



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREO Y CONTROL REMOTO MEDIANTE GPRS, DE TABLEROS DE MEDIDORES COMERCIALES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A.”

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA

CARLOS ANDRÉS PAZMIÑO CISNEROS

DENNYS MARCELO ROMERO VENEGAS

Latacunga, Abril 2013

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

CERTIFICACIÓN

**ING. MIGUEL LUCIO (DIRECTOR)
ING. WILSON TRÁVEZ (CODIRECTOR)**

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREO Y CONTROL REMOTO MEDIANTE GPRS, DE TABLEROS DE MEDIDORES COMERCIALES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A.**”, fue realizado en su totalidad por los señores **CARLOS ANDRÉS PAZMIÑO CISNEROS** y **DENNYS MARCELO ROMERO VENEGAS** como requisito parcial para la obtención del título de Ingeniero en Electromecánica, el mismo que ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que ayudara a la aplicación de contenidos y al desarrollo profesional, si se recomienda su publicación.

Latacunga, Abril del 2013.

Ing. Miguel Lucio

Ing. Wilson Trávez

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDADES

Nosotros, PAZMIÑO CISNEROS CARLOS ANDRÉS

 ROMERO VENEGAS DENNYS ROMERO

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado titulado “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREO Y CONTROL REMOTO MEDIANTE GPRS, DE TABLEROS DE MEDIDORES COMERCIALES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A.**”, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

En tal virtud, declaramos la autenticidad de este contenido y para efectos legales y académicos que se desprenden del presente proyecto de grado, es y será de exclusiva responsabilidad de nuestra autoría, responsabilidad legal y académica.

Latacunga, Abril del 2013.

Carlos Andrés Pazmiño Cisneros
C.I 1720619079

Dennys Marcelo Romero Venegas
C.I 060303392-9

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

AUTORIZACIÓN

Nosotros, PAZMIÑO CISNEROS CARLOS ANDRÉS

 ROMERO VENEGAS DENNYS ROMERO

AUTORIZAMOS:

A la Escuela Politécnica del Ejercito, la publicación en la Biblioteca Virtual y/o revistas de la institución de nuestro trabajo de investigación, titulado **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREO Y CONTROL REMOTO MEDIANTE GPRS, DE TABLEROS DE MEDIDORES COMERCIALES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A.”**, cuyo contenido, ideas y criterios es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Abril del 2013.

Carlos Andrés Pazmiño Cisneros

C.I 1720619079

Dennys Marcelo Romero Venegas

C.I 0603033929

AGRADECIMIENTO

A mi madre por ser el pilar fundamental en toda mi vida, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo lo que me permitió llegar al punto profesional en el cual me encuentro.

A todo el personal que pertenece a la Dirección Comercial de la Empresa Eléctrica Riobamba SA por su colaboración y sobre todo por su amistad tanto en el ámbito laboral como personal.

A los ingenieros: Miguel Lucio, Wilson Trávez y Wilson Sánchez, por su orientación, enseñanzas, paciencia y amistad.

A todos ellos mi eterna consideración y gratitud.

Carlos A. Pazmiño C.

Estoy muy agradecido con mi Dios, ya que Él ha estado junto a mí en cada paso que he dado, todos los días de mi vida me ha iluminado y bendecido., por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres por ser mis amigos, consejeros y darme el apoyo incondicional durante toda mi vida, velando siempre por mi bienestar, han sido y seguirán siendo mi gran ejemplo a seguir.

Mi querido hermano que ha estado pendiente de mí en todo momento, alentándome, dándome fuerzas para poder culminar mi tesis, convirtiéndose en mi mejor amigo y sabía podía contar con él en cualquier momento.

Mi novia Andreita, por estar siempre presente y haber vivido conmigo la realización de mi tesis, su amor y compañía alegraba y seguirán alegrando mis días.

Gracias al esfuerzo conjunto con mi compañero y los Ingenieros Miguel Lucio, Wilson Trávez hemos podido alcanzar una gran meta de muchas que se vienen en un futuro, sus enseñanzas y la sincera amistad que nos han brindado han sido de vital apoyo.

Dennys M. Romero V.

DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo a Dios por ser la fuerza que motiva mi vida, a mi madre, quien me apoyo con abnegación y esfuerzo para el feliz término del presente trabajo y de mis estudios, que marca el punto de partida a la vida profesional hacia nuevos horizontes de superación rumbo al éxito.

Carlos A. Pazmiño C.

La concepción de éste proyecto la dedico de todo corazón a mis padres, mi hermano y mi novia, ya que sin ellos los obstáculos que se nos presentaron hubiesen sido más difíciles de superar.

Dennys M. Romero V.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|----------------------------------|-------|
| Certificación | i |
| Declaración de responsabilidades | ii |
| Autorización | iii |
| Agradecimiento | iv |
| Dedicatoria | v |
| Contenidos Generales | vi |
| Resumen | xix |
| Summary | xx |
| Introducción | xxi |
| Antecedentes | xxii |
| Objetivo General | xxii |
| Objetivos Específicos | xxii |
| Justificación | xxiii |
| Alcances y Metas | xxiv |

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

| | |
|---|---|
| 1.1. Pérdidas técnicas | 1 |
| 1.2. Perdidas no técnicas | 1 |
| 1.3. Tipos de desviación de energía. | 2 |
| 1.3.1. PRIMER TIPO: Perforación de los conductores de servicio | 2 |
| a. Derivaciones evidentes | 2 |
| b. Derivaciones ocultas | 3 |
| 1.3.2. SEGUNDO TIPO: Alteración del medidor o equipos de medición | 3 |
| a. Cambio de la polaridad en las entradas del medidor | 4 |
| b. Frenado del disco del medidor | 5 |
| 1.3.3. TERCER TIPO: Intervenciones varias | 6 |

| | | |
|--------|---|----|
| 1.4. | Tableros de medidores | 7 |
| 1.4.1. | Gabinete de barras | 8 |
| 1.4.2. | Gabinete de medidores | 8 |
| 1.5. | Sistema de control de energía para el gabinete de barras en tableros de medidores | 9 |
| 1.5.1. | Contactores | 9 |
| a. | Partes | 9 |
| a.1 | Electroimán | 9 |
| a.2 | Bobina | 10 |
| a.3 | Núcleo | 11 |
| a.4 | Espira de sombra | 11 |
| b. | Funcionamiento | 12 |
| c. | Clasificación por la categoría de servicio | 13 |
| 1.5.2. | Relé | 14 |
| a. | La elección de un relé | 15 |
| b. | Ventajas del relé | 16 |
| 1.6. | Sistema de Aislamiento | 17 |
| 1.6.1. | Optoacopladores. | 17 |
| a. | Funcionamiento | 17 |
| b. | Ventajas | 18 |
| 1.7. | Sistema de señales digitales | 18 |
| 1.7.1. | Ventajas de las señales digitales | 19 |
| 1.7.2. | Inconvenientes de las señales digitales | 19 |
| 1.8. | Microcontroladores | 20 |
| 1.8.1 | Características | 20 |
| 1.8.2 | Proceso de desarrollo | 21 |
| 1.8.3 | Memoria | 21 |
| 1.8.4 | Periféricos | 22 |

| | | |
|---------|---|-----|
| a. | Entradas y salidas de propósito general | 22 |
| b. | Temporizadores y contadores | 22 |
| c. | Convertor analógico/digital | 23 |
| d. | Puertos de comunicación | 23 |
| 1.9. | Sistemas de alarma visual/sonora. | 24 |
| 1.9.1. | Sensores magnéticos | 24 |
| 1.9.2. | Sensores magnéticos para alarmas | 24 |
| 1.9.3. | Buzzer | 26 |
| a. | Funcionamiento | 26 |
| 1.9.4. | Visualizador | 27 |
| 1.9.5. | Visualizador JHD539 | 28 |
| a. | Características | 28 |
| 1.9.6. | Teclado numérico | 29 |
| 1.9.7. | Teclado numérico tipo membrana | 30 |
| 1.10. | Sistema de comunicaciones. | 31 |
| 1.10.1. | Sistema GSM | 31 |
| 1.10.2. | Servicio General de Paquetes Vía Radio (GPRS) | 32 |
| 1.10.3. | Mensajes de texto SMS. | 33 |
| a. | Elementos del SMS | 34 |
| b. | Tipos de SMS | 35 |
| c. | Aplicaciones | 35 |
| 1.10.4. | Tarjeta SIM | 37 |
| a. | Estructura interna | 37 |
| 1.11. | Protocolos de comunicación y módems GPRS | 38. |
| 1.11.1. | Comandos AT. | 38 |
| 1.11.2. | Objetivo de los comandos AT | 39 |
| 1.11.3. | Ejecución de los comandos AT | 39 |
| a. | Comandos de configuración | 40 |

| | |
|--|----|
| b. Comandos para envío de SMS | 40 |
| c. Comandos para recepción de SMS | 42 |
| d. Código de resultado y error | 44 |
| e. Comandos generales | 44 |
| f. Comandos del servicio de Red | 44 |
| g. Comandos de seguridad | 45 |
| h. Comandos para la agenda de teléfonos | 45 |
| i. Comandos para SMS | 45 |
| 1.11.4. Modem | 46 |
| a. Funciones e interfaces | 47 |
| b. Características técnicas | 48 |
| 1.11.5. Interfaz RS-232 | 50 |
| a. Conexión con PC. | 51 |
| b. Conexión con Microcontrolador | 52 |
| 1.11.6 Max 232 | 53 |
| 1.12 Software y desarrollo de aplicación de control. | 54 |
| 1.12.1 Visual Basic. | 54 |
| a. Características | 54 |
| b. Entorno de desarrollo | 55 |
| c. Objetos y eventos | 57 |
| d. Ventajas | 58 |
| e. Desventajas | 59 |
| 1.12.2 Proteus. | 60 |
| 1.12.3 ISIS | 60 |
| 1.12.4 Módulo VSM | 60 |
| 1.12.5 ARES | 61 |
| a. Forma manual | 61 |
| b. Forma automática | 61 |
| 1.12.6 Bascom AVR | 62 |

| | | |
|----|---------------------------------|----|
| a. | Ventajas | 63 |
| b. | Fundamentos de Lenguaje | 64 |
| c. | Set de instrucciones | 64 |
| d. | Línea de programación de BASCOM | 65 |
| e. | Declaraciones de BASCOM | 65 |
| f. | Tipos de datos | 66 |
| g. | Variables | 66 |
| h. | Nombre de variables | 67 |
| i. | Expresiones y operadores | 67 |
| j. | Configuración de los pines | 70 |

CAPÍTULO II: DISEÑO DEL SISTEMAS.

| | | |
|-------|---|----|
| 2.1 | Estudios de PNT en tableros de medidores del edificio Acrópolis. | 70 |
| 2.2 | Obtención del porcentaje de pérdidas no técnicas | 72 |
| 2.2.1 | Análisis de datos | 72 |
| 2.2.2 | Comparación de datos | 75 |
| 2.3 | Diseño del sistema de control de barras que alimentan al condominio | 76 |
| 2.3.1 | Esquema de conexiones del Circuito de Potencia. | 80 |
| 2.4 | Diseño del sistema de gestión de señales digitales. | 81 |
| 2.4.1 | Crystal MEC 11.0592 | 85 |
| 2.4.2 | Pasos para programar el microcontrolador ATMEGA 16 | 86 |
| 2.5 | Diagrama de flujo general del sistema de gestión de señales digitales | 91 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 2.6 | Esquema de conexiones del Circuito de Control. | 92 |
| 2.7 | Llave digital para habilitación de intervención en tableros. | 93 |
| 2.7.1 | Conexión del teclado | 93 |
| 2.7.2 | Conexión de la pantalla LCD | 95 |
| 2.7.3 | Diagrama de flujo del sistema de la llave digital | 97 |
| 2.8 | Sistema de actuación sobre el circuito de apertura de barras mediante contactores. | 97 |
| 2.8.1 | Relés | 98 |
| a. | Características generales | 98 |
| 2.8.2 | Optoacopladores | 99 |
| a. | Características principales | 99 |
| b. | Aplicaciones | 99 |
| 2.8.3 | Transistor 2N3904 | 100 |
| 2.8.4 | Cálculos | 100 |
| 2.9 | Sistema de disparo de alarma ante intrusión ilícita y reset de la misma. | 102 |
| 2.10 | Sistema de código de tablero y apertura. | 103 |
| 2.11 | Sistema de transferencia de código de tablero y señal de apertura ilícita. | 104 |
| 2.12 | Interfaz de conexión GPRS para transmisión de datos. | 108 |
| 2.13 | Conexiones | 109 |
| 2.13 | Circuito de alarma simple. | 109 |
| 2.14 | Programa para control desde PC. | 111 |
| 2.15 | Selección del lenguaje de programación. | 111 |
| 2.16 | Instalación del programa en un terminal de computador. | 112 |

CAPÍTULO III: PRUEBAS DE PLAN PILOTO DEL SISTEMA

| | | |
|-----|---|-----|
| 3.1 | Pruebas de conexión del modem. | 121 |
| 3.2 | Pruebas de tiempos de respuesta. | 124 |
| 3.3 | Pruebas de funcionamiento del modem. | 125 |
| 3.4 | Pruebas de funcionamiento de la comunicación. | 126 |
| 3.5 | Pruebas de activación de los relés de control | 127 |

CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DE COSTOS Y RESULTADOS DEL SISTEMA

| | | |
|-----|--|-----|
| 4.1 | Costo del proyecto. | 130 |
| 4.2 | Monitoreo de los tableros. | 132 |
| 4.3 | Análisis de resultado | 134 |
| 4.4 | Proyección de costos y análisis de viabilidad del proyecto global para la EERSA. | 135 |

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

| | | |
|-----|------------------|-----|
| 5.1 | Conclusiones. | 138 |
| 5.2 | Recomendaciones. | 140 |

| | |
|--------------|-----|
| BIBLIOGRAFÍA | 142 |
|--------------|-----|

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1 Derivaciones evidentes en los conductores de servicio, del tipo fija. | 3 |
| Figura 1.2 derivaciones ocultas, se puede apreciar los conductores de servicio. | 3 |
| Figura. 1.3 Cambio de polaridad en las entradas del medidor, medidor virado. | 4 |
| Figura. 1.4 Frenado forzado del disco o rotor del medidor de energía eléctrica. | 5 |
| Figura. 1.5 Intervenciones de las señales de corriente. | 6 |
| Figura 1.6 Tablero de medidores. | 7 |
| Figura 1.7 Gabinete de Barras | 8 |
| Figura 1.8 Gabinete de Medidores | 8 |
| Figura 1.9 Contactor de AC. | 9 |
| Figura 1.10 Electroimán. | 10 |
| Figura 1.11 Bobina. | 10 |
| Figura 1.12 Núcleo | 11 |
| Figura 1.13 Ubicación de la Espira de sombra. | 12 |
| Figura 1.14 Diagrama de un relé. | 14 |
| Figura 1.15 Disposición de contactos y su nomenclatura. | 16 |
| Figura 1.16 Secuencia de información. | 16 |
| Figura 1.17 Esquema interno de un optoacoplador. | 17 |
| Figura 1.18 Representación de una señal digital. | 19 |
| Figura 1.19 Sensor Magnético con reed switch | 24 |
| Figura 1.20 Alarma magnética | 25 |
| Figura 1.21 Dimensiones Visualizador | 28 |
| Figura 1.22 Teclado Membrana | 30 |
| Figura 1.23 Esquema eléctrico, teclado 4x3. | 31 |

| | |
|---|----|
| Figura 1.24 Tarjeta SIM. Tamaño 25x15x0.76 mm | 37 |
| Figura 1.25 Estructura interna de una tarjeta SIM. | 38 |
| Figura 1.26 Modem GSM | 46 |
| Figura 1.27. Identificación de pines de un conector DB9. | 50 |
| Figura 1.28 Conexión Modem-PC | 51 |
| Figura 1.29 Conexión Modem-uC | 52 |
| Figura 1.30 MAX232 | 53 |
| Figura 1.31 Ventana del compilador BASCOM AVR | 63 |
| Figura 2.1. Esquema de ubicación del Edificio Acrópolis. | 71 |
| Figura 2.2 Corriente registrada en la fase X1. | 74 |
| Figura 2.3 Corriente registrada en la fase X2. | 74 |
| Figura 2.4. Esquema de conexión del contactor. | 78 |
| Figura 2.5 Contactor de 4 polos NC. | 78 |
| Figura 2.6 Sustitución de la bobina | 79 |
| Figura 2.7 Esquema de conexión del circuito de potencia. | 80 |
| Figura 2.8. Señales en la red GSM. | 81 |
| Figura 2.9 Diagrama de bloques – Atmega164P | 82 |
| Figura 2.10 Descripción de Pines del Módulo microcontrolador ATmega16 | 83 |
| Figura 2.11 Selección de Crystal 11.0592 MHz. | 85 |
| Figura 2.12 Líneas de programación del microcontrolador. | 86 |
| Figura 2.13 Forma de compilar el programa | 87 |
| Figura 2.14 Guardar el programa | 87 |
| Figura 2.15 Software PROGISP | 88 |
| Figura 2.16 Valores prefijados | 89 |
| Figura 2.17 Selección de cristal | 89 |
| Figura 2.18 Cargar programación al microcontrolador | 90 |
| Figura 2.19 Esquema circuito de control | 92 |
| Figura 2.20 Conexión del teclado a microcontrolador ATMEGA. | 94 |

| | |
|---|-----|
| Figura 2.21 Configurar pantalla LCD | 95 |
| Figura 2.22 Parámetros de configuración | 96 |
| Figura 2.23 Configuración al programar | 96 |
| Figura 2.24 Esquema de terminales del 4N25 | 99 |
| Figura 2.25 Esquema de conexiones entre el microcontrolador, el 4N25 y el relé. | 101 |
| Figura 2.26 Conexiones del relé hacia contactores | 101 |
| Figura 2.27 Conexión de los sensores magnéticos | 102 |
| Figura 2.28 Ingreso del número telefónico del receptor en el microcontrolador. | 103 |
| Figura 2.29 Software de Control de tableros de Medidores. | 105 |
| Figura 2.30 Pantalla de Ingreso de clave para el acceso | 105 |
| Figura 2.31 Cambio de clave | 106 |
| Figura 2.32 Ingreso nueva clave | 106 |
| Figura 2.33 Envío de nueva clave | 107 |
| Figura 2.34 Confirmación de cambio de clave correctamente | 107 |
| Figura 2.35 Conexiones del MAX 232 | 109 |
| Figura 2.36 Conexión de los dos sensores magnéticos en serie | 110 |
| Figura 2.37 Mensaje de notificación de alarma encendida | 111 |
| Figura 2.38 Guardar proyecto de Visual Basic | 113 |
| Figura 2.39 Generar archivo .exe | 113 |
| Figura 2.40 Asistente para empaquetado | 114 |
| Figura 2.41 Empaquetar | 115 |
| Figura 2.42 Proceso de empaquetado | 115 |
| Figura 2.43 Creación de carpeta Empaquetado | 116 |
| Figura 2.44 Selección de archivos a incluir en el empaquetado | 117 |
| Figura 2.45 Archivo Setup | 117 |
| Figura 2.46 Instalación de Software | 118 |
| Figura 2.47 Icono de instalación | 118 |

| | |
|---|-----|
| Figura 2.48 Instalación correcta | 119 |
| Figura 2.49 Software instalado correctamente | 119 |
| Figura 2.50 Pantalla de Inicio del programa | 120 |
| Figura 3.1 Disponibilidad del modem | 121 |
| Figura 3.2 Comunicación del modem | 121 |
| Figura 3.3 Estado del modem | 122 |
| Figura 3.4 Calidad de señal GSM | 122 |
| Figura 3.5 Comunicación bidireccional | 123 |
| Figura 3.6 Comunicación de la central | 123 |
| Figura 3.7 Mensaje en el display al energizar el circuito | 125 |
| Figura 3.8 Mensaje en el display cuando los módems se encuentran conectados | 125 |
| Figura 3.9 Mensaje de confirmación de módems conectados | 126 |
| Figura 3.10 Cuadro de texto que indica que el mensaje se ha enviado correctamente | 126 |
| Figura 3.11 Mensaje indicador que el estado de inicialización se completó | 127 |
| Figura 3.12 Activación de los relés de las zonas generales | 127 |
| Figura 3.13 Relés físicos activados | 128 |
| Figura 3.14 Todos los relés activados en Visual Basic | 128 |
| Figura 3.15 Todos los relés físicos activados | 129 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1.1 Especificaciones técnicas. | 27 |
| Tabla 1.2 Configuración de pines. | 29 |
| Tabla 1.3 Parámetros | 29 |
| Tabla 1.4 Bandas de frecuencias | 48 |
| Tabla 1.5 Características de interface. | 49 |
| Tabla 1.6 Características de energía | 49 |
| Tabla 1.7 Características Físicas. | 49 |
| Tabla 1.8 Funcionamiento de los leds del modem | 50 |
| Tabla 1.9 Pines para conectar a PC | 51 |
| Tabla 1.10 Pines para conectar a uC | 52 |
| Tabla 1.11 Caracteres especiales | 64 |
| Tabla 1.12. Operadores de Relación | 68 |
| Tabla 1.13 Operadores lógicos. | 68 |
| Tabla 2.1 Datos de lectura de medidores | 73 |
| Tabla 2.2 Datos resumidos de registrador | 74 |
| Tabla. 2.3 Energía consumida y no registrada | 75 |
| Tabla 2.4. Valores obtenidos de registrador ECAMEC 313. | 77 |
| Tabla 2.5 Especificaciones técnicas del teclado | 93 |
| Tabla 2.6 Características del relé HK3FF | 98 |
| Tabla 2.7 Capacitancias recomendadas para conexión. | 109 |
| Tabla 3.1 Tiempos de respuesta de operadora celular MOVISTAR (segundos). | 124 |
| Tabla 4.1 Costo de los materiales y equipos utilizados | 130 |
| Tabla 4.2 Costo de los diferentes insumos | 131 |
| Tabla 4.3 Costo del paquete de mensajería | 131 |
| Tabla 4.4 Costo de la mano de obra | 131 |
| Tabla 4.5 Datos de lectura de medidores al 01 de Febrero de 2013 | 132 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 4.6 Datos de lectura de medidores al 01 de Marzo de 2013 | 133 |
| Tabla 4.7 Datos obtenidos del registrador de energía | 134 |
| Tabla. 4.8 Energía consumida y no registrada | 134 |
| Tabla. 4.9 Energía recuperada | 135 |
| Tabla. 4.10 Recuperación monetaria de energía en forma anual. | 135 |
| Tabla. 4.11 Proyección de gastos. | 136 |
| Tabla. 4.12 Proyección de recuperación | 136 |
| Tabla. 4.13 Proyección de recuperación | 137 |

Resumen

El presente proyecto tiene como propósito el diseño y la implementación de un sistema de control in situ y remoto por vía GSM/GPRS, sobre la manipulación no autorizada sobre los tableros de medidores de la Empresa Eléctrica Riobamba SA., con lo cual se controlaría las intrusiones de terceros, disminuyendo Pérdidas No Técnicas, ya que al limitar y hasta eliminar la posibilidad de hurtos, fraudes, y reconexiones ilegales, se minimiza y elimina las Pérdidas No Técnicas con lo que se recupera los valores monetarios respectivos en cuanto a energía consumida y no facturada.

Dicho sistema deberá proveer una señal de alarma, que se transmitirá en forma remota vía GSM a una central PC de la Empresa Eléctrica, a la vez que desconecta las barras principales del tablero una vez se haya desarrollado una intrusión no permitida por la empresa, tanto en el gabinete de medidores como en el de barras.

Además deberá permitir la desconexión/conexión del suministro energético en forma remota a los usuarios que adeuden a la EERSA, mediante un telemando con soporte informático, es decir, a través de una aplicación de computadora.

Summary

This project is to design and implement a control system and remote site via GSM / GPRS, about unauthorized tampering of meter boards of Riobamba Electric Company SA., Which would control the intrusions of others, reducing nontechnical losses, limiting and even eliminating the possibility of theft, fraud, and illegal reconnections, we minimize and eliminate non-technical losses thereby retrieves the respective monetary values in terms of energy consumption and unbilled.

The system must provide an alarm signal, which is transmitted remotely via GSM to a central PC of the Electric Company, at the same time the main bars of the board are disconnected once an impermissible intrusion by the company has been developed, both meter in the cabinet and in the bar.

It must also allow disconnection / connection of energy supply in remotely to users who owed to the EERSA, supported by a remote computer, through a computer application.

I.- INTRODUCCIÓN

En el ámbito nacional e internacional, el robo de energía genera pérdidas millonarias a las empresas eléctricas distribuidoras, representando una reducción de sus ingresos por los consumos no facturados, incrementos de gastos por la compra de energía y transporte, reducción de la disponibilidad de la capacidad instalada y reducción del periodo de vida útil de sus equipos.

Este incremento en los costos de las empresas distribuidoras, generalmente es trasladado a los usuarios, reflejándose en elevados valores de las tarifas eléctricas.

En nuestro país el uso no autorizado de energía es un delito y como tal, es considerado como una materia de seguridad pública, de tal suerte que los casos que son descubiertos y normalizados, previa investigación, representan verdaderos riesgos que pueden conducir a daños en la propiedad privada, daños personales e inclusive la muerte.

El problema básico radica en la presencia de sistemas eléctricos obsoletos o no estandarizados y sin control alguno, la falta de inversión, la falta de compromisos corporativos, el desorden administrativo, la cultura hacia el uso no autorizado de energía “robo” arraigada en los clientes por la falta de medidas que minimicen su incidencia, todos estos derivados del caos en que se desarrolló o se sigue desarrollando el proceso de electrificación de los diferentes niveles de gestión involucrados.

Para optimizar el Control y la Reducción de las Perdidas de Energía, es imprescindible mejorar e intensificar las técnicas de supervisión y el control de consumo de energía de los diferentes clientes y de los sistemas de medición utilizados, manteniendo para el efecto grupos debidamente autorizados y capacitados

para la recuperación de energía, mal registrada en algunos casos, mal facturada en otros casos o ilícitamente utilizada por los diferentes estratos.

