



*FRVM de la Universidad Tecnológica Nacional
Departamento de Electrónica
Cátedra Trabajo Final de Grado*

MONITOREO DE EVENTOS CONTROLADOS POR MÓDULO GSM

Trabajo Final de Grado para obtener el título de Ingeniero en Electrónica

Autor/es:

DAZOY, Rubén
PAVIGNANO, Cristian
SANCHEZ, Guillermo

2019

Acreditación:

Fecha: 11/12/2019

Comité Evaluador

Presidente: MSc. Ing. Pedro Danizio

1º Vocal: Esp. Ing. Héctor Ferrari

2º Vocal: Ing. José Luis Catalano



Dedicatorias

A Dios que siguió cada uno de nuestros pasos y nos dio las fuerzas para poder finalizar en esta etapa de nuestras vidas los estudios universitarios.

A nuestras familias que a diario nos apoyaron para llevar adelante esta carrera y siempre confiaron en nuestra perseverancia para que, en algún momento, pudiésemos concretar este sueño nuestro tan anhelado.



Agradecimientos

El principal agradecimiento de este proyecto se lo debemos a Dios quien nunca nos ha abandonado bajo ninguna circunstancia y siempre nos dio las fuerzas necesarias y suficientes para, a pesar de nuestras excesivas cargas horarias laborales, no rendirnos y continuar adelante en nuestros estudios.

A nuestros padres que nunca dejaron de confiar en nuestros anhelos y nos alentaron en cada frustración, nos felicitaron en cada materia aprobada y por sobre todas las cosas, nos “aguantaron” en todo momento.

A nuestros hermanos y/o hermanas que nunca dejaron de preocuparse por nuestros avances en la carrera y siempre estuvieron presentes en cada mateada y asados que sirvieron de distracción para el cumplimiento de nuestro sueño.

A los catedráticos de esta casa de altos estudios quienes nos han brindado los conocimientos necesarios para poder desarrollar este trabajo final de grado.



Memoria Descriptiva

El presente proyecto se basa en monitorear a distancia distintos equipos de una planta de tratamientos de efluentes ubicada a 5 Km del establecimiento industrial principal. No posee grupos electrógenos de generación, motivo por el cual ante un corte eléctrico se detienen los equipos y con el regreso del mismo se debe dar marcha en forma directa a bombas que requieren ser cebadas manualmente. Generado el mismo, durante un fin de semana, puede suceder que toda la instalación quede detenida durante dos días presentando diversos problemas para el efluente.

Este problema nos motivó a conocer las distintas aplicaciones que se pueden llevar adelante con módulos gsm, sus respectivos comandos AT programados en un microcontrolador, y el uso de algo cotidiano como son los celulares para saciar diversas problemáticas que pudiesen ocasionarse, a un bajo coste comparado con otros medios de comunicación wireless existentes en el mercado actual.

En este proyecto se propone un sistema de monitoreo inalámbrico empleando un módulo GSM, el cual nos permitirá visualizar eventos tales como la parada de aireadores, motor de carro de sedimentos y/o corte de energía generalizado de la misma en tiempo real sin necesidad de grandes costos de instalaciones. Las problemáticas podrán ser observadas de forma detallada en nuestro teléfono móvil o en los necesarios para una mayor comodidad y tranquilidad del usuario, indicándose en los mismos lo siguiente: el número de aireador en problemas, si se produjo un corte energético, o bien si se registró una falla en el sistema de sedimentos. Estos sucesos pueden ser críticos en nuestra industria de allí la importancia de éste proyecto.



Índice

Página	Contenido
2	Dedicatorias
3	Agradecimientos
4	Memoria Descriptiva
5	Índice
7	Introducción
8	Capítulo I “Análisis Preliminar”
8	1.1. Funcionamiento
9	1.2. Esquema general
9	1.2.1. Principales elementos para tratamiento
11	Capítulo II “Diseño del Hardware y comunicación”
11	2.1. Diagrama general
12	2.1.1. Bloque de Adquisición de Datos
13	2.1.2. Bloque de Envío de Datos
14	2.1.3. Bloque de Recepción de Datos
14	2.2. Técnicas de comunicación
15	2.2.1. Acceso múltiple por división de frecuencia
16	2.2.2. Acceso múltiple por división de tiempo
16	2.2.3. Acceso múltiple por división de código
16	2.2.4. Acceso múltiple por división de espacio
17	Capítulo III “Elementos de Hardware”
17	3.1. Elementos del bloque de recepción
17	3.1.1. Fuente de alimentación
18	3.1.2. Contactores
19	3.1.3. Microcontrolador
21	3.1.4. LM35
22	3.1.5. LCD 2x16
24	3.1.6. Pulsadores
25	3.2. Elementos del Bloque de Envío
25	3.2.1. Fuente de alimentación
26	3.2.2. Módulo GSM
29	3.2.3. Optoacopladores
29	3.2.4. Comunicación serial
30	3.2.4.1. Max 232
32	3.3. Elemento del bloque de recepción
32	3.3.1. Estación móvil
32	3.4. Esquemáticos
35	Capítulo IV “Presentación y Menú”
35	4.1. Presentación física
36	4.2. Menú
38	4.3. Manual de usuario
40	Capítulo V “Representación del sistema”



40	5.1. Maqueta representativa
42	5.2. Placa de control
43	5.3. Elementos de placa de control
43	5.3.1. PIC 16f84a
43	5.3.2. ULN 2003
46	Conclusiones
47	Bibliografía
48	Anexo alfa: Comandos AT SIM900



Introducción

Los procesos industriales requieren grandes instalaciones que tienen sus diferentes grados de complejidad en control y monitoreo de las distintas variables, las cuales no se podrían llevar adelante sin el uso del conexionado eléctrico. En algunos casos puede que sea engorroso o económicamente irrealizable un cableado a kilómetros de distancia. El control de una planta de tratamiento de efluentes alejada de la zona fabril, o bien los arranques y paradas de motores para riego en campos serían difíciles de controlar sin personal a cargo 24 hs. al día dedicado exclusivamente a esta tarea. En marcadas oportunidades puede que el seguimiento de algún equipo en zonas peligrosas, se torne insalubre para la mano de obra humana.

Estos problemas planteados nos motivaron a encontrar una solución económicamente accesible y personalizada para cada caso especial. Para ello contamos con herramientas de tecnología digital y de avanzada para llevar adelante nuestro propósito de una manera eficiente y adecuada para garantizar soluciones concretas a inconvenientes que se observan en la actualidad a diario.

Debido a dicha problemática y gracias a la potencialidad del SMS (Short Message Service) que en los últimos años se ha convertido en un excelente medio de comunicación al encontrarse al alcance de toda la población con el solo hecho de poseer el más sencillo celular, nos propusimos armar un circuito para presentarlo en una empresa a la cual le podría ser de gran utilidad por falta de control en una zona específica de su establecimiento.

Con el paso del tiempo, deseáramos agregar mayores beneficios al mismo para poder insertar nuestro producto en grandes industrias, campos, viviendas, etc.



CAPITULO I

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES

1.1. Funcionamiento

Creemos conveniente comenzar explicando el funcionamiento del sistema de tratamientos de una planta de efluentes para poder llegar a establecer el porqué de este proyecto.

En nuestro caso, analizaremos el denominado tratamiento de aguas residuales por lodos activos (**Figura 1**).

El lodo activado es un proceso en el cual el agua residual y el lodo biológico (microorganismos) son mezclados y aireados en un tanque denominado reactor. Luego sedimentan en un tanque, lugar del cual son recirculados nuevamente al tanque aireador o

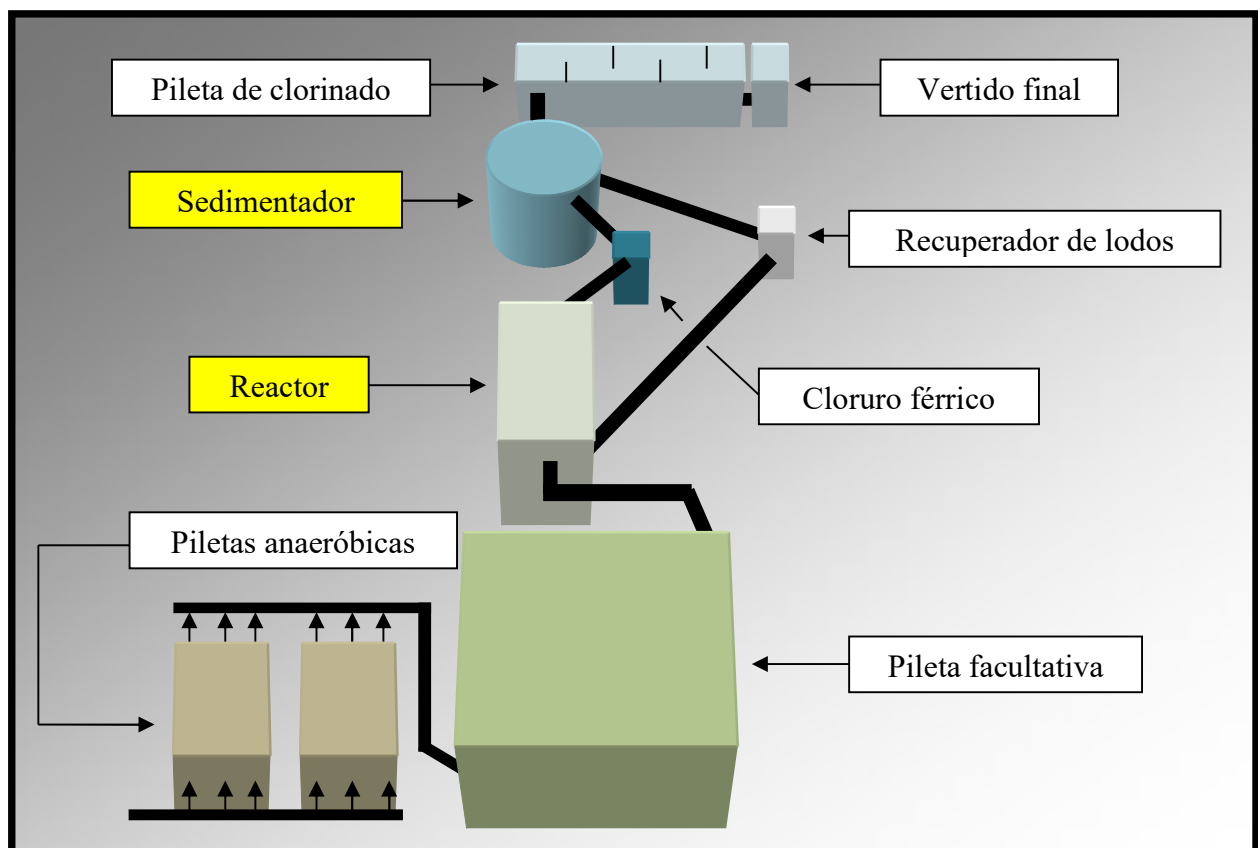


Fig. 1. Representación esquemática de sistema de tratamientos de aguas residuales por lodos activos



reactor.

En el proceso de lodos activados los microorganismos son completamente mezclados con la materia orgánica en el agua residual de manera que ésta les sirve de alimento. Es importante indicar que la mezcla o agitación se efectúa por medios mecánicos superficiales o sopladores sumergidos, los cuales tienen doble función:

- 1) Producir mezcla completa.
- 2) Agregar oxígeno al medio para que el proceso se desarrolle.

1.2. Esquema general

En este esquema podemos observar el sistema completo. Nos abocaremos al denominado reactor y sistema sedimentador, los cuales están plasmados en nuestra maqueta, a su vez los de mayor importancia y la base de nuestro proyecto.

1.2.1. Principales elementos para tratamiento

El reactor (**Figura 2**) es la estructura donde el desagüe y los microorganismos (incluyendo retorno de los lodos activados) son mezclados.

Los sopladores (**Figura 3**) son los equipos encargados de inyectar oxígeno para activar las bacterias heterotróficas. Si estos se encuentran fuera de servicio por un tiempo mayor a cuatro horas, estos microorganismos encargados de la descomposición de la materia orgánica mueren, aumentan los niveles de DQO del tratamiento y luego este vertido es arrojado con



Fig. 2. *Reactor principal*



Fig. 3. *Sopladores*



límites fuera del rango establecido por la Secretaría de Medio Ambiente.

El sistema sedimentador (**Figura 4**) consta de un motor con un mecanismo de reducción junto con un variador de velocidad, logrando de este modo una velocidad de 1 rpm. El removedor de lodos (**Figura 5**).

Como sabemos, un sistema es un objeto complejo en el cual sus componentes se relacionan con al menos algún otro componente. Debido a esto es que nos vimos motivados a controlar cada uno de ellos para evitar posibles desbalances por la falla de alguno. Resumiendo decimos que cada elemento cumple una función vital que depende de uno anterior y es por ello que todos requieren la misma atención a la hora de ser visualizados o tenidos en cuenta.



Fig. 4. *Sedimentador de lodos*



Fig. 5. *Motor de carro barredor*



CAPITULO II

DISEÑO GENERAL DEL HARDWARE

En esta segunda etapa del informe, nos abocaremos a explicar en forma sencilla y general como está compuesto nuestro dispositivo. Podremos observar la división en bloques realizada para dar un enfoque macro estructural para luego continuar avanzando con el mismo en detalles de cada componente, culminando con explicativas a nivel software.

