	67	21	5	1	5	20	68	21	5	1	5
2	1	69	56	21	5	1	5	7	64	21	5	1	5
3	4	4	56	21	5	1	5	17	57	21	5	1	5
4	1	2	56	21	5	1	5	55	56	21	5	1	5
5													
6													

Figura 4.21 Datos del usuario cuatro.

4.3 Tercer prueba conexión de taladro eléctrico.

El tercer ejemplo se presenta con las diferentes pantallas que el usuario ve cuando está haciendo uso del circuito de potencia, la figura 4.22 muestra la conexión del circuito con un taladro fijo, se puede apreciar el interruptor del taladro se encuentra en modo de encendido pero el taladro no enciende ya que no se encuentra activado el circuito de control, ya que no se le ha introducido una clave para el encendido.

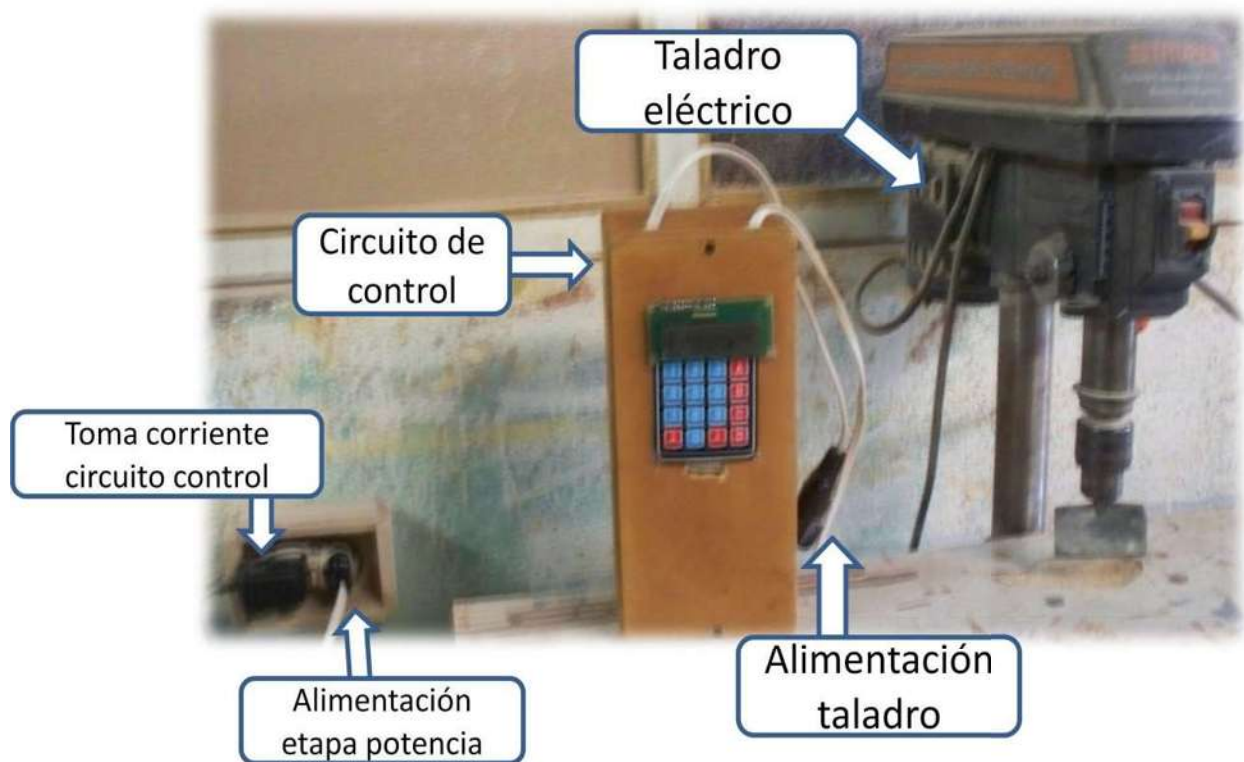


Figura 4.22 Conexión del circuito de control y taladro de mano.

Normalmente la pantalla del circuito de control se encuentra del modo que se presenta en la figura 4.23, esperando el numero uno si el administrador es quien desea hacer uso del circuito de control o teclear el numero dos si el usuario desea encender el taladro, por lo que mientras no se presiona una tecla o se presione una tecla diferente de uno o dos el circuito de control se mantendrá en este estado de espera de estos valores.

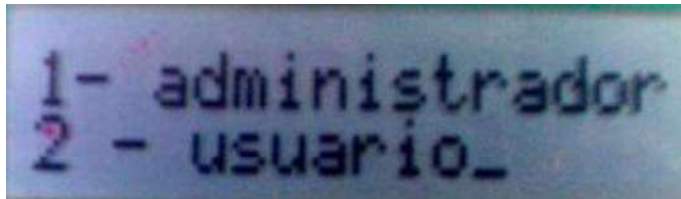


Figura 4.23 Modo de espera del circuito de control.