II.- ANTECEDENTES

La Empresa Eléctrica Riobamba SA. cuenta con varios estudios de PNT desarrollados en años anteriores en el Departamento de Control de Pérdidas, los que demuestran el valor monetario que la empresa deja de percibir por este concepto, en tableros de medidores de edificios y de condominios residenciales.

Hay que acotar que hasta el actual momento, los posibles mecanismos que se ofertan en el mercado, los que permitirían controlar PNT en tableros de medidores, son demasiado costosos, básicamente por el equipo instalado en el terminal de control y el software asociado en el centro remoto, por lo que es sumamente rentable la idea de un sistema económico, de fácil instalación y con total control por parte de la misma empresa eléctrica.

III.- OBJETIVO GENERAL

DISEÑAR E IMPLEMENTAR UN PROTOTIPO PARA MONITOREO Y CONTROL REMOTO MEDIANTE UN SISTEMA GSM/GPRS, DE TABLEROS DE MEDIDORES COMERCIALES DE LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A.

IV.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información sobre las pérdidas no técnicas referente a tableros de medidores del edificio donde se instalará el prototipo.
- Procesar los datos obtenidos y observar que cantidad de PNT presenta el edificio.

- Diseñar un sistema de cierre/apertura de barras de servicio en tableros de medidores del edificio.
- Diseñar un sistema de conexión/desconexión remoto en las líneas de alimentación en los medidores en forma individual para todos los usuarios.
- Crear un control digital con seguridad (llave) que debe permitir la apertura de los tableros sin acción sobre las barras.
- Emplear un sistema de comunicación GSM/GPRS que permita gestionar señales de alarma, apertura y cierre de barras en remoto desde un terminal de computador cualquiera ubicado en las oficinas centrales (Departamento de Control de Pérdidas).
- Realizar la simulación del monitoreo, control y comunicación.
- Implementar los sistemas y realizar las pruebas de campo respectivas de todos los equipos.

V.- JUSTIFICACIÓN

Al poder controlar la intrusión no autorizada de terceras personas, capacitadas o no, en los tableros de medidores de la EERSA, se controla el normal proceso de facturación, mismo que se ve afectado cuando las PNT o la morosidad se hacen manifiestas, y determinan valores que la empresa no percibe, es decir, la empresa pierde dinero que al contrario se reporta como consumido al Sistema Nacional Interconectado de nuestro país.

El gobierno tiene dedicados importantes recursos para proyectos de control de pérdidas en la empresas de distribución, debido a que es una necesidad que tiene que solucionarse por interés nacional, ya que actualmente la energía eléctrica se considera un bien de propiedad pública.

La implementación de éste proyecto resolverá un problema social, que no ocurre sólo en la EERSA sino que se repite en todas las empresas a nivel nacional por lo tanto servirá de modelo para en un futuro no muy lejano poder efectuar la instalación de dicho sistema donde se lo requiera.

VI.- ALCANCES Y METAS

- Poseer datos de estudios de PNT actuales y anteriores sobre algunos condominios y edificios proporcionados por la EERSA.
- Determinar los parámetros de diseño.
- Contar con el sistema eficaz de cierre/apertura instalado en el tablero del condominio o edificio.
- Evitar la conexión/desconexión manualmente de las líneas de alimentación en los medidores en forma individual mediante un telemando con soporte informático.
- Permitir la apertura autorizada del personal de la EERSA del tablero para mantenimiento, revisión, control, etc., sin accionar las barras mediante una llave electrónica instalada en el lugar seleccionado.
- Disponer de una interfaz de comunicación, permitiéndonos la apertura/cierre de las barras en forma remota desde la central.
- Instalar los equipos en el tablero de medidores y en el centro de mando (Oficina de Pérdidas no Técnicas).
- Comprobar el normal funcionamiento de todos los sistemas.
- Elaborar un manual de Operación y Mantenimiento de los distintos módulos.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 PÉRDIDAS TÉCNICAS¹

Estas pérdidas se deben a la energía consumida por los equipos relacionados a los procesos de generación, transmisión y distribución, la misma que no es facturada. Es un fiel reflejo del estado y la ingeniería de las instalaciones eléctricas, dependen básicamente, del grado de optimización de la estructura del sistema eléctrico, y de las políticas de operación y mantenimiento. Su mayor concentración, es ocasionada por la transmisión de energía eléctrica por medio de conductores, transformadores y otros equipos del sistema de distribución (efecto Joule), así como por las ocasionadas en las líneas de transmisión por el efecto corona.

1.2 PÉRDIDAS NO TÉCNICAS

Relacionadas principalmente con la ineficiencia de los sistemas de medición, de control, facturación y recaudación, así como los errores administrativos, y del grado de automatización de los procesos de comercialización y atención al cliente. Son el resultado de la utilización ilegal de la energía, convirtiéndose en pérdidas financieras para las empresas distribuidoras. Las pérdidas no técnicas, también denominadas pérdidas negras, están compuestas por:

- Accidentales, las cuales tienen su origen en el mal uso u operación de los elementos y equipos de los circuitos eléctricos, tal es el caso de un conexionado erróneo.
- Administrativas, energía que por algún motivo no se contabiliza: usuarios sin medidores (tomas directas), ferias, etc.
- Fraudulentas, referidas a la energía que toman algunos consumidores evitando algún mecanismo pasar por los medidores de la compañía de electricidad.

¹ <http://www.slideshare.net/albertama/control-de-perdidas-de-energia>

Es posible obtener un buen control de las pérdidas no técnicas a través de procedimientos de diseño y automatización para el dimensionamiento óptimo de los elementos y equipos de los circuitos eléctricos para que las pérdidas por este concepto se puedan llevar a niveles aceptables.

1.3 TIPOS DE DESVIACIÓN DE ENERGÍA

Existen tres tipos de desviación de energía. El primer tipo de desviación, involucra derivaciones ilegales de toda o parte de la energía que debe de registrar el medidor. El segundo tipo de desviación, involucra alteraciones eléctricas o mecánicas del medidor o de los equipos de medición, con la finalidad de alterar el registro y la facturación de la energía consumida y el tercer tipo de desviación, involucra conexiones varias.

1.3.1 PRIMER TIPO: Perforación de los conductores de servicio

Uno de los métodos más comunes de desviar energía del registrador del medidor sea este electromecánico o electrónico, es utilizar derivaciones ilegales, mediante la instalación de líneas adicionales, perforando para el efecto los conductores de servicio. Este tipo de metodología, se la realiza tanto en los conductores que se encuentran a la intemperie como en aquellos conductores que son transportados por tubería empotrada en pared o en la acera, generalmente la carga que se conecta a la derivación ilegal resultando una reducción en el orden del 25% al 50% del total consumo esperado.

Existen diversos tipos de derivaciones ilegales, los más comunes son:

a. Derivaciones evidentes

Son aquellas conexiones fraudulentas, fuera del registro del medidor, efectuadas en los conductores de servicio aéreo (Figura 1.1), fácilmente observables. Pueden ser del tipo fija o del tipo removible.



Figura 1.1 Derivaciones evidentes en los conductores de servicio, del tipo fija.

b. Derivaciones ocultas

Son aquellas conexiones fraudulentas, fuera del registro del medidor, efectuadas de manera ingeniosa en los conductores de servicio, sean sistemas aéreos o subterráneos, difícilmente observables (Figura 1.2), que requieren de ciertos equipos especiales para su detección.



Figura 1.2 derivaciones ocultas, se puede apreciar los conductores de servicio.

1.3.2 SEGUNDO TIPO: Alteración del medidor o equipos de medición

Uno de los métodos más comunes de desviar energía la energía, es manipulando el medidor, efectuando para el efecto alteraciones de sus características eléctricas y/o mecánicas, deflagrando de esta manera sus puntos vulnerables. Este tipo de metodología, se la realiza tanto en el medidor como en los equipos asociados a la

medición, generalmente la desviación de energía, resulta una reducción en el orden del 25% al 75 % del total del consumo de energía.

Las alteraciones más comunes son:

a. Cambio de la polaridad en las entradas del medidor (electromecánico o electrónico)

Este es uno de los métodos más sencillos y más comúnmente utilizado para desviar el registro de energía. Básicamente, el método consiste en virar el medidor. Si el medidor es instalado correctamente, el registro por consumo de energía se incrementará, caso contrario se reducirá, produciéndose lo que se conoce con el nombre de “retroceso del registro” (Figura. 1.3).



Figura. 1.3 Cambio de polaridad en las entradas del medidor, medidor virado.

La aplicación de la presente metodología de desviación de energía, es fácilmente detectable, debido a que es visualmente obvia, pues el sello de seguridad del módulo de medición deberá ser violentado, adicionalmente, los terminales, bayonetas del medidor, mostrarán rayaduras, ocasionadas por el

desgaste producido como consecuencia de la continua fricción de las bayonetas del medidor con los terminales de la base socket.

b. Frenado del disco del medidor

Otro punto vulnerable en un medidor de energía eléctrica (tipo electro-mecánico), es el disco. El disco o rotor, es la porción móvil del medidor, la misma que se encuentra soportada en el entrehierro, por un sistema de rulímanes que le proporcionan una suspensión sin fricción, libre para girar debido a las corrientes voltimétricas y de flujo que interactúan sobre él. El disco está compuesto de un metal liviano, usualmente aluminio, que es un excelente conductor.

Si el disco o rotor del medidor puede ser retardado o impedido de girar, el medidor no registrará el total de la energía utilizada por el consumidor. Una manera de afectar la rotación del disco del medidor, es simplemente prevenir de forma periódica su movimiento (Figura. 1.4), sin embargo para hacer esto, deben romperse los sellos del fleje o módulo de medición y de la cubierta o tapa de vidrio.



Figura. 1.4 Frenado forzado del disco o rotor del medidor de energía eléctrica.

1.3.3. TERCER TIPO: Intervenciones varias

Para el caso de las mediciones de tipo indirecta en bajo voltaje en registradores de energía electromecánicos o electrónicos, se utilizan transformadores de corriente de tipo ventana, los mismos que cuentan con un dispositivo tipo pivote con la finalidad de cortocircuitar los terminales secundarios de los TC's, como dispositivo de seguridad. Este pivote, previsto por el fabricante, es una pieza metálica de bronce fornido, cuya posición tiene que ser vertical, cuando los transformadores de corriente se encuentren en operación, en caso de encontrarse en posición horizontal (Figura. 1.5), cortocircuitando los terminales secundarios de los TC's, se estarían prácticamente eliminando las señales de corriente que debería recibir el medidor de energía eléctrica.



Figura. 1.5 Intervenciones de las señales de corriente.

1.4 TABLEROS DE MEDIDORES

Es un cajón metálico cerrado con puertas de acceso (Figura 1.6), que se utiliza cuando se requiere instalar 4 medidores en un solo predio y que está compuesto por tres compartimientos para alojar en su orden los siguientes equipos y dispositivos eléctricos:

- *Gabinete de barras*: Seccionadores y barras multiconectoras para distribución.
- *Gabinete de medidores*: Equipos de medición.
- Disyuntores.²



Figura 1.6 Tablero de medidores.

² Norma Ecuatoriana De Construcción NEC-10 Parte 9-1 Instalaciones Eléctricas en Bajo Voltaje

1.4.1 Gabinete de barras

Es aquel que en su interior posee barras de cobre conectadas directamente a las bajantes del transformador y que distribuyen la energía hacia los distintos medidores (Figura 1.7).



Figura 1.7 Gabinete de Barras

1.4.2 Gabinete de medidores

Es aquel que en su interior aloja a los medidores (Figura 1.8), posee una entrada directa desde las barras de distribución y una salida hacia el gabinete de breakers.



Figura 1.8 Gabinete de Medidores

1.5 SISTEMA DE CONTROL DE ENERGÍA PARA EL GABINETE DE BARRAS EN TABLEROS DE MEDIDORES

1.5.1 Contactores³

Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción (Figura 1.9).



Figura 1.9 Contactor de AC.

a. Partes Principales

a.1 Electroimán

Es el elemento motor del contactor, compuesto por una serie de dispositivos, los más importantes son el circuito magnético y la bobina (Figura 1.10); su finalidad es transformar la energía eléctrica en magnetismo, generando así un campo magnético muy intenso, que provocará un movimiento mecánico.

³ <http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>

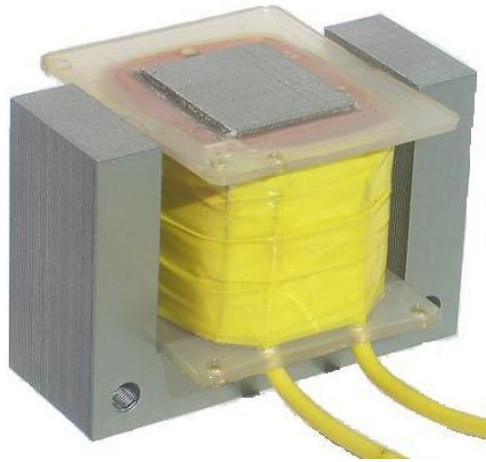


Figura 1.10 Electroimán.

a.2 Bobina

Es un arrollamiento de alambre de cobre muy delgado (Figura 1.11) con un gran número de espiras, que al aplicársele tensión genera un campo magnético. Éste a su vez produce un campo electromagnético, superior al par resistente de los muelles, que a modo de resortes, separan la armadura del núcleo, de manera que estas dos partes pueden juntarse estrechamente. Cuando una bobina se alimenta con corriente alterna la intensidad absorbida por esta, denominada corriente de llamada, es relativamente elevada, debido a que en el circuito solo se tiene la resistencia del conductor.