2.1. Diagrama general

Se presenta en la **Figura 6** un esquema general. Podemos encontrarlo dividido en tres etapas las cuales distinguimos con claridad:

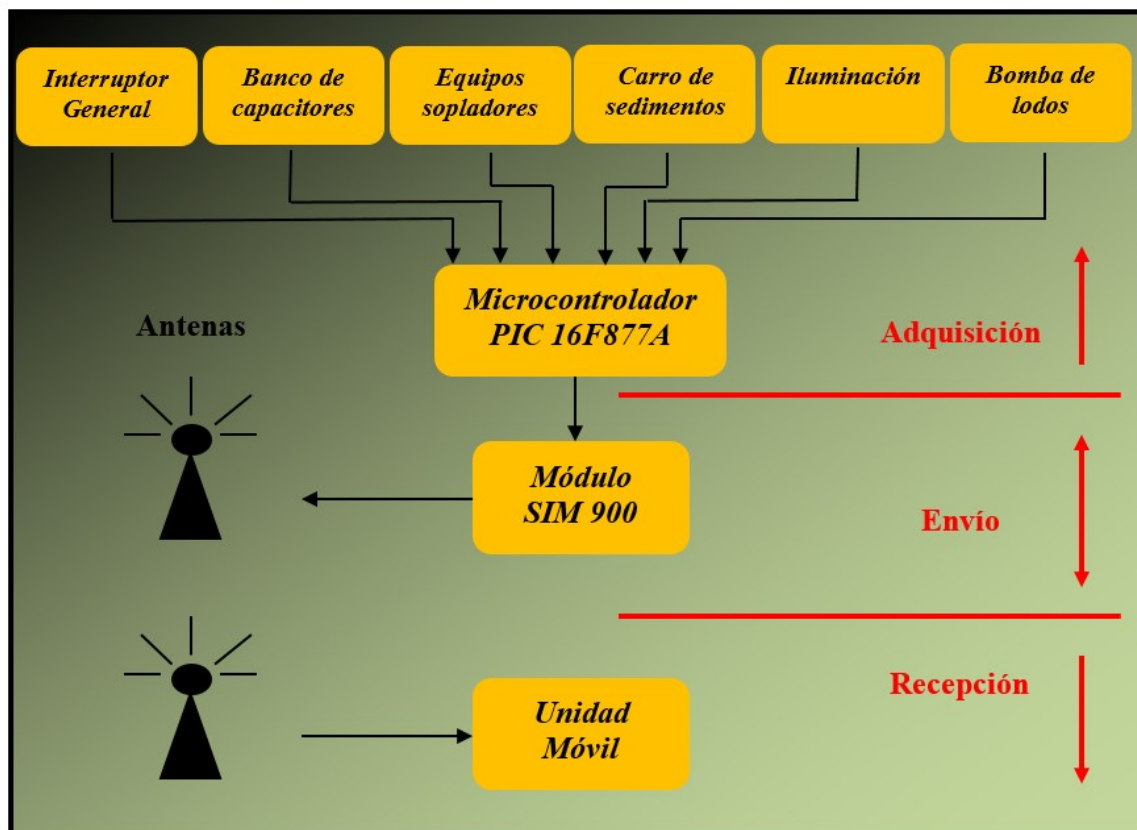


Fig. 6. Diagrama en bloques general del sistema

- Adquisición
- Envío
- Recepción

2.1.1. Bloque de “Adquisición” de datos

En la parte superior del diagrama en bloques general (**Figura 6**) se encuentran los elementos que requieren ser controlados, entre ellos 5 (cinco) sopladores, interruptor general, banco de capacitores, carro sedimentador e iluminación.

Los estados de estos equipos son visualizados constantemente por el microcontrolador

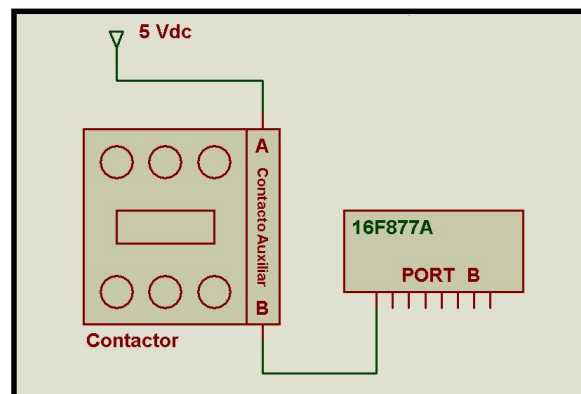


Fig. 7. Conexión entrada de datos

(los detalles del mismo se analizarán más adelante), el cual ante algún evento ocurrido procesa ésta información para luego enviarla a la segunda etapa o Bloque de Envío de datos.

En esta fase, apreciada en la **Figura 7**, se hace uso de contactores para enviar la información al pic. Con una fuente de alimentación de 24Vcc enviamos la señal al contacto auxiliar del elemento que maneja potencia en la planta. Por consiguiente mientras tengamos alimentadas las cargas con tensión de línea, encontramos cerrado el contacto auxiliar. Haciendo uso de esos 24vcc (para nuestro caso los mismos con que alimentamos nuestra placa) ingresamos al borne A, con B nos dirigimos hacía una de las entradas del Puerto B del pic el cual configuramos como entrada digital con la sentencia $TRIS\ B = 0xFF$. En el PIC utilizado hacemos referencia a los pines 33 a 40. De esta manera obtenemos la información del evento ocurrido.



2.1.2. Bloque de “Envío” de datos

En la parte central de nuestro esquema, encontramos el módulo SIM900, catalogado a nuestro parecer, “corazón” del proyecto, debido que a raíz de éste surgió nuestra idea.

Los datos obtenidos por el bloque anterior son trasladados al SIM900 a través del puerto RS232 mediante los comandos AT. En la **Figura 8** observamos los pines 25 y 26 pertenecientes al PUERTO C (RC7/RX/DT y RC6/TX/CK) del micro encargados de realizar esta tarea. El pin 25 es conectado en forma directa a TX del SIM900 y el 26 a RX.

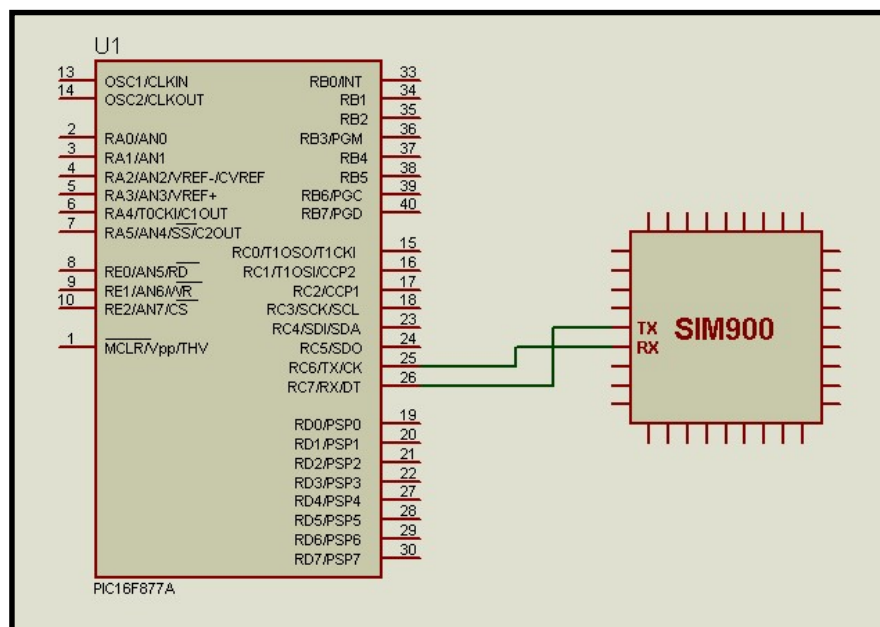


Fig. 8. Conexión Pic con SIM900

AT+CMGS=""+543536567656" se envía la información programada a nuestra estación móvil. Mediante estas conexiones y el mencionado comando se engloba el bloque de envío.

En esta etapa hacemos mención a la posibilidad que tendremos de seleccionar las entradas que deseamos activas. En reiteradas oportunidades tuvimos la necesidad de dejar fuera de servicio o poner en marcha sopladores, encender iluminación general, realizar cortes de energía generalizados sin tener la necesidad de recibir esta información en nuestro móvil. A raíz de ello es que el programa cuenta, en un apartado de su menú, una opción para dejar activas las entradas de las cuales obtendremos información en cada instante.



2.1.3. Bloque de “Recepción” de datos

En una última instancia, en la parte inferior del esquema principal, se encuentra el dispositivo móvil encargado de recibir los SMS enviados por el SIM900. En estos mensajes encontramos alojados los datos necesarios obtenidos de la planta como son la temperatura de sala, nivel de señal presente en ese momento y el evento ocurrido.

2.2. Técnicas de comunicación

Para llevar adelante el envío de datos, precisamos de una cierta cantidad de canales para la transmisión, pero en un sistema GSM, el número del que disponemos para todos los usuarios es menor que el número de posibles usuarios. Es por eso que existen varios métodos para acceder a un canal de comunicación, dividiendo el sistema en uno o más de sus dominios: frecuencia (FDMA, Frequency Division Multiple Access), tiempo (TDMA, Time Division Multiple Access), o espacio (SDMA, Space Division Multiple Access) y más recientemente, código (CDMA, Code Division Multiple Access).

Los FDMA fueron los primeros en aparecer (de tipo analógico), utilizan la multiplexación en frecuencia, los TDMA se mostraron en una segunda instancia (digitales) y multiplexan en el tiempo. Los CDMA aparecen en tercer lugar (nuevamente digitales), lo hacen en código lo que proporciona una manera de compartir el medio y poder distinguir a unos usuarios de otros. El tipo de modulación en los sistemas analógicos suele ser en FM (Frecuencia Modulada) mientras que los digitales utilizan GSMK, PSK o QPSK, técnicas mucho más complejas que ofrecen altos rendimientos.

GSM utiliza una TDMA sobre una base de FDMA, lo que implica el uso de técnicas digitales de compresión de voz que eliminan la mayoría de la redundancia y períodos de silencio en las comunicaciones de voz. Se debe tener en cuenta que la reutilización de frecuencias permite el acceso a un canal, admitiendo que este sea reutilizado en otras celdas dentro del sistema, técnica denominada SDMA.

FDMA

- Cada usuario en una frecuencia diferente



- Un canal es una frecuencia

TDMA

- Cada usuario en una ventana de tiempo diferente
- Un canal es un Time Slot en una frecuencia específica.

CDMA

- Un canal es una secuencia única de código
- Cada usuario utiliza la misma frecuencia, pero diferentes secuencias de código

Mostramos en la **Figura 9** un esquema general para poder visualizar los diferentes métodos

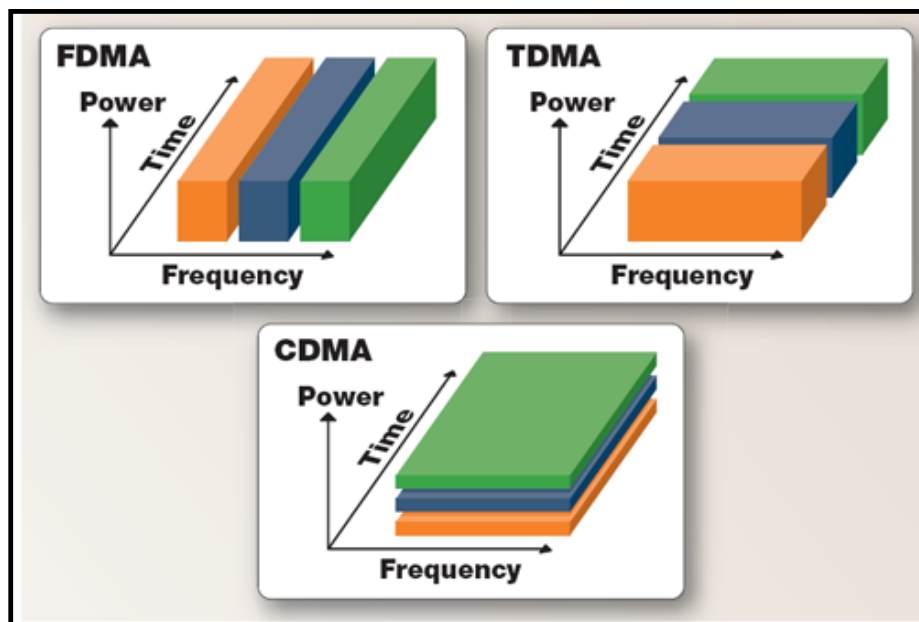


Fig. 9. Fuente de alimentación PIC

2.2.1. Acceso múltiple por división de frecuencia

En FDMA el ancho de banda disponible se divide en una serie de sub bandas iguales, cada una de las cuales constituye un canal físico. El ancho de banda del canal es función de los servicios que se prestarán y de la tecnología disponible. Se identifica por su frecuencia central, conocida como portadora (carrier). Hay un solo canal por portadora y los canales, una vez asignados, se utilizan sobre una banda base de tiempo no compartido. Por lo tanto, un canal asignado a un determinado usuario permanece asignado hasta el final la tarea para la que se hizo esa asignación específica.



2.2.2. Acceso múltiple por división de tiempo

En TDMA el ancho de banda completo se pone a disposición de todas las señales pero en régimen de tiempo compartido. La comunicación se lleva a cabo en un esquema de almacenamiento y reenvío, de modo que la información de la fuente primero se almacena, y se transmite a continuación. Antes de la transmisión, esta permanece almacenada durante un período de tiempo conocido como una trama (frame). La transmisión se produce a continuación dentro de un intervalo de tiempo conocido como un espacio de tiempo (time slot).

Este tipo de acceso es el que lo utilizan los sistemas digitales de 2da generación (GSM). Está técnica divide a cada canal en 8 intervalos de tiempo, que juntos forman una trama TDMA, por lo que permiten la transmisión simultánea, pero discontinua, en la misma frecuencia de portadora, de ráfagas o paquetes de información. Cada llamada en una célula utiliza uno de estos time slots con una banda de frecuencias para transmitir y otra para recibir (comunicación bidireccional), y cada receptor selecciona una ráfaga con su número e ignora las otras. De esta manera se puede aumentar la capacidad de tráfico.

2.2.3. Acceso por división de código

En CDMA el ancho de banda está disponible simultáneamente para todas las señales y se distinguen unas comunicaciones de otras por el código asignado. El espectro de la señal es ensanchado para ocupar toda la banda de frecuencias (no hay división en canales).