Si se presiona la tecla dos que es la del usuario, la pantalla que se presenta después es la mostrada en la figura 4.24, que indica que se introduzca el numero del departamento al cual se le va asignar el gasto de la energía eléctrica, mientras el usuario teclea la clave esta es desplegada en la pantalla, si la clave tecleada es correcta el circuito de control deberá encender el taladro si no es correcta la clave no deberá darle acceso al usuario a encender el taladro.

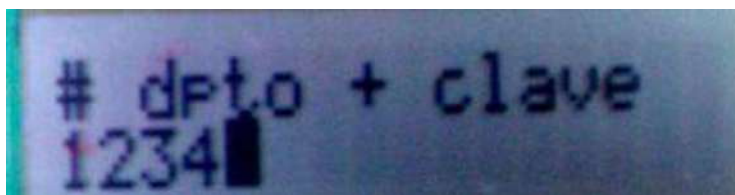


Figura 4.24 Caso del usuario.

Cuando la clave es la correcta el circuito de control enciende el taladro, esto se muestra en la figura 4.25, donde se aprecia la punta del taladro girando de modo que se comprueba que el circuito de control está funcionando de modo correcto ya que le da acceso al usuario únicamente si la clave es correcta.

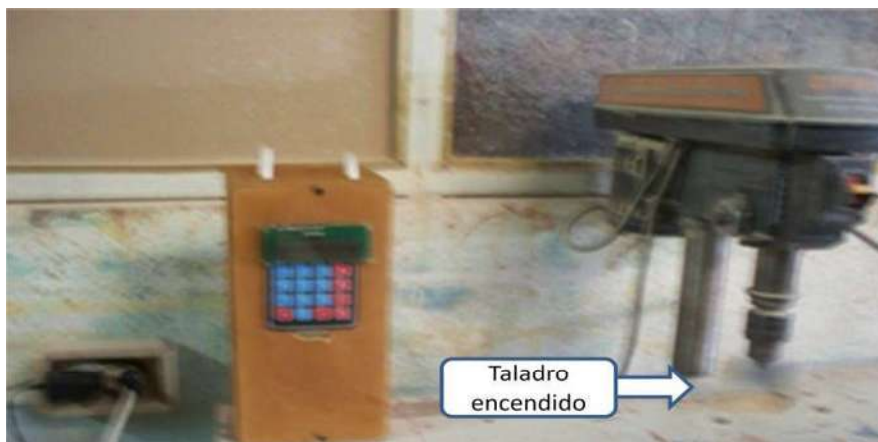


Figura 4.25 Encendido del taladro.

Mientras que el taladro está funcionando la pantalla que muestra en el circuito de control es la mostrada en la figura 4.26, en esta pantalla se muestra que el circuito de control está pidiendo la clave del usuario para cortar la energía a la bomba, si la clave que introduce el usuario no es correcta no se apagará la bomba la única persona que puede apagar la bomba es el usuario y el administrador, ya que se supone que el administrador es una persona que puede tener acceso únicamente al apagado de la bomba de cualquier usuario, esto con el fin de que si por alguna razón el usuario no se da cuenta que la cisterna ya está llena el administrador pueda apagar la bomba de modo que no se esté desperdiciando el agua pensando en que el circuito de control es instalado en una bomba de agua.

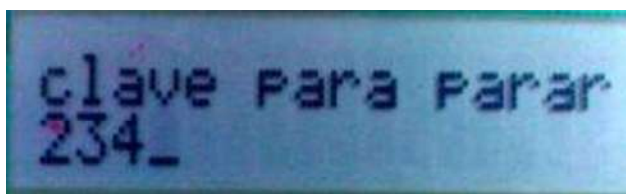


Figura 4.26 Clave para cortar la energía del taladro.

Posteriormente que se teclea la clave correcta para que se corte el suministro de energía, el taladro se apaga como se muestra en la figura 4.27, el taladro ha sido detenido ya que el suministro de energía fue cortado por el circuito de control, con esto se comprueba la efectividad del circuito para ser aplicado ya que cumple con el objetivo que se pretendió desde el principio de este trabajo.



Figura 4.27 Pantalla final del circuito.