Figura 1.11 Bobina.

Esta corriente elevada genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo puede atraer a la armadura y a la resistencia mecánica del resorte o muelle que los mantiene separados en estado de reposo. Una vez que el circuito magnético se cierra, al juntarse el núcleo con la armadura, aumenta la impedancia de la bobina, de tal manera que la corriente de llamada se reduce, obteniendo así una corriente de mantenimiento o de trabajo más baja.

a.3 Núcleo

Es una parte metálica, de material ferromagnético, generalmente en forma de E (Figura 1.12), que va fijo en la carcasa. Su función es concentrar y aumentar el flujo magnético que genera la bobina (colocada en la columna central del núcleo), para atraer con mayor eficiencia la armadura.

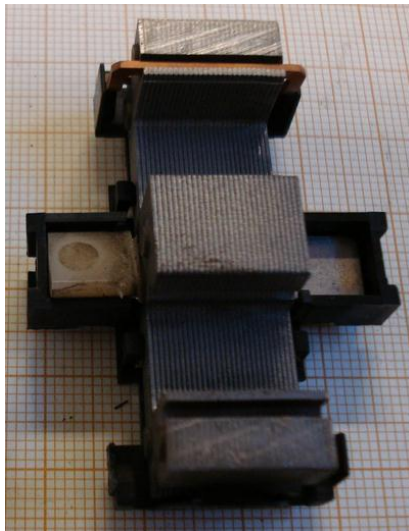


Figura 1.12 Núcleo

a.4 Espira de sombra

Forma parte del circuito magnético, situado en el núcleo de la bobina (Figura 1.13), y su misión es crear un flujo magnético auxiliar desfasado 120° con respecto al flujo principal, capaz de mantener la armadura atraída por el núcleo evitando así ruidos y vibraciones.

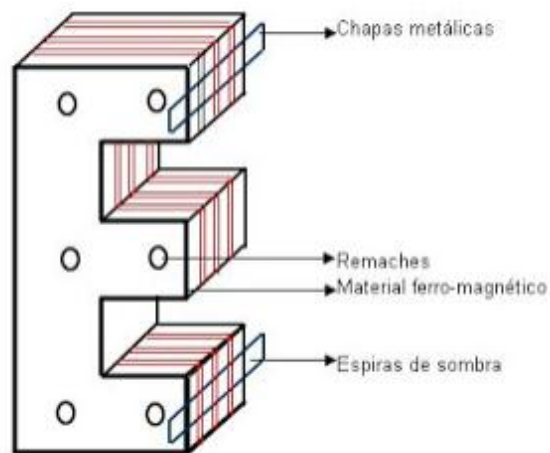


Figura 1.13 Ubicación de la Espira de sombra.

b. Funcionamiento

Cuando la bobina del contactor queda excitada por la circulación de la corriente, esta mueve el núcleo en su interior y arrastra los contactos principales y auxiliares, estableciendo a través de los polos, el circuito entre la red y el receptor. Este arrastre o desplazamiento puede ser:

- Por rotación, pivote sobre su eje.
- Por traslación, deslizándose paralelamente a las partes fijas.
- Combinación de movimientos, rotación y traslación.

Cuando la bobina deja de ser alimentada, abre los contactos por efecto del resorte de presión de los polos y del resorte de retorno de la armadura móvil. Si se debe gobernar desde diferentes puntos, los pulsadores de marcha se conectan en paralelo y el de parada en serie.

c. Clasificación por la categoría de servicio

Las aplicaciones de los contactores, en función de la categoría de servicio, son:

- **AC1** ($\cos \varphi \geq 0,9$): cargas puramente resistivas para calefacción eléctrica. Son para condiciones de servicio ligeros de cargas no inductivas o débilmente inductivas, hornos de resistencia, lámparas de incandescencia, calefacciones eléctricas. No para motores.
- **AC2** ($\cos \varphi = 0,6$): motores síncronos (de anillos rozantes) para mezcladoras centrífugas.
- **AC3** ($\cos \varphi = 0,3$): motores asíncronos (rotor jaula de ardilla) en servicio continuo para aparatos de aire acondicionado, compresores, ventiladores.
- **AC4** ($\cos \varphi = 0,3$): motores asíncronos (rotor jaula de ardilla) en servicio intermitente para grúas, ascensores.

1.5.2 Relé⁴

Un relé es un interruptor accionado eléctricamente. La corriente que fluye a través de la bobina del relé crea un campo magnético que atrae a una palanca y cambia los contactos del interruptor. La corriente de la bobina puede estar encendiendo o apagando si los relés tienen dos posiciones del interruptor, la mayoría son de doble cambio del interruptor como se muestra en la figura 1.14.

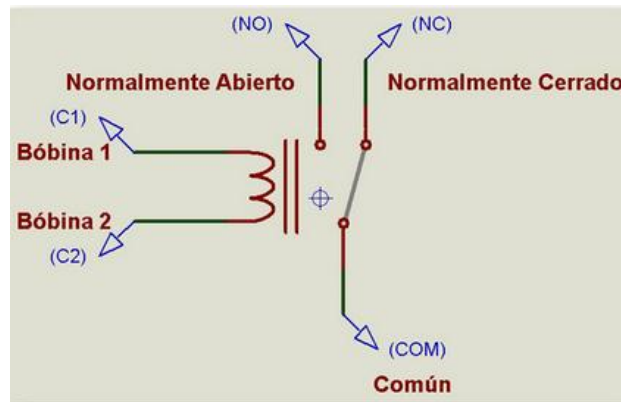


Figura 1.14 Diagrama de un relé.

Los relés permiten a un circuito conmutar un segundo circuito que puede estar completamente separado del primero. Por ejemplo, un circuito de baja tensión de batería se puede utilizar un relé para conmutar un circuito de corriente 230V AC. No hay conexión eléctrica en el interior del relé entre los dos circuitos, el enlace es magnético y mecánico.

Las bobinas del relé suelen producir 'picos' de tensión breves, lo que puede destruir los transistores y circuitos integrados en el circuito. Para evitar daños, debe conectar un diodo de protección a través de la bobina del relé.

⁴ <http://www.kpsec.freeuk.com/components/relay.htm>

a. La elección de un relé:

Se debe tener en cuenta varias características al elegir un relé:

- **El tamaño físico y la disposición de las patillas:** Si se elige un relé para una PCB (printed circuit board) ya existente se debe asegurar que sus dimensiones y disposición de las patillas son adecuados. Se debe encontrar esta información en el catálogo del proveedor.
- **Tensión de la bobina:** La tensión y resistencia debe ser adecuado para el circuito de alimentación de la bobina del relé. Muchos relés tienen un nominal de bobina para un suministro de 12 V pero relés de 5V y 24V hay también disponibles. Algunos relés funcionan perfectamente bien con una tensión de alimentación que es un poco inferior a su valor nominal.
- **Resistencia de la bobina:** El circuito debe ser capaz de suministrar la corriente requerida por la bobina del relé. Se puede utilizar la ley de Ohm para calcular la corriente, pero si la corriente es demasiada para ser proporcionada por el circuito integrado, se requerirá un transistor para amplificar la corriente.
- **Clasificaciones de conmutación (tensión y corriente):** Los contactos del relé de conmutación debe ser adecuado para el circuito a controlar (Figura 1.16).
- **Cambio de disposición de contacto (SPDT, DPDT, etc.):** La mayoría de los relés SPDT o DPDT que a menudo se describe como "cambio de polo único" (SPCO) o "cambio de polo doble" (DPCO), como se muestra en la Figura 1.15.

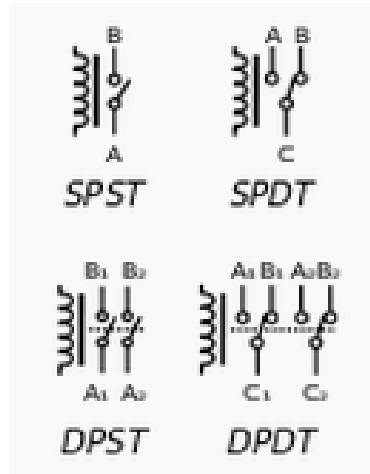


Figura 1.15 Disposición de contactos y su nomenclatura

b. Ventajas del Relé

- Permite el control de un dispositivo a distancia. No se necesita estar junto al dispositivo para hacerlo funcionar.
- Es activado con poca corriente, sin embargo puede activar grandes máquinas que consumen gran cantidad de corriente.
- Con una sola señal de control, puedo controlar varios relés a la vez.⁵

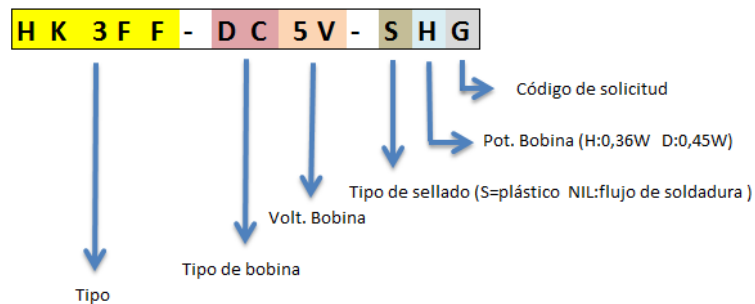


Figura 1.16 Secuencia de información

⁵ http://www.unicrom.com/Tut_relay.asp

1.6 SISTEMA DE AISLAMIENTO

1.6.1 Optoacoplador

También llamado optoaislador o aislador acoplado ópticamente, es un dispositivo de emisión y recepción que funciona como un interruptor excitado mediante la luz emitida por un diodo LED que satura un componente optoelectrónico, normalmente en forma de fototransistor o fototriac. De este modo se combinan en un solo dispositivo semiconductor, un fotoemisor y un fotoreceptor cuya conexión entre ambos es óptica. Estos elementos se encuentran dentro de un encapsulado que por lo general es del tipo DIP(Dual in-line package). Se suelen utilizar para aislar eléctricamente a dispositivos muy sensibles.

a. Funcionamiento

La señal de entrada es aplicada al fotoemisor y la salida es tomada del fotoreceptor (Figura 1.17). 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.

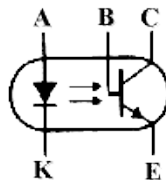


Figura 1.17 Esquema interno de un optoacoplador

Los fotoemisores que se emplean en los optoacopladores de potencia son diodos que emiten rayos infrarrojos (IRED) y los fotoreceptores pueden ser tiristores o transistores.

Cuando aparece una tensión sobre los terminales del diodo IRED, este emite un haz de rayos infrarrojo que transmite a través de una pequeña guía-ondas de

plástico o cristal hacia el fotoreceptor. La energía luminosa que incide sobre el fotoreceptor hace que este genere una tensión eléctrica a su salida. Este responde a las señales de entrada, que podrían ser pulsos de tensión.

b. Ventajas

La ventaja fundamental de un optoacoplador es el aislamiento eléctrico entre los circuitos de entrada y salida. Mediante el optoacoplador, el único contacto entre ambos circuitos es un haz de luz. Esto se traduce en una resistencia de aislamiento entre los dos circuitos del orden de miles de $M\Omega$. Estos aislamientos son útiles en aplicaciones de alta tensión en las que los potenciales de los dos circuitos pueden diferir en varios miles de voltios y también ofrece otras ventajas, por ejemplo:

- Vida larga
- Sin rebote del contacto
- Baja potencia de funcionamiento
- Tamaño óptimo⁶

1.7 SISTEMA DE SEÑALES DIGITALES

Una señal digital es aquella que muestra una variación no continua con el tiempo y que sólo puede tener ciertos valores discretos (Figura 1.18). Como por ejemplo el funcionamiento ordenador, usa lógica de dos estados representados por dos niveles de tensión eléctrica, uno alto, H y otro bajo, L (de High y Low, respectivamente, en inglés). Por abstracción, dichos estados se sustituyen por ceros y unos, lo que facilita

⁶ <http://www.uv.es/marinjl/electro/opto.html#1>

la aplicación de la lógica y la aritmética binaria. Si el nivel alto se representa por 1 y el bajo por 0, se habla de lógica positiva y en caso contrario de lógica negativa.⁷

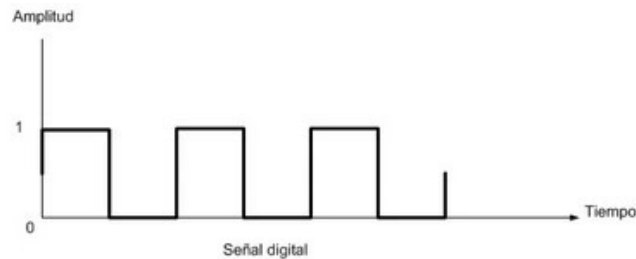


Figura 1.18 Representación de una señal digital

1.7.1 Ventajas de las señales digitales

- Ante la atenuación, puede ser amplificada y reconstruida al mismo tiempo, gracias a los sistemas de regeneración de señales.
- Cuenta con sistemas de detección y corrección de errores, en la recepción.
- Facilidad para el procesamiento de la señal. Cualquier operación es fácilmente realizable a través de cualquier software de edición o procesamiento de señal.