2.2.4. Acceso múltiple por división de espacio

En SDMA el ancho de banda está disponible simultáneamente para todas las señales. Este esquema consiste en la reutilización de la frecuencia de transmisión en ciertos puntos de la geografía distanciados apropiadamente. Si la distancia entre dos estaciones base que usan la misma frecuencia es suficientemente larga, la interferencia que introduce una sobre la otra es tolerable. Mientras más corta sea esta distancia mayor será la capacidad del sistema.



CAPITULO III

ELEMENTOS DE HARDWARE

En el capítulo anterior, describimos de manera genérica cómo se compone nuestro diseño globalmente. Siguiendo con la secuencia del trabajo, éste apartado se lo dedicamos a detalles de cada componente, conexiones y etapa en la cual fue utilizado.

3.1. Elementos del bloque de recepción

Explicaremos de manera secuencial cada elemento utilizado en esta etapa. Los mismos son:

- Fuente de alimentación
- Contactores
- Microcontrolador
- LM35
- LCD 2x16
- Pulsadores

3.1.1. Fuente de alimentación

Comenzamos colocando en primer lugar una tensión de alimentación de 24 Vcc por ser la estándar a nivel industrial; luego ésta es reducida porque, como sabemos, los microcontroladores aceptan tensiones de 5Vcc. Esta hace las veces de señal digital, la cual será de nuestra utilidad para conocer el estado de cada elemento que deseamos monitorear.

Utilizamos nuestra fuente no solo como señal digital de entrada al micro sino como fuente de alimentación estabilizada.

Normalmente en industrias, debido a la gran cantidad de elementos electrónicos, motores, variadores de velocidad, fuentes conmutadas, etc, los niveles de ruido eléctricos son elevados y deben ser tenidos en cuenta al momento de constituir una fuente. Por lo mencionado

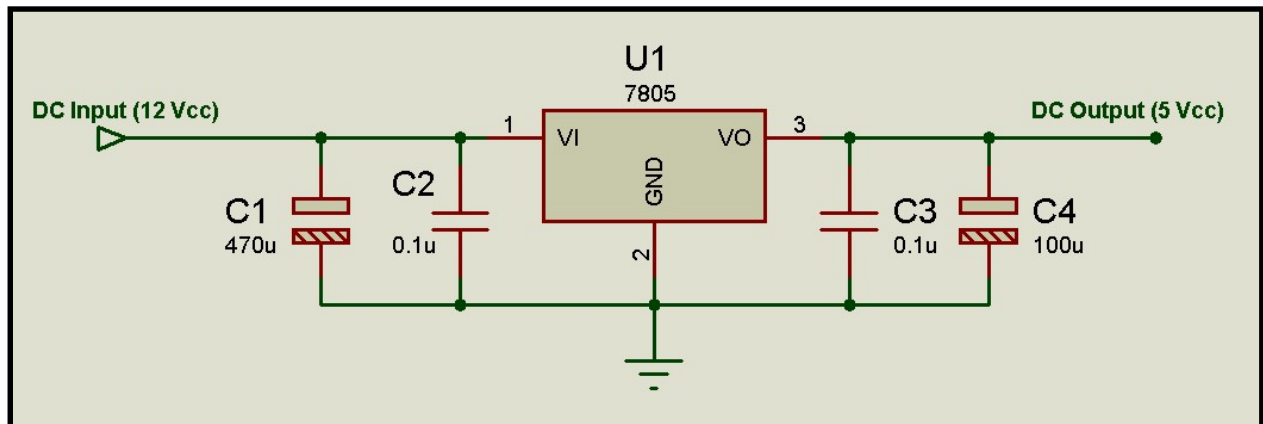


Fig. 10. Fuente de alimentación PIC

anteriormente es importante lograr eliminar o filtrar éstos espurios. Uno de los métodos para lograr este objetivo, es desacoplar mediante capacitores de bajas pérdidas. Los terminales deben soldarse lo más cerca posible de los pines de alimentación del circuito integrado.

Aquí haremos mención a nuestra experiencia ocurrida al momento de la construcción de la misma. Se presentaron inconvenientes en una primera instancia con la activación y desactivación de los equipos que utilizamos para la representación del sistema, los cuales se encuentran alimentados con tensión de línea a una frecuencia de 50 hz. Se observaba ante el encendido o apagado de alguno de estos, un reset en nuestro programa atribuible, lógicamente, a ruido eléctrico. Es por ello que para la construcción de nuestra fuente utilizamos el LM7805, el cual requiere, por especificación de fabricante, colocar algunos capacitores de apoyo después del regulador. Colocamos un capacitor electrolítico de 470 uF en paralelo con un capacitor cerámico de 0.1 uF en la entrada. En la salida nuevamente un capacitor cerámico de 0.1uF en paralelo con un electrolítico de 100 uF. Nos aseguramos de realizar las conexiones de los capacitores de filtro lo más cercanos a la masa del regulador. Con esto sumado a un par de capacitores en la entrada del micro, logramos reducir en gran magnitud los ruidos que se nos presentaban evitando las interferencias. En la **Figura 10** se muestra la construcción de la misma.

3.1.2. Contactores

Un contactor es un elemento capaz de permitir el paso de una corriente mediante la excitación de una bobina. El mismo posee contactos de fuerza con los cuales logramos manejar la potencia y contactos auxiliares que posibilitan el mando o control de algún elemento deseado.

Mediante los contactos auxiliares logramos conocer en forma continua el estado de los equipos que deseamos monitorear.

El monitoreo se logra mediante los 24Vcc que hacemos atravesar por estos contactos,

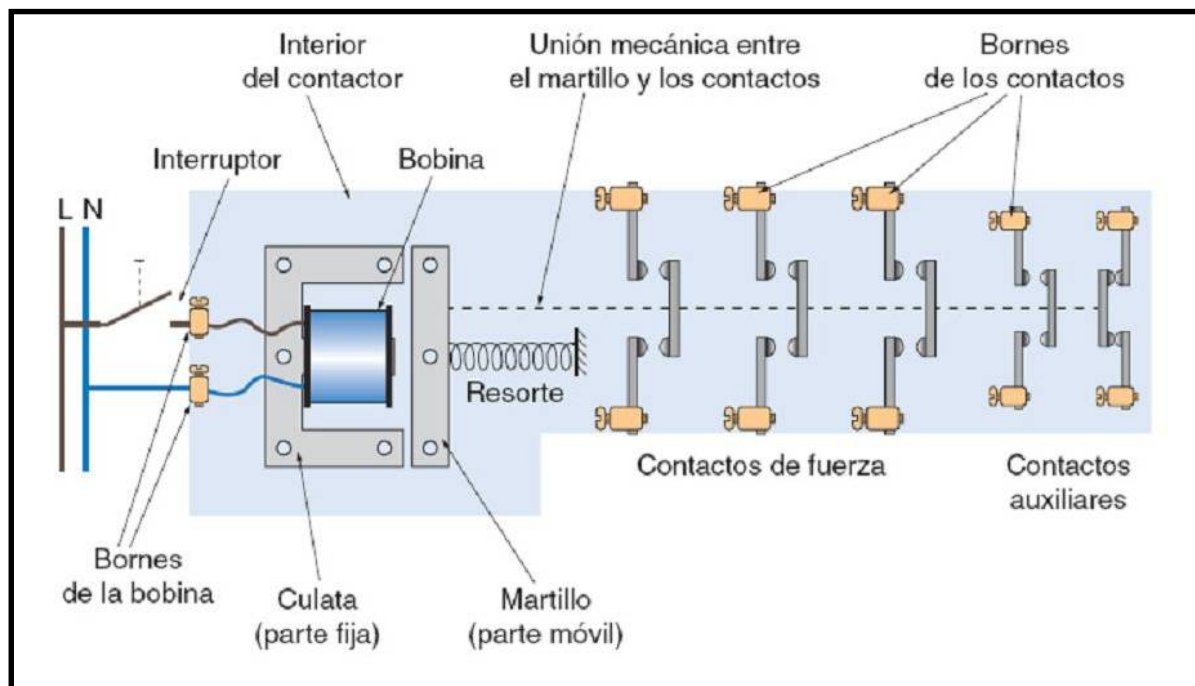


Fig. 11. Configuración interna del contactor

luego reducimos a 5 Vcc para ingresar al microcontrolador.

La **Figura 11** muestra una configuración interna de un contactor, se muestran contactos auxiliares con la posibilidad de utilizarlos como NO u NC. La conexión y utilización de estos contactos fue explicada en la Unidad II haciendo mención a la figura 3.

3.1.3. *Microcontrolador*

Un microcontrolador es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora, estas son la CPU, memoria y unidades de entrada y salida, es decir, se trata de una computadora completa en un solo circuito integrado programable y se destina a gobernar una tarea con el programa que reside en él. Sus líneas de entrada - salida se destinan al conexionado de los sensores y actuadores del dispositivo a controlar.



En la actualidad existen una gran variedad de estos dispositivos. Analizando cada opción llegamos a decidirnos por el 16F877A (**Figura 12**). Este elemento es el encargado de tomar las decisiones según los datos que recibe en sus pines. Dispone de 40 pines, los cuales fueron configurados cada uno para una aplicación particular.

Como se observa, este pic posee puerto de comunicación serial (pines 25 y 26) el cual nos permite comunicarnos con nuestro módulo mediante los comandos AT, todas las instrucciones se ejecutan en un ciclo de reloj (excepto los saltos que requieren dos), frecuencia de operación de 0 a 20 MHz, hasta 8 kbytes por 14 bits de memoria Flash de programa, hasta 368 bytes de memoria de datos (RAM), 256 bytes de memoria de datos EEPROM, cuatro fuentes de interrupción, stack de hardware de 8 niveles, programación y depuración serie “In-Circuit” (ICSP) y salidas PWM entre otras cosas.

Para utilizar este puerto, precisamos que el micro tenga una frecuencia de oscilación fija y estable. La misma es brindada por un cristal piezoeléctrico denominado cristal de cuarzo que

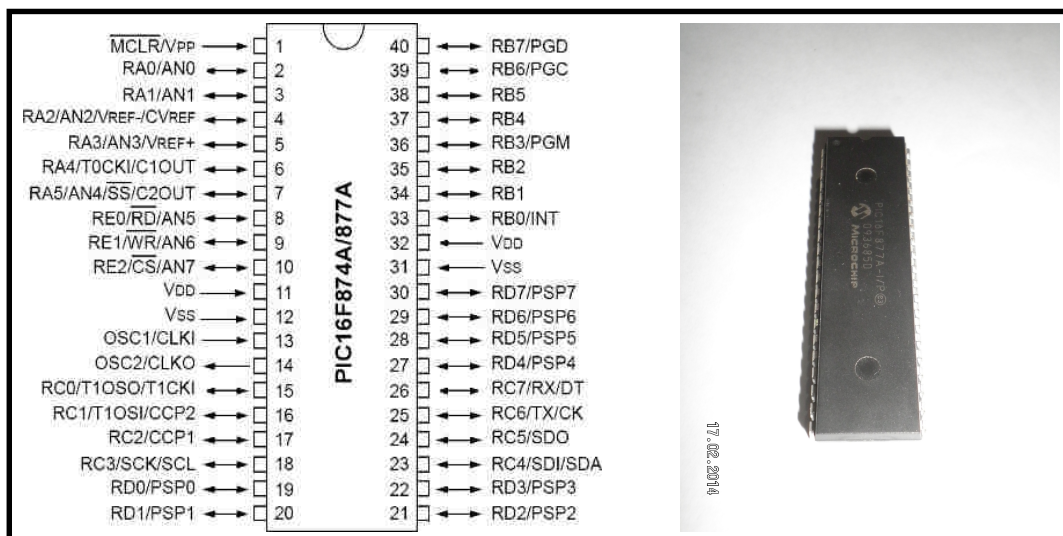


Fig. 12. Microcontrolador PIC 16F877A

posee una frecuencia de oscilación de 20 Mhz.

Al mismo se le conectaron en paralelo dos cerámicos de 22pF cada uno lo más cercano posibles a los pines del micro 13 y 14. Estos ayudan a mejorar la estabilidad de los pulsos que se reciben.

3.1.4. LM35

El LM35 es un elemento de circuito empleado para medir temperatura. Presenta variaciones de 10 mV por cada grado centígrado presente en su encapsulado. Su salida es lineal, abarcando mediciones de -55 a 150. Para estos casos, mencionamos que contamos con entradas analógicas de las cuales haremos uso. Destinamos el pin A0 para el control de esta señal.

Este elemento de circuito, **Figura 13**, dispone de tres pines, el 1 es alimentado con 5Vcc, el 2 se conecta GND y el tercero es la salida la cual ingresa al pin A0 del controlador. Cada 1 minuto nuestro programa actualiza el valor de ésta entrada analógica. Como la temperatura no es

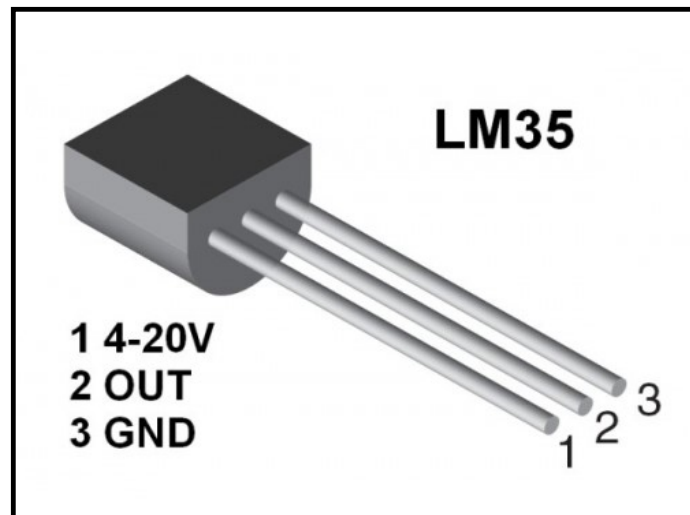


Fig. 13. *Sensor de temperatura*

una variable que adopta grandes cambios en cortos períodos, nos pareció adecuada la elección de este intervalo para optimizar los tiempos de ejecución del sistema

Nuestro circuito será instalado en una sala de pequeñas dimensiones dentro de un tablero de potencia. Creímos conveniente tener un registro constante de la temperatura de la sala en el cual se encuentra alojado el circuito con el fin de que se nos advierta, a modo de alarma, cuando se presente un valor superior a los 60 grados. Igualmente ante cada evento ocurrido, recibiremos este dato de temperatura en el mensaje de texto en nuestro celular.