4.4 Resumen.

En las pruebas realizadas se muestra el correcto funcionamiento del circuito de control y el software de LabVIEW ya que el monto de la facturación de la energía de la compañía suministradora es el mismo monto que presenta el circuito de control si se suman las cantidades exactas que cada usuario deberá pagar por el consumo de energía que se tuvo durante el periodo de facturación de la energía, a través de la tabla que presenta el software se puede observar que los registros hechos por cada usuario se distribuyen correctamente al hacer la separación de registros en las tablas presentadas por lo que da una mayor comodidad en la comprensión de los datos ya que los registros se encuentran separados por cada usuario además de que los datos pueden ser presentados en forma general o individual según la selección de la pestaña. La descarga de los datos se realiza fácilmente, solo se requiere la conexión del circuito de control con la computadora a través de un cable serial por lo que es muy amigable el uso de este proyecto.

Capítulo 5

CONCLUSIONES.

El circuito de control se encuentra funcionando de una manera correcta de modo que el objetivo de este trabajo se cumple, ya que diferencia usuarios por medio de claves donde cada usuario debe ser registrado con una clave en el circuito de control para que pueda tener acceso al sistema de bombeo, teniendo una capacidad de almacenar nueve claves mas la del administrador el circuito de control, cada vez que un usuario enciende y apaga la bomba de agua se genera un registro el cual contienen datos sobre fecha y hora de encendido y de apagado de la bomba este registro fue asignado al usuario, por lo que los usuarios son identificados cada vez que hacen uso del sistema de bombeo teniendo resultados totalmente confiables por la precisión y velocidad de los dispositivos electrónicos utilizados para la creación del proyecto.

El software diseñado en LabVIEW para procesar los registros almacenados en el circuito de control trabaja de la manera esperada ya que asigna el monto que deberá pagar cada usuario por haber utilizado el sistema de bombeo, con lo que se cumple totalmente con el objetivo de este trabajo, ya que el monto que cada usuario deberá pagar es presentado por tablas desglosando el numero de registros que se hizo dentro del periodo de tiempo así como la duración de cada uno de los registros también se presenta el tiempo total que el usuario mantuvo la bomba encendida.

Se puede hacer uso de estés dispositivo en cualquier sistema físico que sea manipulado por más de dos personas y se deba de pagar una cuota por la energía del sistema utilizado, algunos de los sistemas en los que se puede aplicar este dispositivo son: puertas automáticas que se encuentran instaladas en calles privadas, la cual da acceso a usuarios a sus casas que se encuentran dentro de esta calle privada. Otro sistema es el ya mencionado un sistema de bombeo de agua potable en común para un conjunto departamental el cual llena las cisternas de cada departamento. Entre otros sistemas en los cuales este dispositivo pueda ser adaptado.

Una aplicación más de este dispositivo es que se puede hacer usar para el control de accesos a un que no se requiera hacer un recuento de la energía utilizada, ya que normalmente un dispositivo de control de accesos está consumiendo energía que es pagada por una misma persona o empresa por lo cual no importaría tener el control sobre el gasto de la energía pero

como el dispositivo identifica claves y da acceso solo a claves registradas es de esta forma que se podría utilizar para este fin a demás de que nos se tendría que usar la computadora por lo mismo de que no se procesarían los datos.

5.1 Trabajos futuros.

1.- Para mejorar este circuito de control se recomienda hacer un sistema en el cual cada usuario pueda encender y apagar la bomba desde su departamento, lo cual dará una mayor comodidad al usuario esta mejora deberá tener sensores que indiquen el estado de la bomba, así mismo si está siendo utilizada por otro usuario ya que no se verá la bomba físicamente.

2.- También se puede mejorar en el caso de la bomba de agua en que si el tinaco está en su más mínima capacidad, encienda automáticamente asiéndole el cargo al usuario correspondiente, en este caso se deberá considerar si la bomba está siendo utilizada tendrá que esperar mientras se apaga para así poder encender automáticamente, ya que de no considerarse esto se podría ocasionar un disturbio entre la bomba y el circuito de control.

3.- Otra mejora, es adaptarle un circuito de reconocimiento de controles para poder activar y desactivar el motor a distancia por medio de uno o varios controles, los cuales serán la identificación del usuario, esta aplicación se tendría mucho uso en el caso de instalar el circuito de control en puertas automáticas.

4.- El sistema de bombeo se puede modificar, de modo que se le adapte una bomba adicional como auxiliar para el caso en que dos usuarios necesiten hacer uso de la energía al mismo tiempo, y que el sistema tenga control de cual bomba encender para lograr un desgaste similar en ambas bombas.

BIBLIOGRAFIA

Institución:

[National Instruments 2007]

National Instruments. LabVIEW 8.5. México. 2007.

[Hi Tech 2007]

Hi Tech. Picc-Lite. Australia. 2007.

Internet:

[Wikipedia 2009]

Wikipedia. Página principal. México. 18 de mayo de 2009. www.wikipedia.com.mx