1.7.2 Desventajas de las señales digitales

- Necesita una conversión analógica-digital previa y una decodificación posterior en el momento de la recepción.
- Requiere una sincronización precisa entre los tiempos del reloj del transmisor con respecto a los del receptor.
- Pérdida de calidad del muestreo.⁸

⁷ <http://iwee.wikispaces.com/Informatica>.

⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Se%C3%B1al_digital

1.8 MICROCONTROLADORES

Un microcontrolador es un circuito integrado que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada y salida.⁹

El funcionamiento de los microcontroladores está determinado por el programa almacenado en su memoria. Este puede escribirse en distintos lenguajes de programación. Además, la mayoría de los microcontroladores actuales pueden reprogramarse repetidas veces.¹⁰

1.8.1 Características

- Unidad de Procesamiento Central (CPU): Típicamente de 8 bits, pero también las hay de 4, 32 y hasta 64 bits, con memoria de datos separada de la memoria de instrucciones de programa.
- Memoria de Programa: Es una memoria ROM (Read-Only Memory), EPROM (Electrically Programmable ROM), EEPROM (Electrically Erasable/Programmable ROM) o Flash que almacena el código del programa que típicamente puede ser de 1 kilobyte a varios megabytes.
- Memoria de Datos: Es una memoria RAM (Random Access Memory) que típicamente puede ser de 1, 2, 4, 8, 16, 32 kilobytes.
- Generador del Reloj: Usualmente un cristal de cuarzo de frecuencias que genera una señal oscilatoria de entre 1 a 40 MHz.
- Interfaz de Entrada/Salida: Puertos paralelos, seriales, Interfaces de Periféricos Seriales (SPIs, Serial Peripheral Interfaces), Red de Area de Controladores (CAN, Controller Area Network), USB (Universal Serial Bus).

⁹ http://www.electroniczone.mx/tl/484841_Microcontrolador.html

¹⁰ <http://curso-microcontroladores.wikispaces.com/Conceptos+B%C3%A1sicos>

Otras opciones:

- Conversores Análogo-Digitales (A/D) para convertir un nivel de voltaje en un cierto pin a un valor digital manipulable por el programa del microcontrolador.
- Moduladores por Ancho de Pulso (PWM, Pulse-Wundt Modulation) para generar ondas cuadradas de frecuencia fija pero con ancho de pulso modificable.¹¹

1.8.2 Proceso de Desarrollo.

El proceso de desarrollo de una aplicación basada en microcontroladores se compone de las siguientes etapas principales, las cuales se explican en más detalle en las siguientes subsecciones.

- Desarrollo de software: Esta etapa corresponde a la escritura y compilación/ensamblaje del programa que regirá las acciones del μC y los sistemas periféricos conectados a este.
- Programación del μC : En esta etapa el código de maquina correspondiente al programa desarrollado en la etapa anterior se descarga en la memoria del μC .
- Prueba y verificación: Por último, el μC debe conectarse al circuito base y someterse a pruebas para verificar el funcionamiento correcto del programa.¹²

1.8.3 Memoria

En los microcontroladores la memoria no es abundante, aquí no encontrará Gigabytes de memoria como en las computadoras personales.

¹¹ <http://electrodig.files.wordpress.com/2011/06/clase-7-intro-a-los-microcontroladores.pdf>

¹² http://web.ing.puc.cl/~mtorrest/downloads/pic/tutorial_pic.pdf

- La memoria RAM está destinada al almacenamiento de información temporal que será utilizada por el procesador para realizar cálculos u otro tipo de operaciones lógicas.
- EPROM Erasable Programmable Read Only Memory. Los microcontroladores con este tipo de memoria son muy fáciles de identificar porque su encapsulado es de cerámica y llevan encima una ventanita de vidrio desde la cual puede verse la oblea de silicio del microcontrolador.
- EEPROM Electrical Erasable Programmable Read Only Memory. Fueron el sustituto natural de las memorias EPROM, la diferencia fundamental es que pueden ser borradas eléctricamente, por lo que la ventanilla de cristal de cuarzo y los encapsulados cerámicos no son necesarios.

1.8.4 Periféricos

A continuación se describe algunos de los periféricos que con mayor frecuencia se encuentra en los microcontroladores.

a. Entradas y salidas de propósito general

También conocidos como puertos de E/S, generalmente agrupadas en puertos de 8 bits de longitud, permiten leer datos del exterior o escribir en ellos desde el interior del microcontrolador, el destino habitual es el trabajo con dispositivos simples como relés, LED, o cualquier otra cosa que se le ocurra al programador.

b. Temporizadores y contadores

Son circuitos sincrónicos para el conteo de los pulsos que llegan a su para poder conseguir la entrada de reloj.

c. Conversor analógico/digital

El cual se utiliza para tomar datos de varias entradas diferentes que se seleccionan mediante un multiplexor.

d. Puertos de comunicación¹³

d.1 Puerto serie

Este periférico está presente en casi cualquier microcontrolador, normalmente en forma de UART(Universal Asynchronous Receiver Transmitter) o USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) dependiendo de si permiten o no el modo sincrónico de comunicación.

d.2 SPI

Este tipo de periférico se utiliza para comunicar al microcontrolador con otros microcontroladores o con periféricos externos conectados a él, por medio de una interfaz.

d.3 USB

Es un sistema que trabaja por polling (monitoreo) de un conjunto de periféricos inteligentes por parte de un amo, que es normalmente un computador personal. Cada nodo inteligente está gobernado inevitablemente por un microcontrolador.

d.4 Ethernet

Los microcontroladores más poderosos de 32 bits se usan para implementar periféricos lo suficientemente poderosos como para que puedan ser accedidos directamente por la red.

¹³ <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>

1.9 SISTEMAS DE ALARMAS VISUAL/SONORA

1.9.1 Sensores magnéticos¹⁴

Basan su principio de funcionamiento en que al acercarse un imán, el sensor detecta. Internamente, poseen un reed switch (interruptor de lengüeta, Figura 1.19), que es el que provoca la detección. Son extremadamente económicos, pero poseen una vida más limitada que cualquier otro tipo de sensor, pero rinde muchísimas más operaciones que un microswitch mecánico standard. Los hay cilíndricos en varios diámetros y rectangulares.

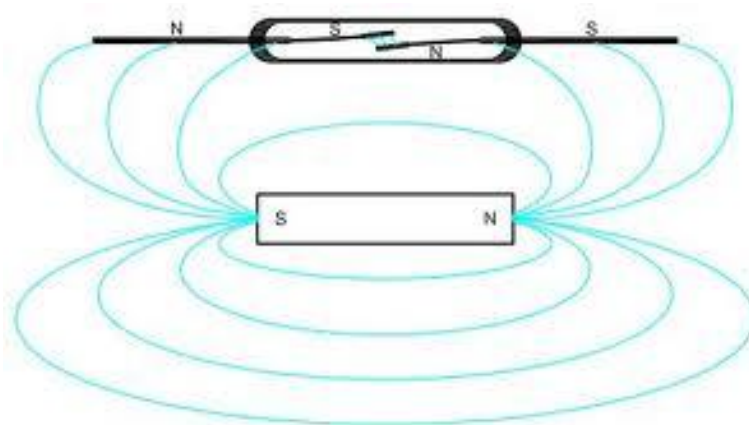


Figura 1.19 Sensor Magnético con reed switch

1.9.2 Sensores magnéticos para alarmas

Es muy común encontrar en el área de alarmas a los sensores magnéticos en muchísimas aplicaciones, los sensores que se mencionan a continuación son los que

¹⁴ http://www.euroresidentes.com/Blogs/avances_tecnologicos/2004/10/sensores-magnticos-para-atacarvirus.Htm 136.

nos ayudarán a mantener en vigilancia nuestras ventanas o puertas activándose una alarma si alguien las abre sin la debida autorización, esta es una aplicación bastante sencilla.



Figura 1.20 Alarma magnética

La utilización de sensores magnéticos de seguridad ofrece ventajas particulares en casos de condiciones extremas de suciedad (Figura 1.20), o bien en los casos en que normas de muy elevada higiene deben ser respetadas obligatoriamente. Esto se obtiene gracias a la simplicidad que ofrece la limpieza de sus piezas.

Una ventaja añadida, consiste en la posibilidad de situarlos debajo de materiales no-magnéticos. Las superficies de montaje y de almacenaje pueden ser preparadas de forma que queden exentas de rincones capaces de albergar la suciedad, o de otras funciones necesarias para evitar las proyecciones o restos.

La serie de sensores magnéticos de seguridad puede también ser utilizada en casos donde no es posible realizar acercamientos precisos, y donde hay que aplicar grandes tolerancias.

1.9.3 BUZZER Alarmas sonora (CEM-1203)

Zumbador, *buzzer* en inglés, es un transductor electroacústico que produce un sonido o zumbido continuo o intermitente de un mismo tono. Sirve como mecanismo de señalización o aviso, y son utilizados en múltiples sistemas como en automóviles o en electrodomésticos.

Inicialmente este dispositivo estaba basado en un sistema electromecánico que era similar a una campana eléctrica pero sin el badajo metálico, el cual imitaba el sonido de una campana.


a. Funcionamiento

Su construcción consta de dos elementos, un electroimán y una lámina metálica de acero. El zumbador puede ser conectado a circuitos integrados especiales para así lograr distintos tonos.

Cuando se acciona, la corriente pasa por la bobina del electroimán y produce un campo magnético variable que hace vibrar la lámina de acero sobre la armadura.¹⁵

¹⁵ <http://www.sparkfun.com/datasheets/Components/CEM-1203.pdf>

Tabla 1.1 Especificaciones técnicas.

| No | Item | Unit | Specification | Condition |
|----|------------------------------------|------|--------------------------|---|
| 1 | Rated Voltage | Vo-p | 5.5 |  |
| 2 | Operating Volt. | Vo-p | 5.0-5.5 | |
| 3 | Mean Current | mA | Max. 35 | Applying rated voltage, 2048HZ square wave, ½ duty |
| 4 | Coil Resistance | ohm | 42.0 ± 6.3 | |
| 5 | Sound Output | dBA | Min. 85 (Typical 95) | Distance at 10cm (A-weight free air). Applying rated voltage 2048 Hz, squared wave ½ duty |
| 6 | Rated Frequency | Hz | 2048 | |
| 7 | Operating Temp. | °C | -20 ~ +60 | |
| 8 | Storage Temp. | °C | -30 ~ +70 | |
| 9 | Dimension | mm | Ø12.0 x H8.5 | |
| 10 | Weight | gram | 1.4 | |
| 11 | Material | | PPO (Black) | |
| 12 | Terminal | | Pin type (Plating Au) | |
| 13 | Enviromental Protection Regulation | | RoHS | |

1.9.4 Visualizador LCD

Los Display LCD son visualizadores pasivos, esto significa que no emiten luz como el visualizador o display alfanumérico hecho a base de un arreglo de diodos LEDs.

Es por esa razón que, algunas veces, cuando se intenta ver la hora en un reloj que utiliza esta tecnología, es necesario una fuente de luz adicional.

El Display LCD tiene muy bajo consumo de energía si se lo compara con el display o visualizador alfanumérico y son compatibles con la tecnología CMOS (*Complementary metal-oxide-semiconductor*), característica que permite que se utilice en equipos portátiles (ejemplo: los relojes de pulsera, calculadoras, etc.).

Tiene una vida aproximada de 80,000 horas. Hay diferentes tipos de presentaciones y son muy fáciles de configurar.¹⁶

1.9.5 Visualizador JHD539

a. Características (Figura 1.21):

- Contenido del display: 16 x4 caracteres.
- LCD tipo: Azul
- Luz de Fondo: Verde
- Temperatura de operación: normal (0-50 °C)
- Suministro de energía: 5.0 V.
- Vida útil: aprox. 80000 horas¹⁷

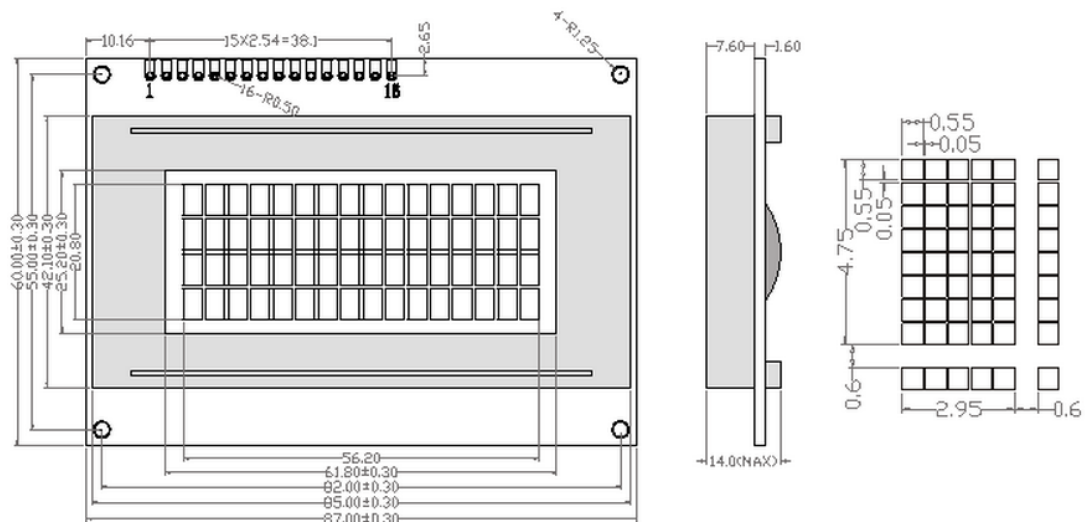


Figura 1.21 Dimensiones Visualizador

¹⁶ http://www.unicrom.com/Tut_LCD.asp

¹⁷ <http://html.alldatasheet.com/html-pdf/276143/JHD/JHD539-164B/58/1/JHD539-164B.html>

Tabla 1.2 Configuración de pines.