3.1.5. Interfaz visual

Una de las interfaces más utilizadas en proyectos con pic son las pantallas de cristal líquido. Estas nos permiten visualizar informaciones deseadas por parte el usuario para tener conocimientos de datos particulares, estados de entrada, salidas, etc.

Nuestro prototipo cuenta con un LCD de 2x16, el 2 hace referencia al número de filas y el 16 al de columnas (**Figura 14**), y tres pulsadores. Observamos que dispone de 16 pines en total. La figura muestra 14 pines, los adicionales son el ánodo (15) y cátodo (16) del led de

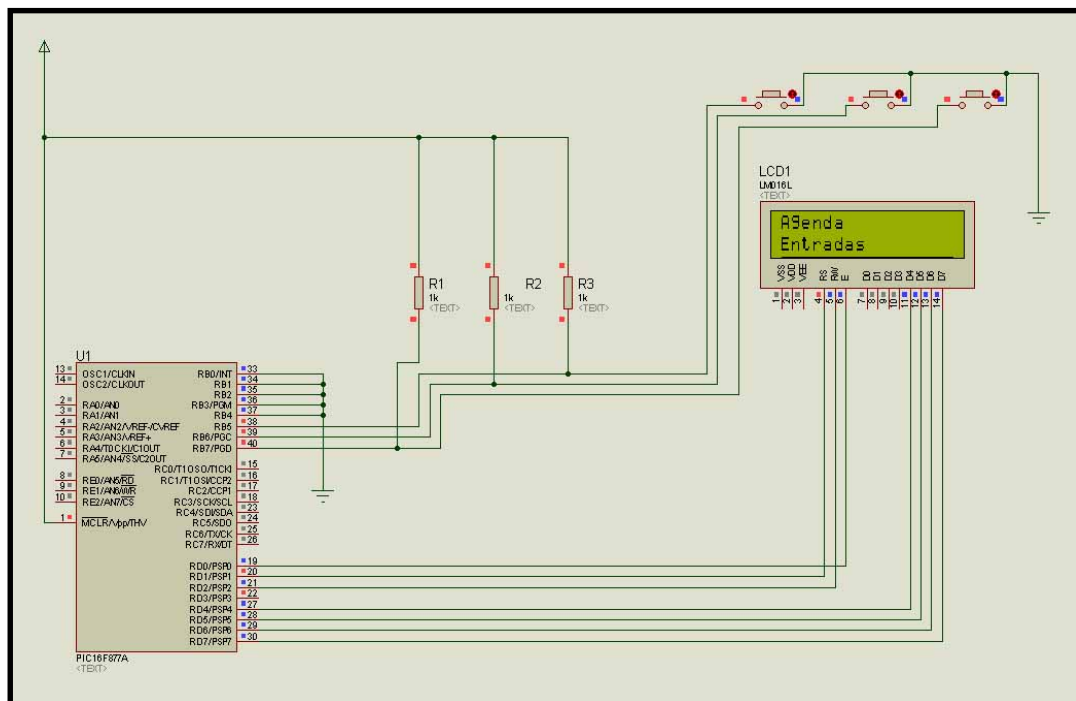


Fig. 14. Conexión de prueba LCD 2x16 para pruebas de programación

contraste de fondo. La conexión empleada requiere cuatro para datos (D7:D4), uno para habilitar/deshabilitar el display (E) y un pin para los modos comando/carácter (RS). En la pantalla principal se observa el estado del sistema, temperatura de la sala, nivel de batería y nivel de señal. Con uno de los pulsadores podemos acceder al menú el cual cuenta con diferentes opciones. Entre ellas se encuentran las de agregar nuevo número, modificar el existente o eliminarlo, estado de entradas digitales, habilitación y deshabilitación de las mismas, etc. Los números son almacenados en la memoria eeprom para evitar pérdidas ante un reinicio del micro o algún evento imprevisto con el cual se pierda la alimentación.



La idea de un menú con solo tres pulsadores está basada, según nuestra experiencia, en instrumentos industriales. Sensores de nivel, de presión, conductivímetros, caudalímetros, etc, cuentan con una amplia variedad de opciones a las cuales se acceden y modifican con la menor cantidad de comandos posibles. Nuestro ejemplo práctico a citar son caudalímetros Endress Hauser de gran potencialidad los cuales poseen un menú de fácil acceso.

En la **Tabla 1** mostramos la función de los pines del LCD.

Pin	Nombre	Función	Descripción
1	Vss	Alimentación	GND
2	Vdd	Alimentación	+ 5 Vcc
3	Vee	Ajuste de contraste	(-2) o (-5)
4	RS	Comando	Selección de registro
5	R/W	Comando	Escritura / Lectura
6	E	Comando	Habilitación
7	D0	I/O	Dato LSB
8	D1	I/O	Dato
9	D2	I/O	Dato
10	D3	I/O	Dato
11	D4	I/O	Dato
12	D5	I/O	Dato
13	D6	I/O	Dato
14	D7	I/O	Dato MSB

Tabla 1. Funciones de pines LCD

En pic C de CCS hicimos uso de una librería para comunicación con el display (con el controlador HD44780) a través de un interfaz de 4 bits para datos. En nuestro trabajo añadimos la librería lcd, que contiene las funciones para el manejo del mismo:

- lcd_init(): nos inicializa el uso del LCD.
- lcd_putc(impresión): visualiza el caracter deseado (“impresión” para el ejemplo citado) en la posición siguiente en la que se encuentra el cursor en ese momento.
- lcd_gotoxy(x,y): nos sitúa el cursor en la posición x,y del LCD.

- `lcd_getc(x,y)`: nos devuelve el carácter que se encuentra en la posición x,y del LCD.

Estas nos permitieron confeccionar el menú, desplazarnos dentro de él, ubicar los datos en las posiciones deseadas, etc.

3.1.6. Pulsadores

Los pulsadores son utilizados para acceder a las distintas opciones que se presentan en el menú. Cumplen la simple función de cerrar un circuito para poner a GND cualquiera de los tres pines (RA0, RA1 y RA2) del microcontrolador (**Figura 15**). Según en la instancia del menú en que nos encontremos, los mismos cumplen diferentes funciones.

La conexión de resistencias pull up establece un estado lógico alto a la entrada del micro cuando este se encuentra en reposo. De esta forma logramos evitar falsos estados producidos por

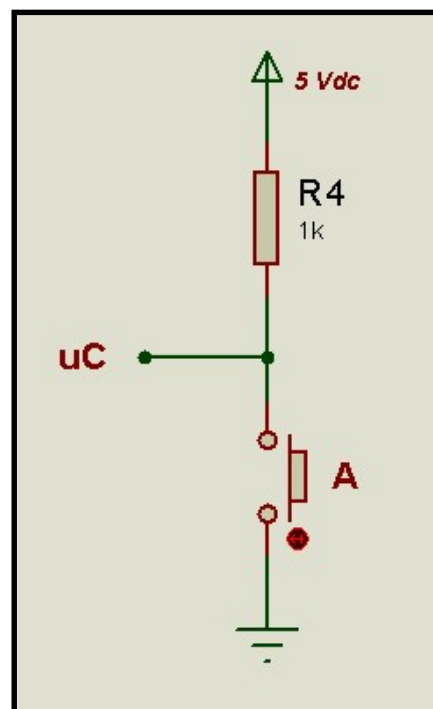


Fig. 15. Pulsador en pull up

ruido eléctrico si dejásemos una entrada con valor indeterminado.

Teniendo el pulsador en reposo, V_{out} será prácticamente V_{cc} pudiéndose considerar como nivel lógico alto. Ahora bien, pulsando S1, derivamos la corriente a masa, por consiguiente V_{out} será 0 v interpretado como valor lógico bajo.

3.2. Elementos del bloque de envío

En este bloque encontramos la etapa encargada de realizar el envío de la información.

- Fuente de alimentación
- Módulo GSM
- Optoacopladores
- Comunicación serial

Describiremos en forma secuencial cada uno de ellos

3.2.1. Fuente de alimentación

Al igual que en el micro, la placa adquirida requiere una fuente de alimentación que posee niveles de tensión que difieren de la anterior. Es por ese motivo que tuvimos que recurrir a la construcción de una nueva con diferentes características. El valor de tensión de salida (V_{out}) se encuentra en los 3,3 V. Fue diseñada con el MIC29302 el cual es capaz de entregar corrientes de 2 A ya que el módulo en los momentos de transmisión puede presentar picos de estas magnitudes. En la **Figura 16** mostramos la configuración. Posee un divisor resistivo el cual nos permite variar la tensión de salida.

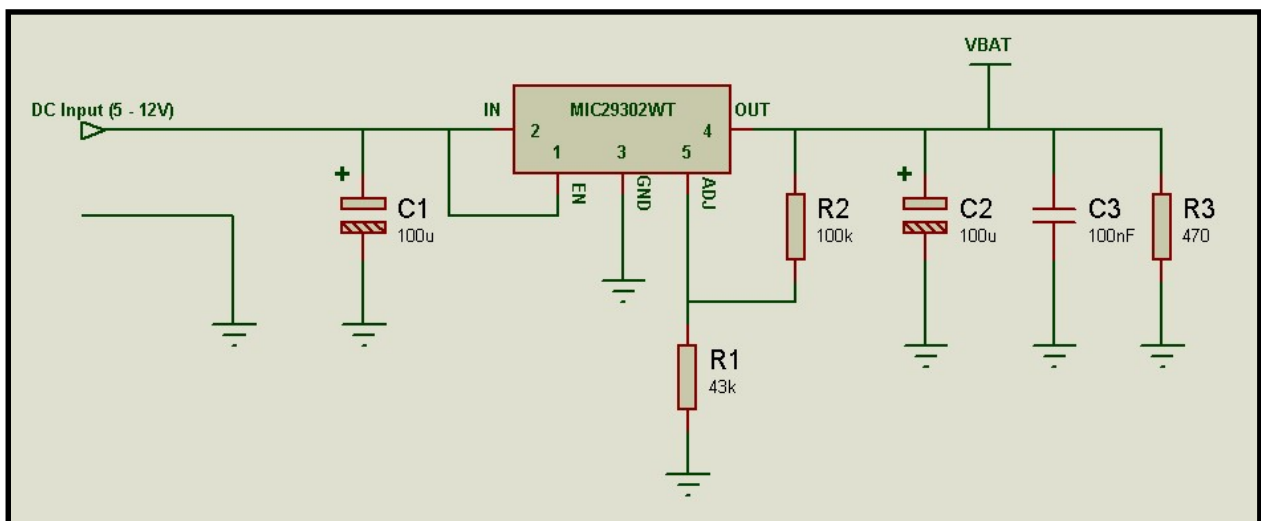


Fig. 16. Fuente alimentación utilizada en SIM900

3.2.2. *Módulo de comunicación*

El Sistema Global de Comunicaciones Móviles más comúnmente denominado GSM, es el sistema de comunicación estándar de telefonía móvil digital más utilizado actualmente.

Para llevar adelante nuestra idea, nos basamos en el módulo SIM 900 (**Figura 17**), el cual consta del módulo SMD (Surface Mount Technology) soldado a una placa. La misma posee los pines de entradas y salidas para los diferentes periféricos.

El mismo soporta cuatro bandas en las frecuencias GSM 850MHZ, EGSM 900MHZ, DCS 1800 MHZ y PCS 1900 MHZ. En su interface física, está compuesto por 68 pines. La adquirimos en el mercado con zócalo para la inserción de una tarjeta SIM, tres leds indicadores

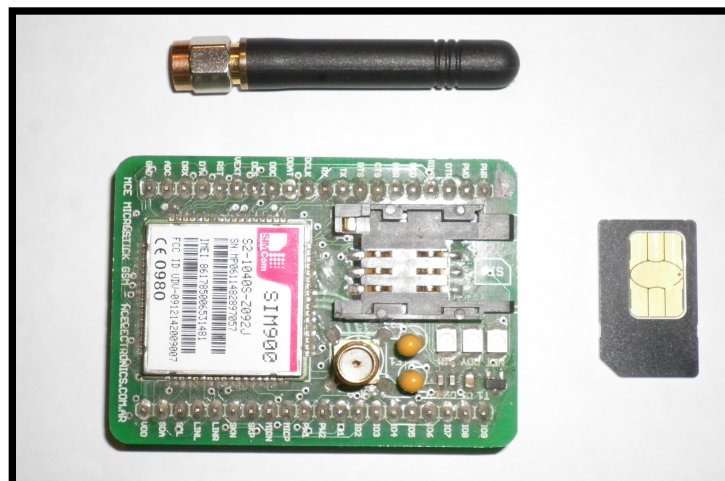


Fig. 17. *Módulo SIM900*

de estados y la conexión para la antena. Esto se encuentra soldado en un circuito impreso con 40 pines.

Para encenderlo es necesario mantener en 0 (cero) el pin PWRKEY durante, por lo menos, 1 segundo. Se apaga automáticamente cuando se detecta una tensión de alimentación fuera del rango (tensiones menores a 3.3 o superiores a 4.6 en el pin VBAT) o cuando la temperatura esté por encima de 85°C. Sin embargo 0.1 V antes de los límites nos envía avisos por la USART.

Requerimos una tarjeta SIM activa para poder registrar el módulo en la red. Una vez registrado uno de sus led (LED NET) parpadea con una frecuencia menor. Esta característica nos

ayudó a conocer el estado de comunicación que el mismo posee en cualquier instante siempre y cuando tengamos un acceso visible al mismo.

En la **Figura 18** se muestran e ilustran los principales bloques componentes del módulo en cuestión.

Los mismos se detallan a continuación:

- Etapa banda base
- Memorias FLASH y SRAM
- Etapa radio frecuencia
- Interfaz de antena
- Otras interfaces

Las interfaces utilizadas y necesarias para nuestro caso fueron: fuente de alimentación, comunicación con pic (USART), antena y tarjeta SIM. Las restantes como teclado, display (el

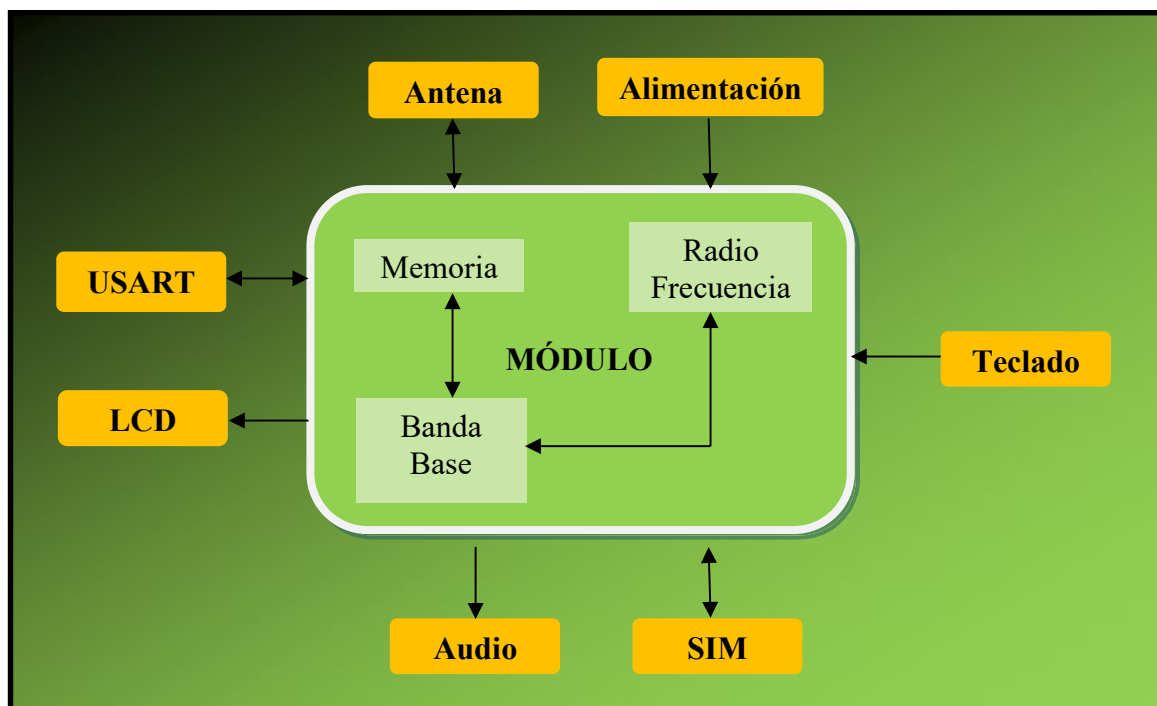


Fig. 18. *Diagrama general del módulo SIM900*

LCD de 2x16 que empleamos es comandado por el PIC, no por el SIM900), micrófono y audio, no se encuentran presentes en nuestro proyecto. Estas son utilizadas en los celulares mediante las cuales los usuarios acceden a las distintas configuraciones de sus equipos, realizan llamadas de



voz, envían mensajes de texto y logran comunicarse con el bloque principal del módulo para llevar adelante las diferentes tareas que el mismo le ofrece. Estas comunicaciones se llevan adelante a través de los comandos AT para luego enviar las respuestas pertinentes al usuario.

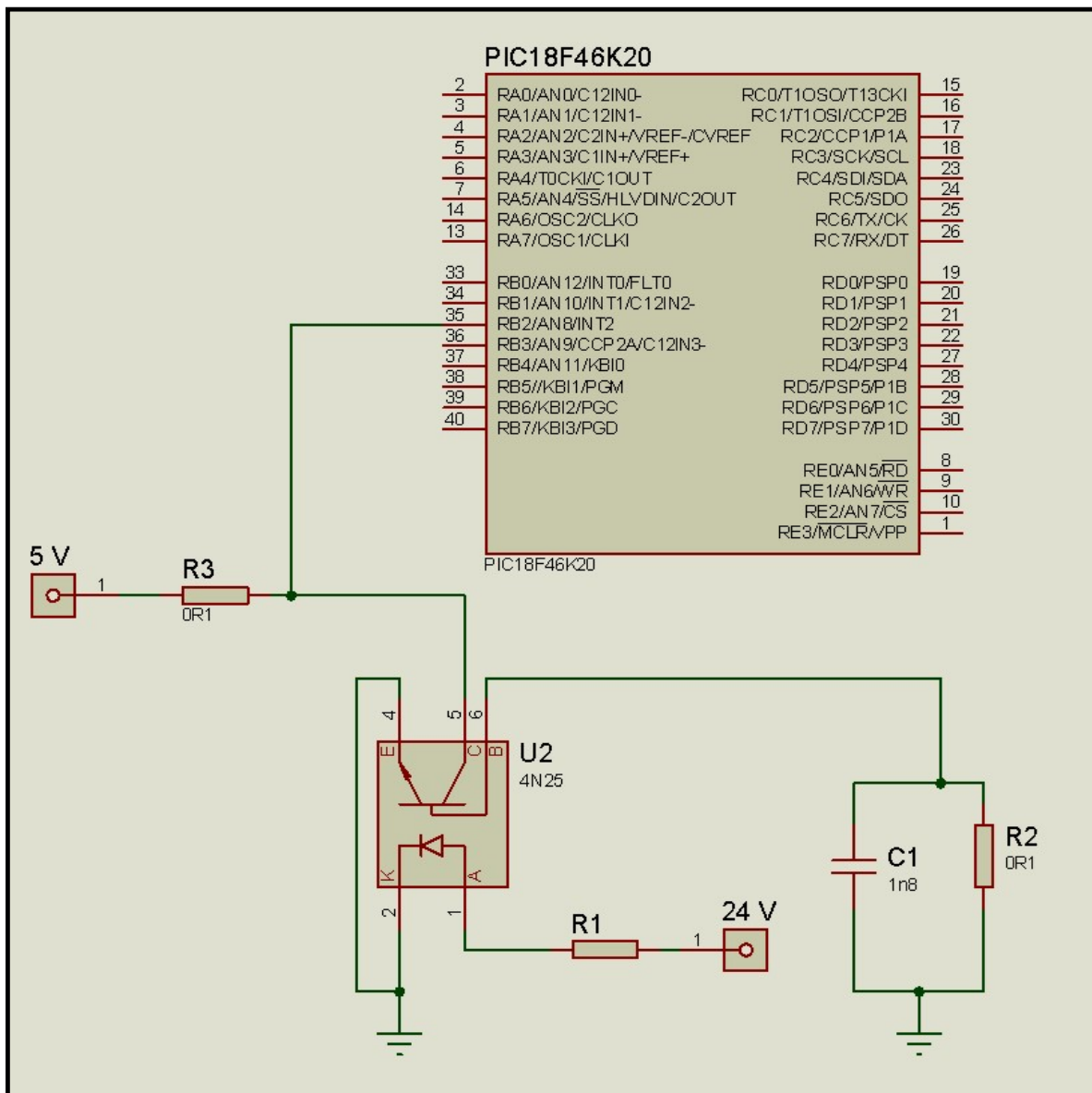


Fig. 19. Conexión optoacoplador

Nuestra idea es, en un futuro, hacer uso de las interfaces que no son empleadas en este proyecto para dar mayores prestaciones a los usuarios.



3.2.3. *Optoacopladores*

Un optoacoplador es un elemento de circuito que combina un dispositivo semiconductor formado por un fotoemisor, un fotoreceptor y entre ambos hay un camino por donde se transmite la luz. Ambos elementos se encuentran dentro de un encapsulado.

La señal de entrada es aplicada al fotoemisor y la salida es tomada del fotoreceptor. Los optoacopladores son capaces de convertir una señal eléctrica en una señal luminosa modulada y volver a convertirla en una señal eléctrica. La gran ventaja de un optoacoplador reside en el aislamiento eléctrico que puede establecerse entre los circuitos de entrada y salida. En la **Figura 19** se observa la conexión para lograr generar el cambio de tensiones para adaptarlas a la entrada de nuestro microcontrolador. A nivel industrial es normal el uso de los 24Vcc en aplicaciones de automatismos. Mediante este dispositivo pudimos solucionar el problema de adaptaciones de niveles de tensiones utilizadas en la industria con un microcontrolador.

3.2.4. *Comunicación serial*

Uno de los periféricos contenidos en el PIC utilizado es el USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter). El mismo es encargado de realizar la comunicación entre el micro y nuestro módulo transmisor de datos al celular.

La comunicación serial consiste en el envío de un bit de información de manera secuencial, esto es, un bit a la vez y a un ritmo acordado entre el emisor y el receptor. Este método establece niveles de voltaje que van desde los +12 voltios (normalmente de +3 a +15 voltios) representando un cero (0) binario y -12 voltios (de -3 a -15 voltios) representando un uno (1) binario. Por su parte, los microcontroladores emplean por lo general +5 Vcc como un (1) lógico y 0 V como un cero (0) lógico.

En la **Figura 20** se muestra el diagrama de conexionado del mismo para llevar adelante la comunicación de nuestro transmisor con la pc y el microcontrolador. Esta no se realiza en forma directa para el primer caso por los diferentes niveles de tensión. Para ello se utilizó el conocido integrado MAX232. La transferencia de datos entre el SIM900 con nuestro 16F877A no depende de ningún elemento auxiliar ya que ambos emplean los mismos niveles lógicos. Por ello el TX de uno de ellos se conecta con RX del otro y viceversa (RX con TX).

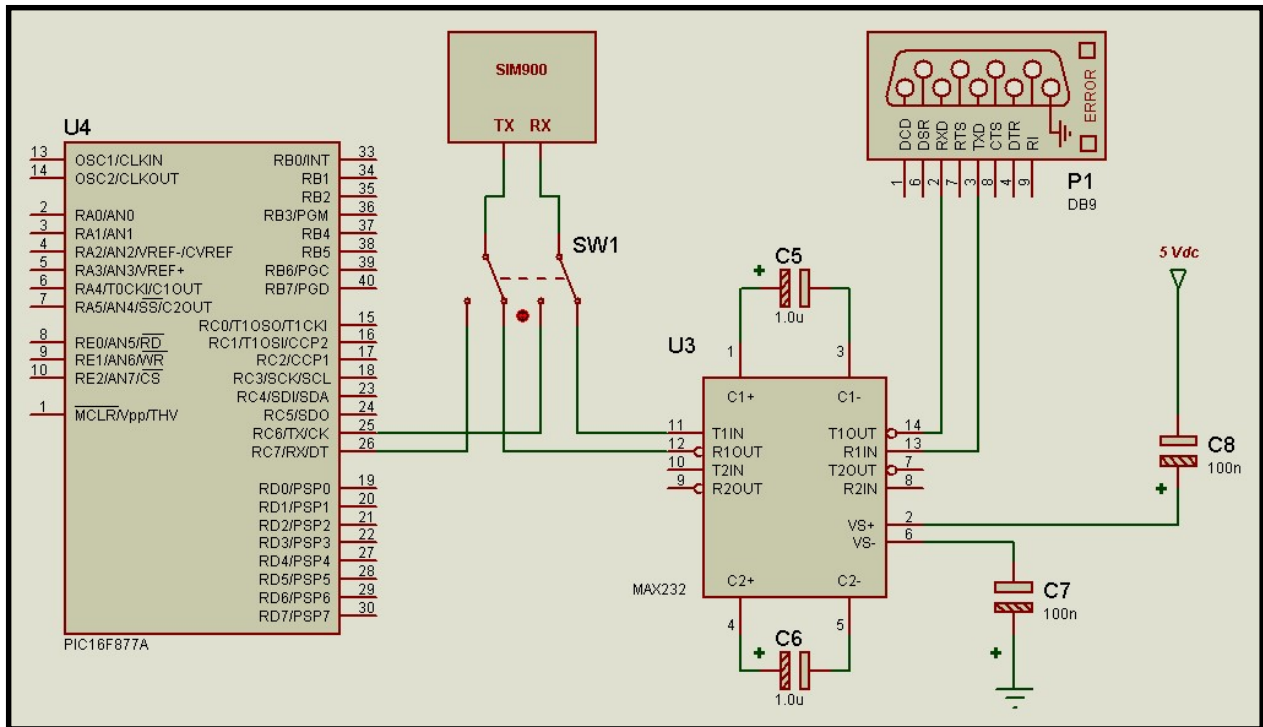


Fig. 20. Diagrama de conexión entre PIC, microcontrolador y puerto DB9 utilizando el MAX232

3.2.4.1. Max 232

El MAX232 es un circuito integrado que convierte los niveles de las líneas de un puerto serie RS232 a niveles TTL y viceversa. Lo interesante es que sólo necesita una alimentación de 5V, ya que genera internamente algunas tensiones que son necesarias para el estándar RS232.

Debido a que soluciona la conexión necesaria para lograr comunicación entre el puerto serie de una PC y cualquier otro circuito con funcionamiento en base a señales de nivel TTL/CMOS es que fue utilizado en nuestro sistema.

En un principio nos sirvió para lograr comunicar el SIM900 con nuestra pc, realizar pruebas y familiarizarnos con los comandos AT. Estos eran temas que ignorábamos hasta el momento. Para cada comando AT se reciben diferentes respuestas. Entre ellas encontramos, por ejemplo, el nivel de señal y estado de batería entre otras.