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| V _{SS} | V _{DD} | V ₀ | RS | RW | E | DB0 | DB1 | DB2 | DB3 | DB4 | DB5 | DB6 | DB7 | LEDK | LEDA |

Tabla 1.3 Parámetros

| Parameter | Symbol | Estándar Values | | | Unit |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------|------|-----------------|------|
| | | Min. | Typ. | Max | |
| Supply voltage | V _{DD} - V _{SS} | 4.5 | 5.0 | 5.5 | V |
| Input Voltage | H V _{IH} | 2.2 | - | V _{DD} | |
| | L V _{IL} | -0.3 | - | 0.6 | |
| LCD Drive Voltage | - | - | 4.7 | - | |
| Operating Current | I _{DD} | - | 1.2 | 3.0 | mA |

1.9.6 Teclado numérico

Muchas aplicaciones requieren un gran número de teclas conectadas a un sistema de computación, por ejemplo: si se conecta una única tecla para MCU (**M**icro **C**ontroller **U**nit), simplemente lo conecta directamente a la línea de entrada/salida. Pero no se puede conectar, por ejemplo, 10 o 100 teclas directamente al MCU, debido a:

- Se consumen líneas de programación para E/S
- Interfaz de teclado con el microcontrolador contendrá un montón de cables.

Se quiere evitar todos estos problemas por lo que se utiliza una técnica inteligente denominada multiplexado teclado matriz. En esta técnica las teclas están conectados de una matriz (fila / columna).¹⁸

1.9.7 Teclado numérico tipo membrana

Es un teclado numérico construido con dos láminas (membranas) plásticas delgadas que contienen circuitos impresos flexibles hechos con tinta conductora de electricidad (Figura 1.22). La membrana superior es el teclado impreso, y en medio hay una lámina espaciadora con orificios. Cuando el usuario presiona una tecla simulada, la membrana superior es empujada a través del orificio del espaciador, haciendo contacto con la membrana inferior y completando el circuito.



Figura 1.22 Teclado Membrana

El teclado numérico matricial 4x3 formado por 12 pulsadores SPDT (Figura 1.23), está organizado en 4 filas y 3 columnas. Ideal para ser utilizados en sistemas basados en microcontroladores.¹⁹

¹⁸ <http://extremeElectronics.com>

¹⁹ <http://www.mastermagazine.info/termino/6837.php>

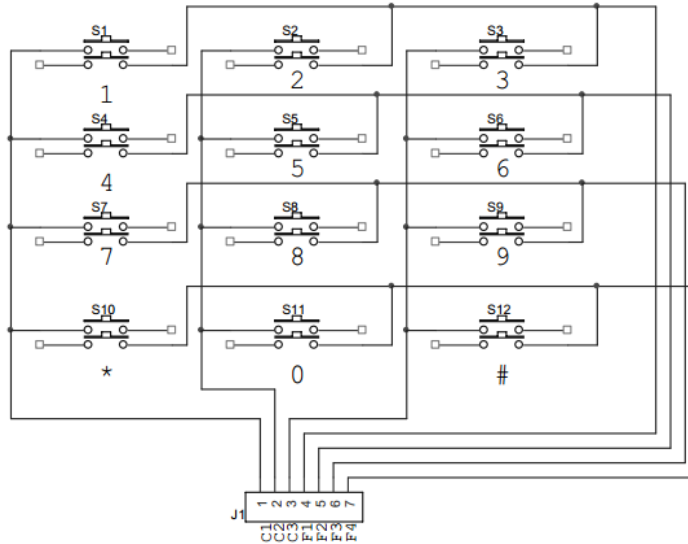


Figura 1.23 Esquema eléctrico, teclado 4x3.

1.10 SISTEMA DE COMUNICACIONES

1.10.1 Sistema global para las comunicaciones móviles (GSM)²⁰

Del inglés: Global System for Mobile communications y originariamente del francés: groupe spécial mobile es un sistema estándar de telefonía móvil digital.

Un cliente GSM puede conectarse a través de su teléfono con su computador y enviar y recibir mensajes por correo electrónico, faxes, navegar por Internet, acceder con seguridad a la red informática de una compañía (red local/Intranet), así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el servicio de mensajes cortos (SMS) o mensajes de texto.

²⁰ http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_global_para_las_comunicaciones_m%C3%B3viles

Pero también se utiliza en el ámbito industrial como elemento de comunicación entre máquinas y personas. El desarrollo de diversos módulos de telecontrol por SMS facilitó la posibilidad de comunicar instalaciones remotas con los responsables de su operación y mantenimiento; enviándole un SMS con el estado o las alarmas que se producen. De la misma forma, las personas responsables de estas instalaciones pueden enviar un SMS con una orden determinada para que la máquina la ejecute

1.10.2 Servicio General de Paquetes Vía Radio (GPRS)

Es una técnica de conmutación de paquetes, que es integrable con la estructura actual de las redes GSM. Esta tecnología permitirá una gran velocidad de datos. Sus ventajas son múltiples, y se aplican fundamentalmente a las transmisiones de datos que produzcan tráfico "a ráfagas", es decir, discontinuo. Por ejemplo, Internet y mensajería. Puede utilizar a la vez diversos canales, y aprovechar los "huecos" disponibles para las transmisiones de diversos usuarios. Por ello, no se necesita un circuito dedicado para cada usuario conectado. De esta forma desaparece el concepto de tiempo de conexión, dejando paso al de cantidad de información transmitida.

Esta modalidad de transferencia (GPRS) es óptima sólo en el caso en que los dos usuarios tengan que intercambiarse una cantidad significativa de datos (transferencia de ficheros o archivos); resulta ineficiente en cuanto los datos a intercambiarse son de pequeña entidad o bien, en el caso más frecuente, el tráfico de datos es de tipo interactivo o transitorio, es decir, el tiempo de uso efectivo de los recursos de la red supone sólo una parte con respecto al tiempo total de conexión (como, por ejemplo, la navegación en Internet a través de la World Wide Web).²¹

²¹<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11210/fichero/Memoria+por+Cap%C3%ADtulos%252F5+GPRS.pdf>

1.10.3 Mensajes de texto SMS

El servicio de mensajes SMS (Short Message Service) es una red digital que permite a los usuarios de teléfonos celulares enviar y recibir mensajes de texto. Un mensaje de texto SMS puede ser enviado desde un teléfono celular, un modem o desde una dirección IP, cada mensaje tiene una longitud de hasta 160 caracteres. Estos 160 caracteres pueden ser palabras, números o una combinación alfanumérica y no contiene imágenes o gráficos.

Para utilizar el servicio de mensajes cortos los usuarios necesitan la suscripción y el hardware específico, determinados por los siguientes puntos:

- Una suscripción a una red de telefonía móvil que soporte SMS.
- Un equipo móvil que soporte SMS.
- Un destino para enviar o recibir el mensaje, un PC, un terminal móvil o un buzón de e-mail.

Los mensajes SMS pueden ser enviados desde equipos bajo la red móvil celular y son transferidos entre equipos por medio del Centro de Servicio de Mensajes Cortos (SMSC). El SMSC es un software de la operadora de red que se encarga de manejar, procesar y facturar los mensajes. El despacho de los mensajes se realiza en colas de espera de tal forma que el mensaje tarda un tiempo en llegar al usuario destino el cual depende de la cantidad de mensajes y de la velocidad del software de la operadora.

La interoperabilidad posibilita al cliente utilizar SMS de la misma forma que el servicio de voz, es decir se puede enviar y recibir mensajes de texto de un teléfono a otro en un tiempo muy corto.

a. Elementos del SMS

El SMS para la recepción y transferencia de mensajes comprende siete elementos que son:

- **Validity Period:** Período durante el cual puede estar almacenado un SMS en el SMSC (Short Message Service Center) mientras no pueda ser entregado a su destino, si se supera este tiempo el mensaje es eliminado.
- **Service Center Time Stamp:** Elemento que informa el tiempo al que el SMSC recibió el SMS para ser entregado al SME (Short Message Entity).
- **Protocol Identifier:** Este elemento indica la forma en la que la aplicación receptora maneja los mensajes entrantes.
- **More Messages to Send:** Elemento que le permite al SMSC informarle al SME que más mensajes están esperando para ser entregados.
- **Priority:** Elemento provisto por el Short Message Service Center que indica la importancia relativa de un mensaje.
- **Messages Waiting:** Cuando un mensaje no puede ser entregado porque el SME no está disponible, permite indicar al HLR que notifique al SMSC cuando ya esté accesible el SME para realizar la entrega del mensaje.
- **Alert SMSC:** Permite avisar al SMSC de que un SME al que se le había intentado entregar un mensaje sin éxito ya está disponible

b. Tipos de SMS

Los SMS pueden clasificarse según el número de destinatarios en: mensajes punto a punto y punto multipunto.

b.1 Punto a punto: En este tipo de mensajes el destinatario es único y se pueden clasificar según la dirección de envío en:

- **MO (Mobile Originated):** Son los mensajes que se originan en el SME. El mensaje es transportado desde el SME hasta el SMSC (SMS-SUBMIT), el destino puede ser otro usuario móvil o una aplicación.
- **MT (Mobile Terminated):** Son los mensajes que se envían a un SME (Short Message Entity). El mensaje es enviado desde el SMSC (Short Message Service Center) hasta el terminal móvil (SMS-DELIVER), la fuente puede ser otro usuario móvil o una aplicación.

b.2 Punto multipunto: En este tipo, el mensaje es enviado a un conjunto de usuarios. A este tipo corresponde Cell broadcast que permite el envío simultáneo de mensajes a múltiples usuarios en un área geográfica específica.

c. Aplicaciones

Las principales aplicaciones basadas en SMS son:

- **Mensajes de persona a persona:** Los usuarios de telefonía móvil utilizan comúnmente el servicio de mensajería corto para comunicarse con otro usuario móvil de su misma operadora e incluso de una operadora diferente.
- **Alertas de E-mail:** Los SMS permiten notificar al usuario que tiene un nuevo e-mail. Este mensaje usualmente contiene la dirección de quien envía, el título y unas pocas palabras del inicio de E-mail.

- **Servicios de notificación:** Permite el envío de mensajes a ciertos usuarios que constan en una base de datos específica tales como: clientes de compañías de televisión, clubes deportivos, supermercados y otros minoristas, aerolíneas y bancos
- **Servicios de información:** Permite enviar al terminal móvil mensajes con pequeños contenidos de información periódica, de un amplio rango como reporte del clima, reportes financieros, información deportiva.
- **Servicios de localización:** Aplicado a la localización de vehículos, integra un GPS. Los datos de longitud y latitud son transferidos a un terminal móvil. El terminal por medio de un SMS envía estos datos a un servidor donde se procesan para indicar la localización actual del vehículo en un mapa geográfico.
- **Supervisión Remota:** El servicio de mensajería corta puede usarse para gestionar máquinas en ambientes de supervisión remota. Esta aplicación proporciona valiosa información sobre el estado o el suceso de algún evento ocurrido sobre la máquina, que el usuario precisa saber.
- **Comercio electrónico:** Se pueden llevar a cabo transacciones financieras a través del terminal móvil, para la cual será necesario tener convenios con algunas instituciones bancarias.²²

²² <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/331/1/38T00174.pdf>

1.10.4 Tarjeta SIM²³

La Tarjeta SIM {Subscriber Identity Module (Módulo de Identificación del Suscriptor)}, es una tarjeta que se utiliza en los teléfonos móviles.

Las tarjetas SIM almacenan de forma segura la clave de servicio del suscriptor usada para identificarse ante la red, de forma que sea posible cambiar la línea de un terminal a otro simplemente cambiando la tarjeta.

El uso de la tarjeta SIM es obligatorio en las redes GSM/GPRS. Las tarjetas SIM están disponibles en dos tamaños. El primero es similar al de una tarjeta de crédito (85,60 × 53,98 × 0,76 mm). El segundo y más popular es la versión pequeña (25 × 15 × 0,76 mm) como puede apreciarse en la Figura 1.24.



Figura 1.24 Tarjeta SIM. Tamaño 25x15x0.76 mm

a. Estructura interna

La memoria SIM se divide en memoria RAM (Random Access Memory), ROM (Read Only Memory) y EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory), además de tener CPU (Central Processing Unit) y ALU (Arithmetic Logic Unit) y puertos de entrada y salida. La Figura 1.25 muestra la estructura interna de una tarjeta SIM.