El circuito integrado posee dos convertidores de nivel TTL a RS232 y otros dos que, a la inversa, convierten de RS232 a TTL. Estos son suficientes para manejar las cuatro señales más utilizadas del puerto serie del PC, que son TX, RX, RTS y CTS, aunque en nuestro caso solo hagamos uso de dos de ellas: TX y RX.

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

En la **Figura 21** se observa un diagrama del integrado en cuestión. Se muestra que con un simple par de capacitores y el MAX logramos adaptar los niveles de tensión deseados y buscados para nuestra aplicación.

Nuestro prototipo posee instalado un periférico (el conocido DB9) para lograr comunicación con el hyperterminal encontrado en cualquier pc de escritorio. Podemos hacer uso de este con una llave selectora instalada para tal fin. El propósito deseado es poder enviar comandos AT desde nuestra computadora portátil a través del DB9 para luego ser recibidos por nuestro módulo y de este modo observar los resultados en pantalla. Aclaremos que el menú

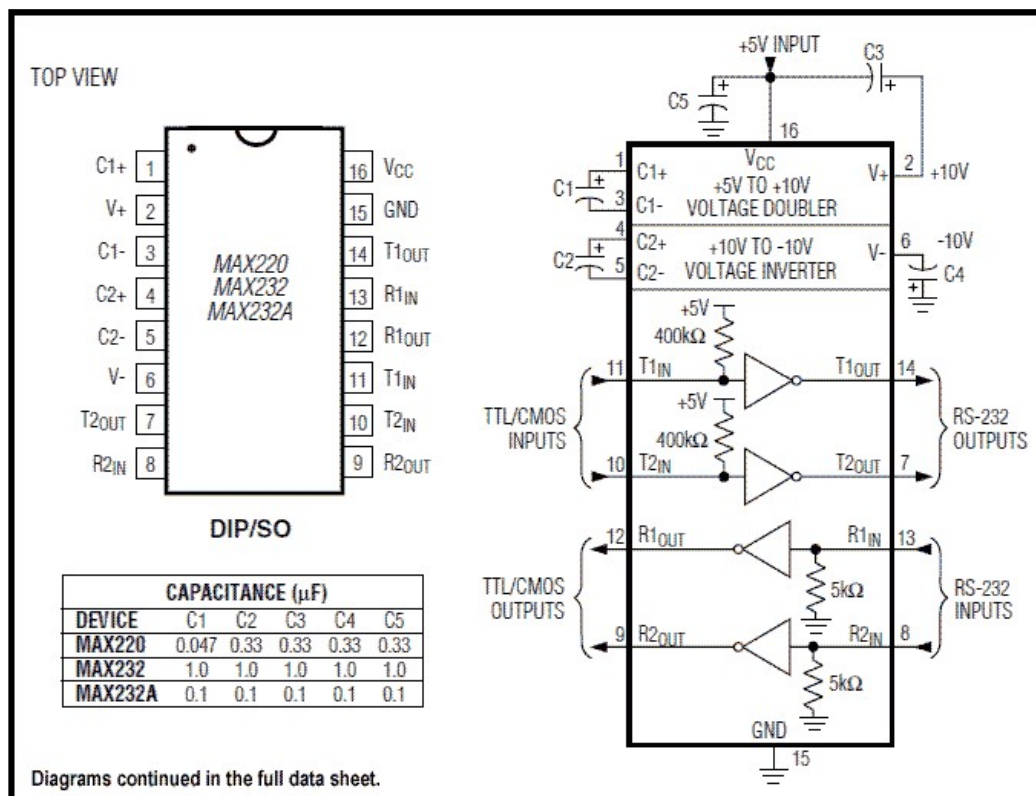


Fig. 21. Configuración interna MAX232



disponible y el display empleado no muestran la totalidad de datos arrojados por el módulo, es por eso que se decidimos dejar esta entrada para comunicarnos a través del hyperterminal y conocer con mayores detalles los diferentes detalles que el SIM900 puede arrojarnos.

3.3. Elementos del bloque de recepción

En esta etapa nos dedicaremos al único elemento del cual disponemos para recibir los datos: estación móvil o teléfono celular.

3.3.1. Estación móvil

La estación móvil (**Figura 22**) es la encargada de recibir la comunicación enviada por el SIM900. Para ello se hace uso de los denominados SMS (Short Mesaje Service). En estos visualizaremos el estado de la batería, el equipo en alerta, la temperatura de la sala.

La posibilidad del menú nos ofrece almacenar tres números telefónicos como destinatarios con posibilidades de modificarlos o en su defecto eliminar alguno de ellos.



Fig. 22. Estación móvil

3.4. Esquemáticos

Para finalizar, mostramos los esquemáticos de las placas que gobiernan el control de nuestro sistema en las **Figura 23** y **Figura 24**.

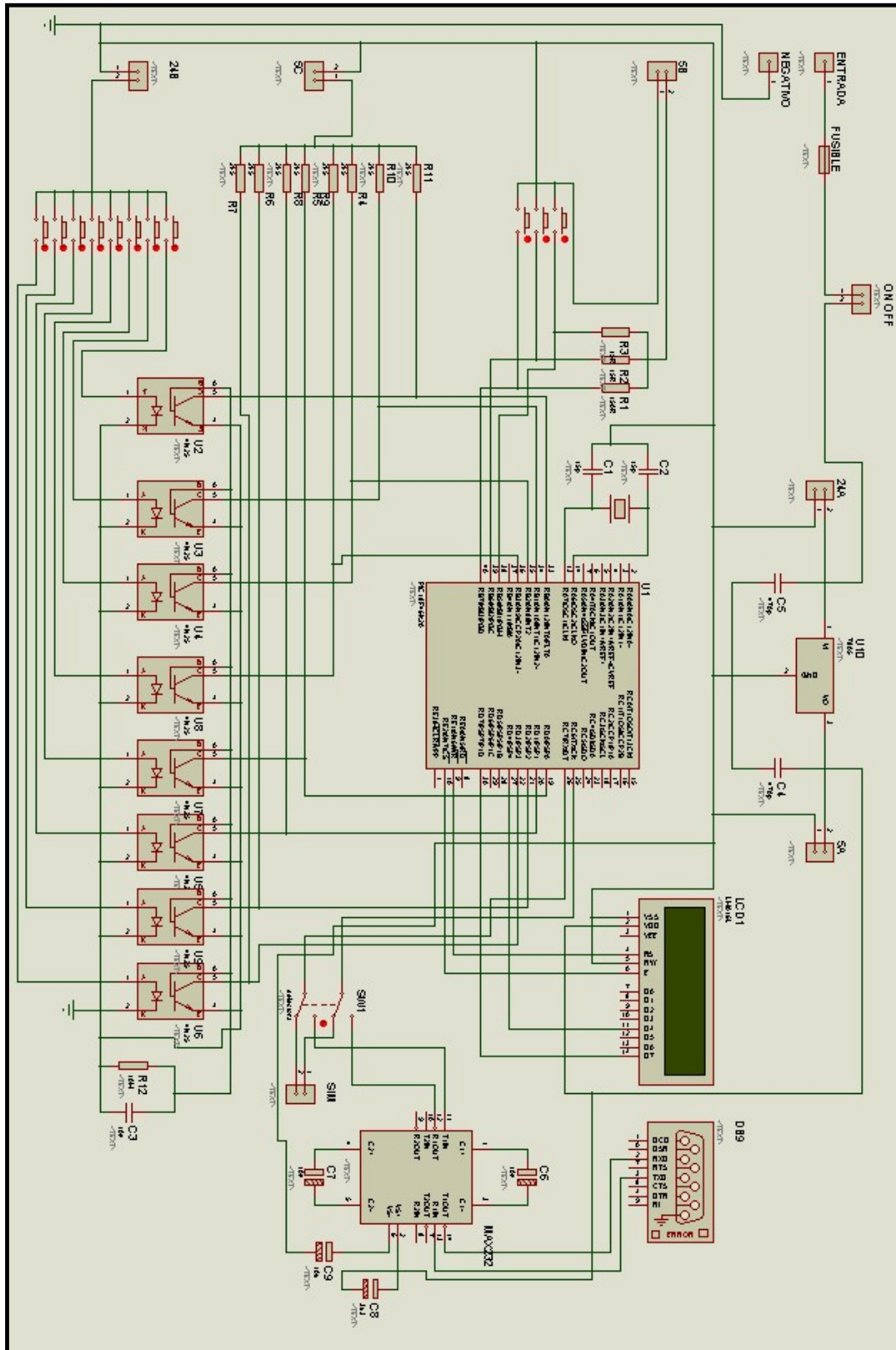


Fig. 23. Esquemático general del microcontrolador controlador

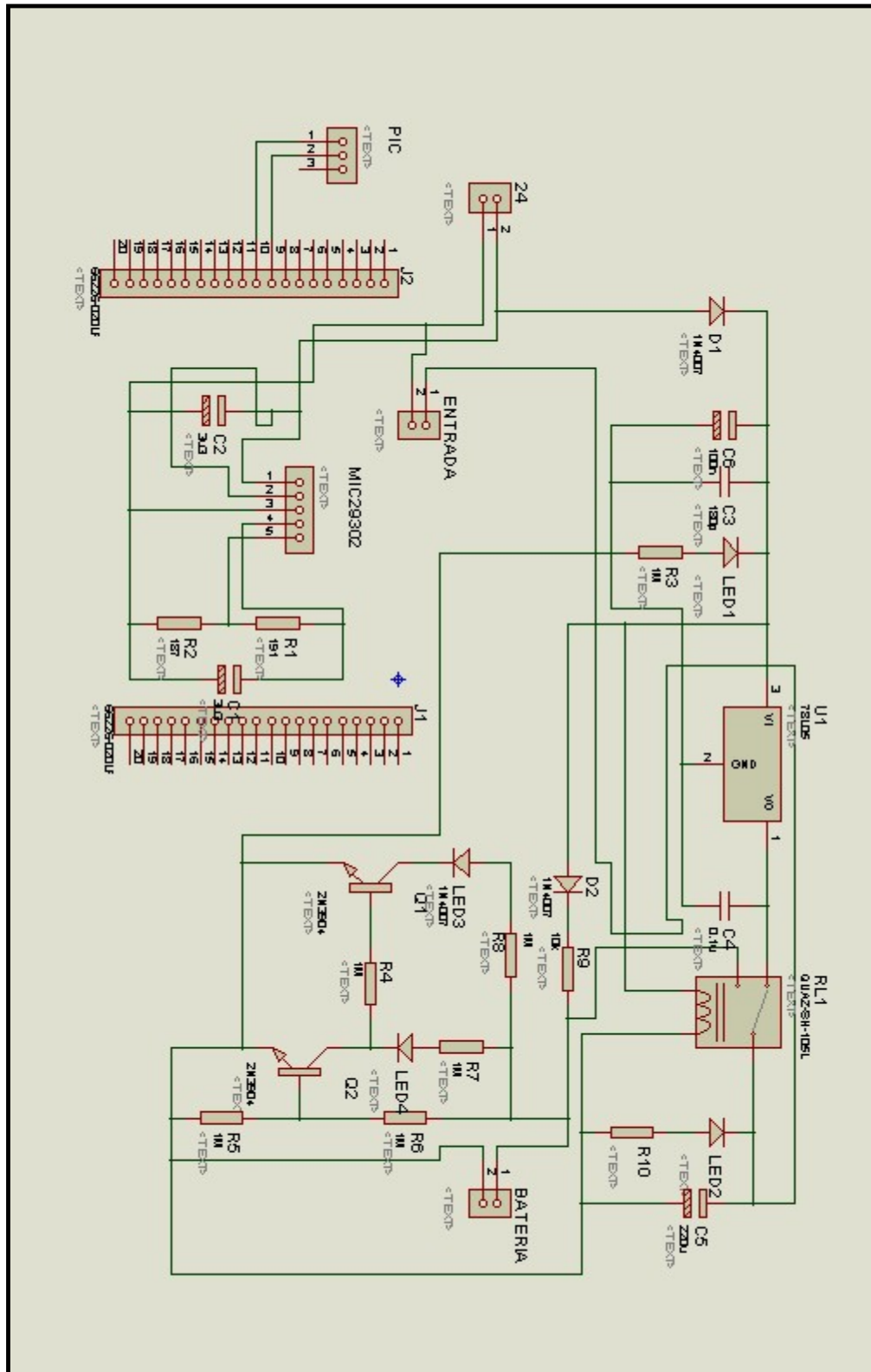


Fig. 24. Esquemático general del módulo SIM



CAPITULO IV

PRESENTACIÓN y MENÚ

En esta unidad nos abocaremos a mostrar físicamente nuestro proyecto. Daremos una breve explicación del uso del menú, utilidad de cada pulsador, ubicación de cada componente en la placa.

Se mostrará una breve reseña de costos de los elementos empleados para el desarrollo y finalmente describiremos en un pequeño diagrama en bloques la idea principal del software.

4.1. *Presentación física*

En la **Figura 25** observamos la presentación que posee nuestro proyecto. Se encuentra montado sobre una carcasa plástica con dimensiones de 100 (ancho) x 100 (profundidad) x 100 (alto), todas ellas expresadas en mm. Observamos en el frente 3 pulsadores y la pantalla LCD. En su parte posterior contamos con una llave para encenderlo y una para la selección de conexión a una pc haciendo uso del hyperterminal. Posee también una entrada de alimentación, la cual nos provee una tensión que luego es acondicionada para cada componente y una entrada



Fig. 25. *Diseño final Controlador de Eventos*



para acceder al programa que se encuentra alojado dentro del microcontrolador. La idea es disponer la posibilidad de realizar modificaciones sin la necesidad de abrir, desarmar y quitar el PIC. Mediante éste modo tenemos la posibilidad de seguir paso a paso cada instrucción del programa. El último puerto al que tenemos acceso es un conector DB9. Como anteriormente mencionamos, este será de utilidad para la conexión física entre nuestro módulo SIM900 y la pc para la obtención de datos que no son observados en nuestro LCD.

4.2. Menú

Nuestro menú cuenta con una serie de opciones que serán de utilidad para el usuario.

Posee una pantalla principal, **Figura 26**, donde se observa en la primera fila el estado de la batería representada en porcentaje con valores de 0 a 100%, nivel de batería con seis (6) niveles que adoptan valores de 0 a 5, una leyenda que nos indica el estado general del sistema con las opciones OK para un sistema funcionando correctamente y ERROR para la presencia de alguna falla. En la segunda fila se observa numeración de 1 al 8. Estos representan todas las entradas disponibles de los equipos que son monitoreados. Los mismos están mostrados en fondo negro con leyenda en blanco. Estos números pueden observarse de dos maneras en pantalla: destellantes o estáticos. La primera opción hace referencia a una entrada actuada y la segunda que la misma se encuentra activa. Si el número no se encuentra presente, es indicio que determinada entrada fue deshabilitada. Por defecto el programa comienza con todas activas, luego es el usuario quien decide a cual dar prioridad.

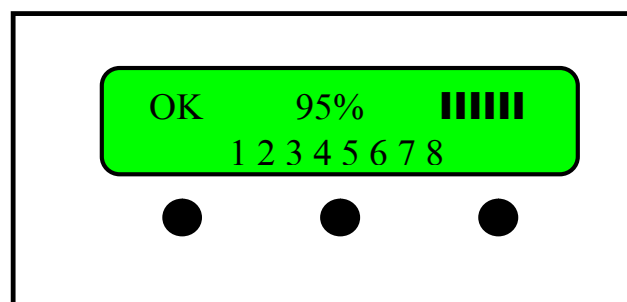


Fig. 26. *Pantalla principal*

Ingresando al menú, contamos con la opción AGENDA. En esta tendremos la posibilidad de visualizar tres números telefónicos. Por defecto, los mismos figuran en un primer momento



con ceros (**Figura 27**). Accediendo a cada uno de estos tres números, aparecen dos nuevas posibilidades: MODIFICAR y BORRAR. Al modificar, el programa ingresa en la fila presente y comenzamos a desplazarnos de izquierda a derecha por cada uno de los ceros existentes, pulsando uno de los botones estos ceros comienzan a incrementarse por unidad de manera ascendente hasta alcanzar el número 9 que luego retorna nuevamente al cero. Esto se realiza número por número hasta llegar al último. Una vez allí, al salir de esta opción el número es almacenado en la memoria eeprom del microcontrolador. La opción BORRAR hace que todos los correspondientes a la fila en selección retornen a su valor por defecto: ceros en todas las ubicaciones. Un número borrado no se encuentra apto para recibir mensajes, no así un número erróneo. A este último se le enviará un SMS del mismo modo que a uno guardado correctamente. Si el mensaje no llega a destino, se recibe el mensaje de error para luego realizar la segunda prueba. Si por tercera vez recibimos el error, ese mensaje mostrado es advertido en pantalla.

Otra opción de nuestro menú es el de ENTRADAS (**Figura 28**). En esta etapa se permite

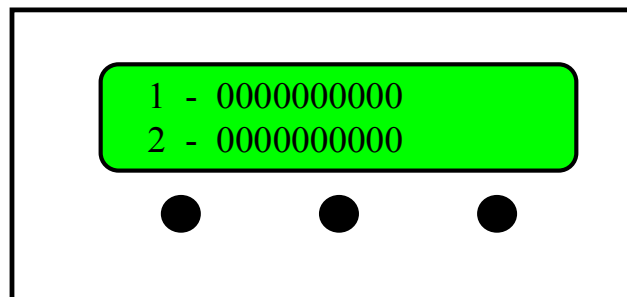


Fig. 27. *Pantalla para Guardar números telefónicos*

al usuario tener la posibilidad de deshabilitar o habilitar nuevamente las entradas que desean ser monitoreadas. Puede que sepamos con antelación de algún corte de energía general con lo cual no tendremos necesidad de recibir la información. Para el ejemplo mostrado en la figura, se observan deshabilitadas las entradas 1, 4 y 7, la restantes aceptan los eventos con normalidad. Otro ejemplo para esta situación sería tener una máquina a la cual habría que realizarle mantenimiento. Como dijimos en un primer momento, los estados de las entradas serán visualizados en la pantalla principal.

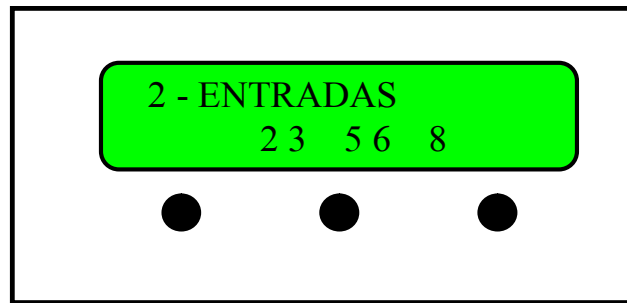


Fig. 28. *Habilitación de entradas*

Otra opción de nuestro menú es LENGUAJE. Aquí tendremos las opciones de seleccionar en que idioma deseamos ver el menú. Las alternativas son: Inglés y Español.

La siguiente la denominamos PRUEBA. Una vez seleccionada, se envía un SMS de prueba al número de teléfono ubicado en la primera posición para conocer el estado de todo el sistema. Una vez recibo, figura en nuestro display la leyenda OK. Caso contrario SISTEMA INCOMUNICADO.

La última etapa fue nombrada como INFORMACIÓN. En ella se observa la fecha de la última actualización, integrantes del grupo, versión del software y una seleccionable RESTAURAR CONFIGURACIÓN DE FÁBRICA.

4.3. Diagrama de flujo del menú

El manejo del menú es sencillo. En la **Figura 29** observamos un diagrama que nos ayudará a comprender en forma clara y sencilla el desplazamiento dentro del mismo y la función que cada pulsador cumple en cada etapa. Los pulsadores, a los fines explicativos, fueron identificados cada uno con una letra: A, B, C.

Resumiendo, de los tres pulsadores, A se utiliza para ingresar al menú. B nos permite desplazarnos en forma descendente para conocer las diferentes acciones a las cuales tendremos acceso y con C ingresamos a la opción que se encuentra destellante.

Observamos que una vez alcanzado el último punto de acceso, al continuar descendiendo en las opciones, repetimos la primera opción, es decir que el menú se repite de manera cíclica.

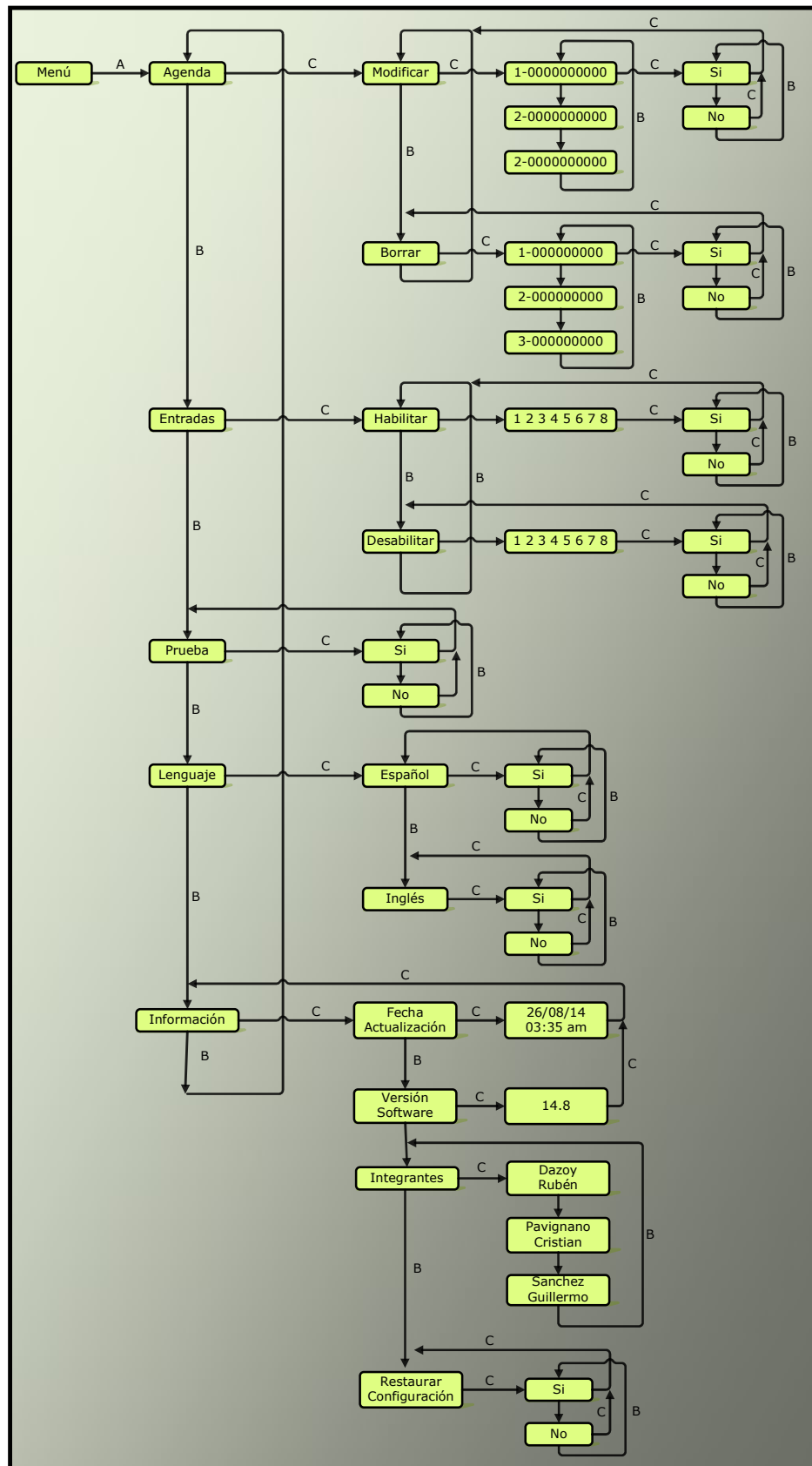


Fig. 29. Manejo del menú



CAPITULO V

REPRESENTACIÓN DEL SISTEMA

Para realizar la puesta en marcha de nuestro proyecto, tuvimos como idea realizar la representación del sistema de tratamientos de efluentes a pequeña escala para visualizar el correcto funcionamiento de lo desarrollado.

Basándonos en elementos de la vida cotidiana, en la medida de lo posible representativos, logramos una simulación cercana a la realidad.

5.1. Maqueta representativa

Para el reactor principal utilizamos una pecera de vidrio (**Figura 30**) con una capacidad de 90 lts. Allí las bacterias heterotróficas descomponen la materia orgánica. Para sobrevivir



Fig. 30. *Pecera de vidrio*



Fig. 31. *Aireador*

precisan de oxígeno del ambiente que es aportado por un aireador empleado en acuariofilia (**Figura 31**). Luego por nivel, del mismo modo que la realidad, el fluido pasa al sistema de sedimentos. Aquí empleamos un bowl (**Figura 32**) al cual se le fijo un eje en su centro. Con una lámina de cobre construimos dos anillos que fueron colocados por encima del eje. A los anillos soldamos un cable a cada uno los cuales fueron retirados por el centro. El carro de sedimentos está montado sobre un motor de autos de hobbistas con una caja reductora de velocidad (**Figura**



Fig. 32. *Bowl*

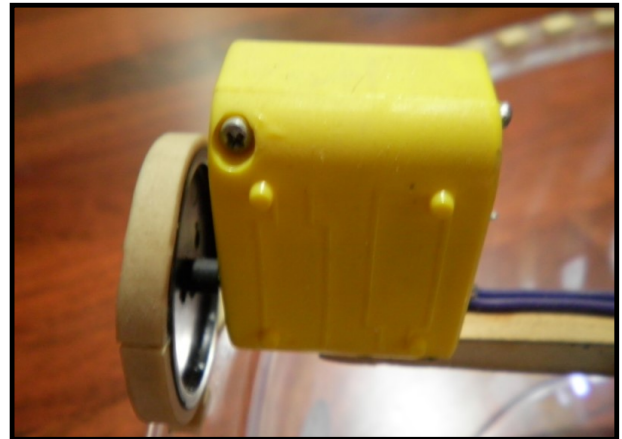


Fig. 33. *Motor con reductor*

33). Un soporte de madera une el carro en un extremo y un sistema de carbones en el otro. Los carbones reciben la energía a través de los anillos de cobre y la rueda del motor hace que el carro gire. Luego una bomba (Figura 34), utilizada en cascadas de ornamenta, es la encargada de recuperar los lodos activos del sistema sedimentador reincorporando al reactor. Tres leds rojos representan la batería de banco de capacitores para la corrección del factor de potencia. La iluminación nocturna está simulada por una cortina de leds. Como última medida, tenemos una



Fig. 34. *Bomba*

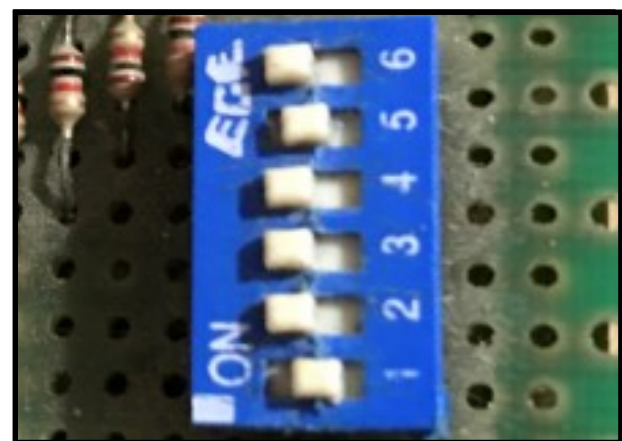


Fig. 35. *Llaves de comandos*

placa con diversas llaves (Figura 35) que estarían representando los contactos auxiliares de los contactores.