²³ http://www.une.edu.ve/~iramirez/te1/sistemas_moviles.htm

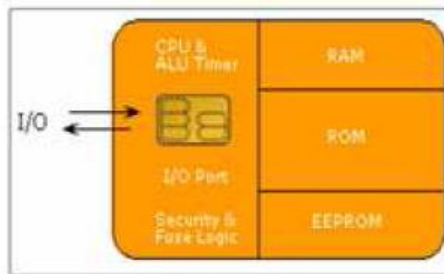


Figura 1.25 Estructura interna de una tarjeta SIM.

1.11 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN Y MODEMS GPRS

1.11.1 Comandos AT²⁴

Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un Terminal MODEM.

Los comandos AT son cadenas de caracteres ASCII que comienzan con AT y terminan con un retorno (ASCII 13). Cada vez que el MODEM recibe un comando este lo procesa y emite su respuesta dependiendo como se lo haya configurado al MODEM.

El software del teléfono se comunica con el MODEM por medio de comandos AT. Este software le permite al teléfono en si comunicarse por medio de menús y el programa de comunicaciones transmite estas selecciones al MODEM en el formato que este requiere. De esta manera el MODEM realiza la tarea que se le ha comunicado.

²⁴ <http://bluehack.elhacker.net/proyectos/comandosat/comandosat.html>

La implementación de los comandos AT corre a cuenta del dispositivo GSM y no depende del canal de comunicación a través del cual estos comandos son enviados, ya sea cable serial, canal infrarrojo, Bluetooth, etc.

1.11.2 Objetivo de los comandos AT

Los comandos AT deben ser usados para el desarrollo de nuevos programas de comunicaciones y ajustar propiedades avanzadas del teléfono y módems inalámbricos.

Entre las funciones más usuales de los comandos AT se tienen:

- Configurar el teléfono para una conexión inalámbrica, a través de infrarrojos o por el sistema de bus o cable.
- Configurar el MODEM interno del teléfono para una conexión inalámbrica, a través de infrarrojos o por el sistema de bus o cable.
- Solicitar información sobre la configuración actual o estado operativo del teléfono o MODEM.
- Probar la disponibilidad del teléfono o MODEM

1.11.3 Ejecución de los comandos AT

Para establecer conexión del teléfono con el sistema microprocesado, es necesario utilizar un cable de datos. El objetivo de utilizar los comandos AT es el extraer la información del teléfono y a la vez cargar información para responder a un determinado evento. Para el estudio de los comandos AT, se ha hecho una división de los comandos utilizados en el proyecto.

a. Comandos de configuración

Este tipo de comandos permiten cambiar la configuración interna del MODEM integrado del teléfono entre los que se tiene:

- **AT**, este es un comando de atención, cuya función es monitorear si existe una buena conexión en el canal de comunicación, si la conexión es buena el teléfono responde OK.
- **AT + CMGF = "A"**, este comando permite elegir el modo de interpretación de los datos por parte del teléfono, si la equivalencia de A es igual a "1", los datos son interpretados en modo texto, es decir la secuencia de caracteres que se envía al teléfono son ASCII normales. Si la equivalencia de A es igual a "0", los datos son interpretados en modo PDU (Protocol Data Unit), por lo tanto los datos enviados al teléfono deben ser interpretados como caracteres HEX (hexadecimales). para el sistema se ha tomado en cuenta la primera opción, debido a que la comunicación entre el sistema y el teléfono será monitoreada, por tanto la interpretación de datos será mucho más sencilla. El teléfono al recibir este comando responde con OK, indicando que la petición ha sido aceptada.

b. Comandos para envío de SMS

Luego de que el teléfono ha sido configurado en el modo texto, una de las necesidades del sistema es el envío de SMS, mediante el cual podrá responder a un evento solicitado.

Se analiza el menú de mensajes en el software de cualquier teléfono celular, se observa que posee básicamente tres librerías como son: Buzón de Mensajes Recibidos, Buzón de Mensajes enviados y Buzón de Mensajes o elementos no

Enviados. Cuando un mensaje llega a un teléfono celular este es almacenado en la carpeta de mensajes recibidos; dentro de esta carpeta el mensaje aparecerá como un mensaje no leído y una vez que es abierto, el mensaje pasará a ser un mensaje leído, este caso dentro de los comandos AT es interpretado como REC UNREAD y REC READ respectivamente.

Ahora en el caso opuesto, un usuario desea enviar un mensaje, escribe la información dentro de un SMS y lo envía, esta información puede tomar dos caminos, primero el mensaje no es enviado por cuestiones de congestión de red, el teléfono guarda el mensaje dentro de la librería Buzón de Mensajes no Enviados. Pero si la red no presenta congestión el mensaje es enviado con éxito, razón por la cual el teléfono guarda este mensaje en la librería Buzón de Mensajes Enviados, estas dos situaciones dentro de los comandos AT son vistas como STO UNSET y STO SET respectivamente.

Al hablar de este tema, se trata de indicar que si el sistema desea enviar o recibir un mensaje, debe saber a qué librería debe apuntar en el teléfono para alcanzar su objetivo.

Pero como se utiliza un teléfono GSM, hay que tomar en cuenta que posee dos memorias que tienen las misma librerías, por lo tanto el sistema también tiene que identificar cual es la memoria en la que se está trabajando. Para enviar un SMS, el teléfono requiere de dos comandos que son: el AT + CMGW y AT+CMSS.

- El Comando **AT+CMGW** = “# Telefónico”, permite cargar en el teléfono la información del SMS, al número que se especifica dentro de los parámetros del comando (# Telefónico).}

Cuando el comando es enviado con el número telefónico, el teléfono responde con un signo mayor que “>”, de esta manera indica que se debe ingresar la información del mensaje, una vez que la información ha sido

ingresada se adhiere el carácter ctrl.+Z, de esta manera indica el final del mensaje al teléfono, por tanto si la ejecución del comando ha sido correcta el teléfono responde OK.

- El Comando **AT+CMPS = “LOCALIDAD MEM”**, permite enviar el SMS cargado en el teléfono, al igual que haría la tecla “SEND”. El dominio “Localidad de MEM”, indica la posición del mensaje dentro de la memoria (ya sea en la memoria interna del teléfono o en la SIM) al recibir este comando el teléfono responde OK cuando se ha ejecutado en forma correcta.

c. Comandos para recepción de SMS

Cuando se carga un mensaje en el teléfono, éste se guarda dentro de la librería Buzón de Mensajes no Enviados en la memoria SIM, para el caso de recepción de mensajes, necesariamente el sistema debe apuntar a la memoria del teléfono donde el mensaje recibido es guardado.

Al realizar ésta operación se debe notar que no se realiza ninguna instrucción previa para cambiar de memoria, antes de la extracción del SMS.

Con esto surge la necesidad de tener un comando que permite pasar de la memoria SIM hacia la memoria interna del teléfono y viceversa.

Posteriormente, el sistema debe extraer el SMS. Para ello se tiene las siguientes instrucciones:

- El comando AT+CPMS = “Memoria”, permite cambiar de memoria internamente dentro del teléfono, en el área “Memoria” se debe especificar a qué memoria se debe apuntar, identificando a la SIM como “SM” y a la memoria interna del teléfono como “ME”.

Una vez que el sistema se encuentre en la memoria, necesita un comando que le permita elegir entre las librerías en donde se encuentra el mensaje. Para esto se tiene la siguiente instrucción:

- El comando AT+CMGL = “LIBRERÍA”, permite desplegar los mensajes contenidos en una librería. Para apuntar una librería, en el dominio “LIBRERÍA” el sistema debe ingresar las siglas asignadas por los comandos AT para cada librería. Por ejemplo, se desea ver el contenido de todos los mensajes existentes en el teléfono; se debe utilizar la instrucción “ALL”, para obtener el listado de los mensajes recibidos en el dominio. Hay que ingresar para el listado de mensajes no leídos “REC UNREAD”, para el listado de mensajes leídos “REC READ”, para el listado de mensajes no enviados “STO UNSENT” y para los mensajes enviados “STO SENT”

Para borrar un SMS del teléfono, el sistema primero debe apuntar a la localidad de memoria en la que se encuentra el mensaje, posteriormente indicar la librería en la cual está el mensaje y por último con el comando AT + CMGD eliminar el mensaje.

- El comando AT+CMGD = “LOCALIDAD MEM”, permite eliminar un mensaje de una determinada localidad de memoria en el teléfono. El dominio LOCALIDAD MEM” indica la posición que un mensaje ocupa en la memoria del teléfono.

Un ejemplo con los comandos AT + CPMS = "ME", AT + CMGL = "REC READ" y AT + CMGL = 1, Se indica al teléfono que el primer mensaje de la librería Buzón de Mensajes Recibidos, debe ser borrado.

d. Código de resultado y error

Cuando se envía un comando desde el computador hacia el MODEM integrado, la respuesta es terminada por un código de resultado: Resol Code.

Este es el mensaje que envía el MODEM interno del teléfono celular hacia el computador. Estos códigos de resultado deben ser usados para confirmar una correcta operación o identificar un problema con algún comando.

- Código de Resultado OK para un comando Válido
- Código ERROR para un comando inválido

e. Comandos generales

- AT+CGMI: Identificación del fabricante
- AT+CGSN: Obtener número de serie
- AT+CPAS: Leer estado del modem

f. Comandos del servicio de red

- AT+CSQ: Obtener calidad de la señal
- AT+COPS: Selección de un operador
- AT+CREG: Registrarse en una red
- AT+WOPN: Leer nombre del operador

g. Comandos de seguridad:

- AT+CPIN: Introducir el PIN
- AT+CPINC: Obtener el número de reintentos que quedan
- AT+CPWD: Cambiar password

h. Comandos para la agenda de teléfonos

- AT+CPBR: Leer todas las entradas
- AT+CPBF: Encontrar una entrada
- AT+CPBW: Almacenar una entrada
- AT+CPBS: Buscar una entrada

i. Comandos para SMS

- AT+CPMS: Seleccionar lugar de almacenamiento de los SMS
- AT+CMGF: Seleccionar formato de los mensajes SMS
- AT+CMGR: Leer un mensaje SMS almacenado
- AT+CMGL: Listar los mensajes almacenados
- AT+CMGS: Enviar mensaje SMS
- AT+CMGW: Almacenar mensaje en memoria
- AT+CMSS: Enviar mensaje almacenado
- AT+CSCA: Establecer el Centro de mensajes a usar
- AT+WMSC: Modificar el estado de un mensaje.

1.11.4 Modem GSM

Un módem GSM es un dispositivo inalámbrico que funciona en la red GSM, utilizada mundialmente para comunicación entre dispositivos móviles (Figura 1.26). La comunicación se realiza a través de ondas de radio.



Figura 1.26 Modem GSM

El módem GSM puede verse como un teléfono celular al cual se le ha adaptado una interfaz serial RS232, con el objeto de ser controlado a través de una computadora. A través del módem GSM puede realizarse enlaces para transmisión de voz, fax, datos, comunicación por internet y mensajes SMS (Short Message Service). También existen módems GSM que poseen una interfaz USB para ser controlados.

El módem GSM puede ser operado a través de un microcontrolador, y de esta manera ser incorporado a sistemas de control remoto supervisorio automático.

Una de las aplicaciones es que puede conectarse a una computadora PC ó Laptop mediante un cable serial RS232 o un cable USB-Serial y usarse software comercial ó propietario para el envío programado de mensajes SMS á móviles. El número de mensajes SMS que pueden ser procesados por un módem GSM por minuto es de alrededor de seis a diez mensajes por minuto.

Son como pequeños teléfonos móviles, que incluyen su propia tarjeta SIM para poder funcionar y por tanto permiten gestionar la base de datos de teléfonos, la lista de los mensajes SMS recibidos, enviar mensajes SMS, configurar diversos parámetros, etc.

El estándar para controlar los módems se basa en los comandos AT HAYES, o más comúnmente conocidos como comandos AT. El módem, antes de realizar una conexión con otro módem, se encuentra en modo comando.

En este modo se puede configurar y controlar el módem utilizando los comandos AT. Una vez establecida la conexión con un módem remoto, se pasa del modo comando al modo conexión, por lo que la información que le llega al módem por el puerto serial no es interpretada como comandos AT sino como información a transmitir. Una vez terminada la conexión el módem vuelve al modo comando.