Para poder observar el correcto funcionamiento forzamos cada elemento del sistema abriendo el circuito, luego se detiene algún elemento o se apaga la luminaria led. Posteriormente recibimos el mensaje en nuestro celular que nos indica el elemento con posibles problemas.

5.2. Placa de control

En esta instancia, mostraremos el esquemático con el cual manejamos nuestra representación (**Figura 36**).

La placa está compuesta por un microcontrolador pic de gama media (16f84) encargado de tomar las decisiones ante la acción de cada llave; llaves, con las cuales representamos los

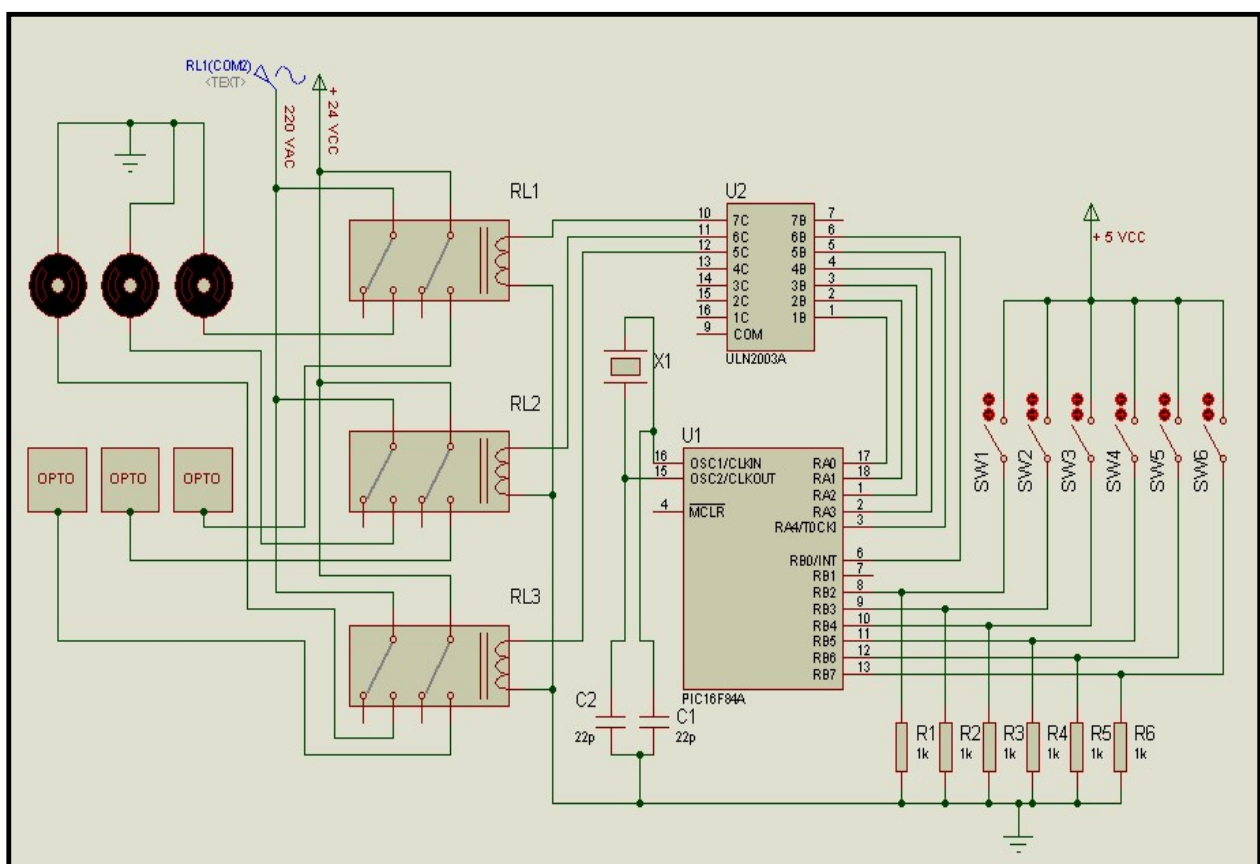


Fig. 36. Placa de control

posibles problemas que se nos pueden presentar en nuestro sistema y un par de relés que hacen las veces de contactores.

Con esto forzamos los problemas que se pueden presentar y de este modo observar la parada de algún elemento del sistema para luego recibir en nuestro teléfono móvil el mensaje con el evento ocurrido.



5.3. Elementos de la placa de control

Los distintos elementos están detallados de manera sencilla para dar una breve explicación del manejo y composición de nuestra representación.

5.3.1. Microcontrolador 16f84a

Este dispositivo es el encargado de tomar las decisiones y llevar adelante el control de las entradas que forzamos con las llaves de comando de potencia.

Es un microcontrolador de gama baja que utilizamos para una aplicación sencilla. Hicimos uso de entradas con las llaves y salidas que se dirigen al ULN2003 para luego excitar la bobina de cada relé.

5.3.2. Drivers de potencia

En nuestro circuito manejamos cargas que demandan cierta potencia. El microcontrolador tiene, en sus pines, salidas de +5 Vdd con corrientes máximas de 20 mA. Estas son aptas para alimentar y excitar diodos emisores de luz (LED) pero no suficientes para elementos que requieran mayores tensiones y consumos elevados respecto de la capacidad que el PIC nos ofrece. Estos casos se solucionan con elementos denominados relés, **Figura 37**, que funcionan como interruptores independientes, los cuales son controlados mediante un circuito eléctrico al



Fig. 37. *Relés empleados en circuitos eléctricos*

que se le hace circular una corriente por su bobina. Esta bobina se encuentra alimentada por una salida del 16F877A en forma indirecta. Generalmente se excita la base de un transistor para activar el relé. En este caso el transistor se comportaría como una llave electrónica de comando la cual debería protegerse del campo magnético de la bobina mediante un diodo colocado en paralelo. Si las salidas digitales a emplear son muchas, desaprovechamos espacio en nuestra placa para cada salida. A esto se suma la cantidad de componentes a soldar y las líneas de trazado para alimentar cada uno. Se precisa un resistor, un diodo y un transistor para cada una. Para 7 salidas hubiéramos empleado 21 componentes. Por ello es que decidimos optar por un solo circuito integrado capaz de darnos una solución de espacio y tiempo a los pequeños

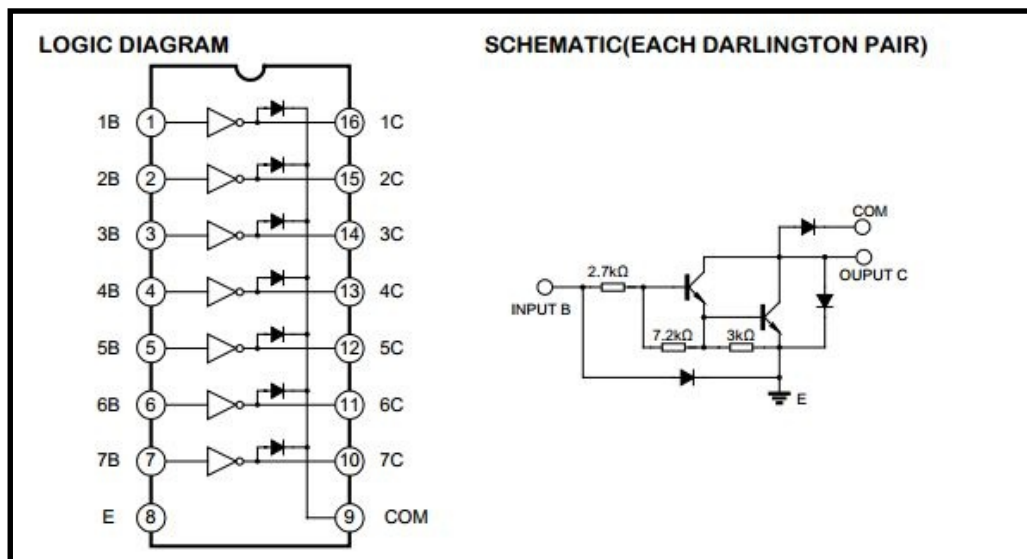


Fig. 38. Configuración interna ULN2003

problemas planteados.

El ULN2003 (**Figura 38**) es un conjunto de amplificadores Darlington montados en un chip con el que podemos controlar cargas de hasta medio amperio. Posee 16 pines de los cuales 7 son entradas, 7 salidas, 1 común y 1 para conexión a Vss. El mismo posee los diodos de protección contra las sobretensiones ocasionadas por cargas inductivas lo cual lo hace ideal para el manejo de relés.

Mostramos en la **Figura 39** un esquemático del conexionado empleado para el mismo.

Aquí se observa claramente cómo la salida del microcontrolador (RB0) se conecta en forma directa con el ULN sin la necesidad de una resistencia limitadora de corriente. La salida



excita de manera directa la bobina del relé cerrando de este modo el contacto mecánico del mismo para alimentar la etapa de potencia.

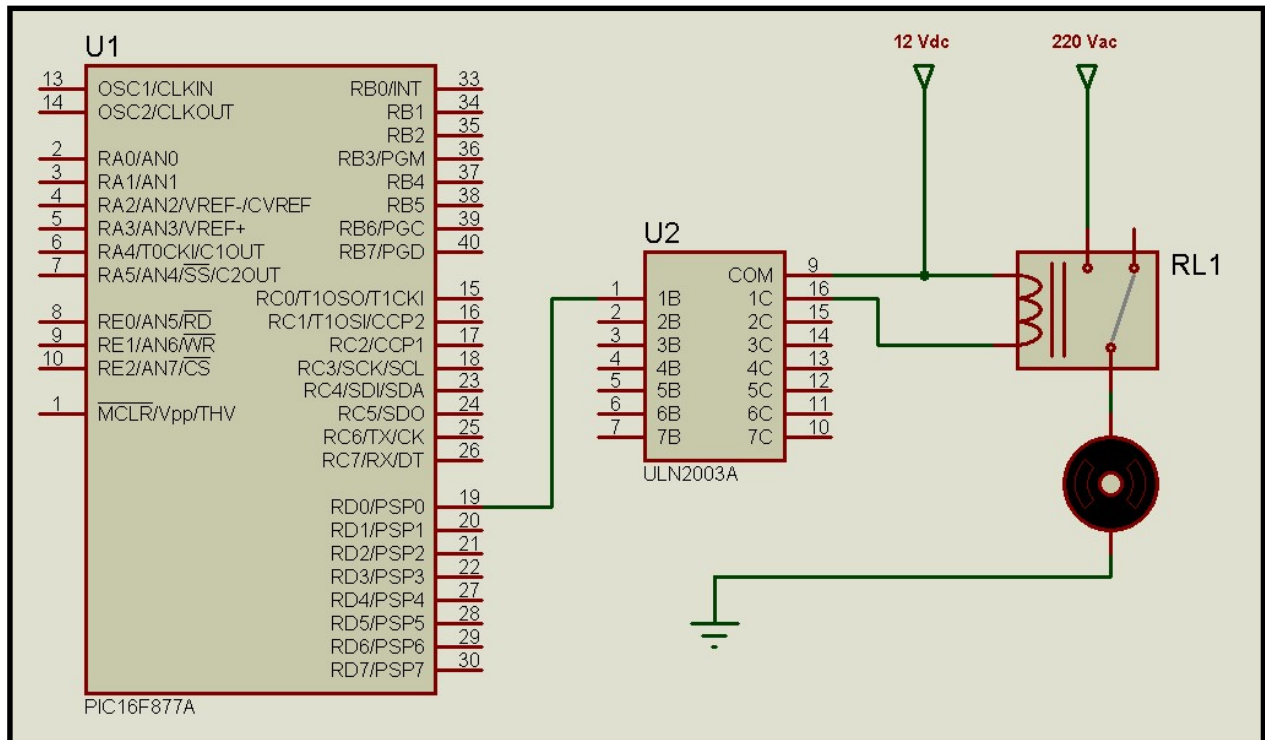


Fig.39. Diagrama conexionado ULN2003 con relé y carga



Conclusiones

Como conclusión podemos decir que el proyecto se adapta a las necesidades primordiales de dar una solución al problema planteado con el simple hecho de comunicarnos a través de un mensaje de texto el suceso que está ocurriendo en nuestra planta de tratamientos de efluentes.

Sostenemos que las redes de telefonías móviles poseen algunas ventajas como por ejemplo ser económicamente accesible, lo que representó una baja inversión para la industria evitando un cableado de kilómetros de distancia. Podemos sumar a ello la propiedad de itinerancia o traspaso, que permite al usuario recibir notificaciones en cualquier lugar del país, no solo en el lugar de trabajo.

Por el momento y hasta no disponer del dispositivo instalado un tiempo considerable, no se conoce su comportamiento respecto a los ruidos eléctricos industriales. Se realizaron pruebas a nivel domiciliario las cuales fueron superadas con los filtros que el dispone. Asimismo, puede ocurrir que al momento de instalarlo precisemos filtros por software o algún adicional en el hardware.

Como desventaja plateamos el hecho que muchas veces el usuario puede encontrarse en algún punto determinado sin señal o con el sistema colapsado, como suele suceder en fechas especiales, que ocasionaría por una consecuencia lógica, que no se será notificado ante algún suceso.



Bibliografía

Andrés Bruno Saravia; Arquitectura y programación de microcontroladores PIC;
McElectronics; 2010

Huidobro Moya José Manuel; Comunicaciones móviles, sistemas GSM, UMTS y LTE; Alfa
Omega Grupo Editor; 2013

Airoldi Alejandro Anibal; Diseñando Sistemas Embebidos con Librerías de Microchip;
McElectronics, 2012

Webgrafía

<http://bluehack.elhacker.net/proyectos/comandosat/comandosat.html>

<http://www.alldatasheet.com/>

<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&objId=36741644&load=treecontent&lang=es&siteid=cseus&aktprim=0&objaction=csview&extranet=standard&viewreg=WOW>

<http://www.todopic.com.ar/foros/>

http://www.simcom.us/product_detail.php?cid=1&pid=37



Anexos