Los comandos AT con cadenas ASCII que comienzan por los caracteres AT y terminan con un retorno. Cada vez que el módem recibe un comando, lo procesa y devuelve un resultado, que normalmente es una cadena ASCII salvo que se haya indicado lo contrario.

a. Funciones e interfaces

Las funciones básicas del módulo son:

- Soporta cuatro bandas: GSM 850/EGSM 900/DCS 1800/PCS 1900
- Soporta paquete de servicio de datos
- Soporta servicio de mensajes

- Soporta estándar de comandos AT.
- Soporta protocolos TCP/IP.²⁵

b. Características técnicas

- Diseño industrial con capacidades de software inteligente, por lo que es fiable en soluciones celulares para la recolección de datos y transmisión.
- Plug-and-play, con la interfaz de software fácil de usar para una fácil integración.
- Posee Reloj en Tiempo Real (RTC).
- Control y monitoreo de datos remotamente.
- Fiable conectividad de red GSM/GPRS, proporcionando un rápido y amplio rango de comunicación inalámbrica.
- Diseño industrial con protección contra sobrecarga.
- Configuración local y remota.
- Modo de acceso: GSM
- Banda de frecuencias para MG3006 GSM 850/EGSM 900/DCS 1800/PCS1900 MHz. El dato transmitido depende del intervalo asignado y del canal de GPRS. Así tenemos la tabla 1.7, 1.8, 1.9, 1.10 y 1.11:²⁶

Tabla 1.4 Bandas de frecuencias

| Name | Tx frequency band (MHz) | Rx frequency band (MHz) |
|----------|-------------------------|-------------------------|
| GSM 850 | 824 - 849 MHz | 869 - 894 MHz |
| ECSM 900 | 880 - 915 MHz | 925 - 960 MHz |
| DCS 1800 | 1710 - 1785 MHz | 1805 - 1880 MHz |
| PCS 1900 | 1850 - 1910 MHz | 1930 - 1990 MHz |

²⁵ http://es.made-in-china.com/co_forwell/product_Cdma-Modem_hirrhrrig.html

²⁶ Manual de usuario Modem ZT

Tabla 1.5 Características de interface.

| Especificación | Características |
|----------------|-----------------------|
| Antena | 50 dBi, conector SMA |
| Puerto Serial | DB9 (RS - 232) |
| Led | Power Ring Data |
| UIM/SIM | 1.8V/3V |

Tabla 1.6 Características de energía

| Especificación | Características |
|--------------------|--|
| Fuente de energía | DC5V-25V, recomendado 9V a 1A |
| Consumo de energía | Peek: 2.5mA+9VDC Speech: 300 mA+9VDC Sleep: 3.5mA+9VDC |

Tabla 1.7 Características Físicas.

| Especificación | Características |
|----------------|--|
| Temperatura | Temperatura de trabajo: -20 - 55 Temperatura de almacenamiento: -25 -70 |
| Humedad | 95% Máximo (Sin condensación) |
| Dimensiones | Item: (LxBxH): 75x50x16 (mm) Empaquetado: (LxBxH): 260x190x65 (mm) |
| Peso | Item: 200g Empaquetado: 2.0 lbs |

Tabla 1.8 Funcionamiento de los leds del modem

| | Led Alimentación | Led Ring | Led Datos |
|--------------------------------|---|----------|----------------|
| Puesta en Marcha | Encendido 3s, intermitente 0.5s, parpadea 0.5s, encendido 0.5s. | Parpadea | Encendido 0.5s |
| Inicio de sesión de red | Intermitente | Parpadea | Intermitente |
| Estado de no trabajo | Encendido 0.5s, parpadea 0.5s | Parpadea | Parpadea |
| Datos transferidos | Encendido 0.5s, parpadea 0.5s | Parpadea | Intermitente |
| Datos no transferidos | Encendido 0.5s, parpadea 0.5s encendido 1s | Parpadea | Parpadea |

1.11.5 Interfaz RS-232

Para que el microcontrolador se comunique con el modem es necesario de una interfaz para la transmisión y recepción de datos entre ellos.

El RS232 consiste en un conector de nueve pines DB9 (Figura 1.27). Cada pin puede ser de entrada o salida teniendo una función específica cada uno de ellos.

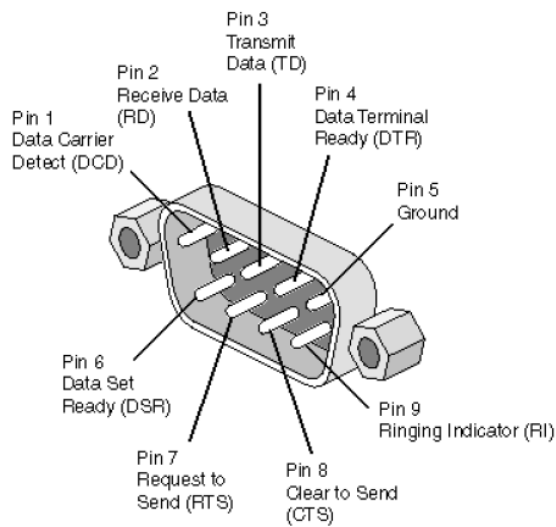


Figura 1.27. Identificación de pines de un conector DB9.

El microcontrolador controla el puerto serie mediante un circuito integrado específico, llamado UART (Transmisor-Receptor-Asíncrono Universal).

De hecho, la mayoría de los módems conectables a puerto serie necesitan dicho tipo de UART.²⁷

- a. **Conexión con PC:** La Figura 1.28 muestra la conexión del Modem a una PC a través del Cable Serial RS232.

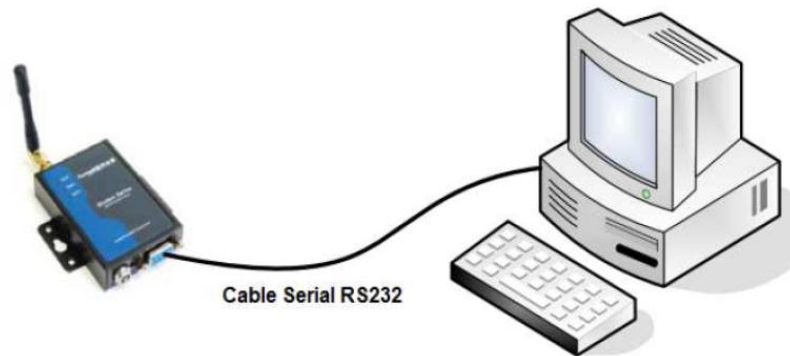


Figura 1.28 Conexión Modem-PC

Tabla 1.9 Pines para conectar a PC

| PIN | Abr | Función |
|-----|-----|------------------------|
| 2 | RX | Recibe datos del PC |
| 3 | TX | Transmite Datos del PC |
| 5 | GND | Tierra de la señal |

²⁷ www.zator.com/Hardware/H2_5_1.htm

- b. Conexión con Microcontrolador:** La Figura 1.29 muestra la conexión del Modem a un Microcontrolador a través del Cable Serial RS232.

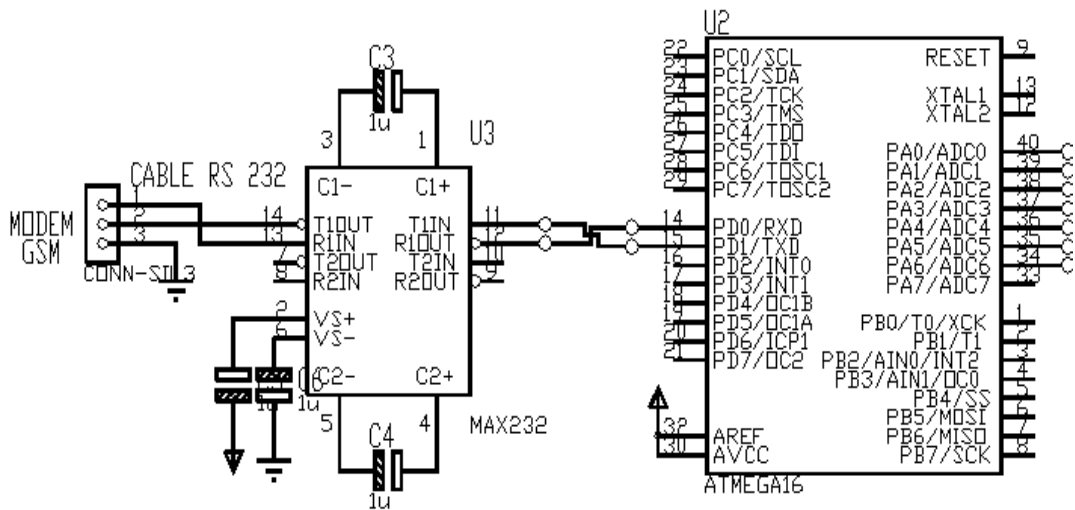


Figura 1.29 Conexión Modem-uC

Tabla 1.10 Pines para conectar a uC

| PIN | Abr | Micro |
|-----|-----|-------------|
| 2 | RX | Pin 15 (Tx) |
| 3 | TX | Pin 14 (Rx) |
| 5 | GND | Pin 11 |

1.11.6 MAX 232²⁸

El MAX232 es un circuito integrado (Figura 1.30) que convierte las señales de un puerto serie RS-232 a señales compatibles con los niveles TTL (transistor-transistor logic) de circuitos lógicos y sirve como interfaz de transmisión y recepción para las señales RX y TX.

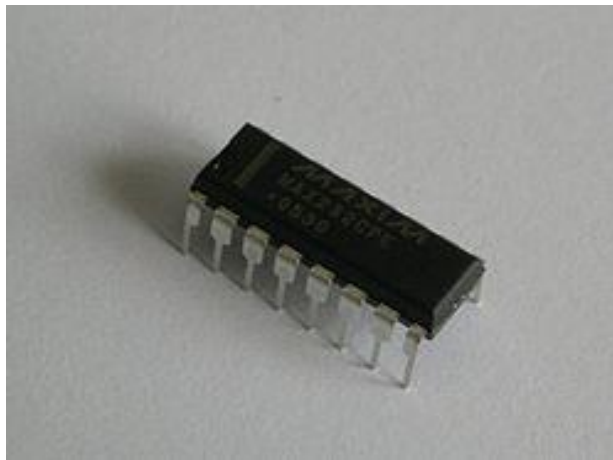


Figura 1.30 MAX232

El circuito integrado tiene salidas para manejar niveles de voltaje del RS-232 (aprox. ± 7.5 V) que las produce a partir de un voltaje de alimentación de + 5 V utilizando multiplicadores de voltaje internamente en el MAX232 con la adición de condensadores externos. Esto es de mucha utilidad para la implementación de puertos serie RS-232 en dispositivos que tengan una alimentación simple de + 5 V.

Las entradas de recepción de RS-232 (las cuales pueden llegar a ± 25 V), se convierten al nivel estándar de 5 V de la lógica TTL.

²⁸ Datasheet MAX 232. Ver ANEXO A-8.

1.12 SOFTWARE Y DESARROLLO DE APLICACIÓN DE CONTROL

1.12.1 VISUAL BASIC

Es un lenguaje de programación dirigido por eventos, desarrollado por Alan Cooper para Microsoft. Su primera versión fue presentada en 1991, con la intención de simplificar la programación utilizando un ambiente de desarrollo completamente gráfico que facilitara la creación de interfaces gráficas y, en cierta medida, también la programación misma.

Visual Basic contiene un entorno de desarrollo integrado o IDE que integra editor de textos para edición del código fuente, un depurador, un compilador (y enlazador) y un editor de interfaces gráficas.

a. Características

Los compiladores de Visual Basic generan código que requiere una o más librerías de enlace dinámico para que funcione, conocidas comúnmente como DLL (sigla en inglés de dynamic-link library); en algunos casos reside en el archivo llamado MSVBVMxy.DLL (siglas de "MicroSoft Visual Basic Virtual Machine x.y", donde x.y es la versión) y en otros en VBRUNXXX.DLL ("Visual Basic Runtime X.XX"). Estas bibliotecas DLL proveen las funciones básicas implementadas en el lenguaje, conteniendo rutinas en código ejecutable que son cargadas *bajo demanda* en tiempo de ejecución. Además de las esenciales, existe un gran número de bibliotecas del tipo DLL con variedad de funciones, tales como las que facilitan el acceso a la mayoría de las funciones del sistema operativo o las que proveen medios para la integración con otras aplicaciones.

Dentro del mismo Entorno de desarrollo integrado (IDE) de Visual Basic se puede ejecutar el programa que esté desarrollándose, es decir en modo intérprete (en realidad pseudo-compila el programa muy rápidamente y luego lo ejecuta, simulando la función de un intérprete puro). Desde ese entorno también se puede generar el archivo en código ejecutable (exe); ese programa así

generado en disco puede luego ser ejecutado sin requerir del ambiente de programación (incluso en modo stand alone), aunque sí será necesario que las librerías DLL requeridas por la aplicación desarrollada se encuentren también instaladas en el sistema para posibilitar su ejecución.

El propio Visual Basic provee soporte para empaquetado y distribución; es decir, permite generar un módulo instalador que contiene al programa ejecutable y las bibliotecas DLL necesarias para su ejecución. Con ese módulo la aplicación desarrollada se distribuye y puede ser instalada en cualquier equipo (que tenga un sistema operativo compatible).

Así como bibliotecas DLL, hay numerosas aplicaciones desarrolladas por terceros que permiten disponer de variadas y múltiples funciones, incluso mejoras para el propio Visual Basic; las hay también para el empaquetado y distribución, y hasta para otorgar mayor funcionalidad al entorno de programación (IDE).

b. Entorno de desarrollo

Existe un único entorno de desarrollo para Visual Basic, desarrollado por Microsoft: Microsoft Visual Basic x.0, correspondientes a versiones desde la 1.0 hasta la 6.0, (con respectivas diferencias entre versiones del lenguaje).

El entorno de desarrollo es muy similar al de otros lenguajes. Realizando una instalación típica del producto, las características básicas se presentan de la siguiente forma:

- En la parte superior aparecen tres elementos, en este orden: la barra de título donde figura el nombre del proyecto en curso y su estado (diseño o ejecución); la barra de menú con 13 opciones desplegables y una barra de herramientas; esta última se puede personalizar, posibilitando la inclusión

de prácticamente la totalidad de los comandos del IDE (Entorno de Desarrollo Integrado).

- En la parte central, cubriendo la franja de mayor área, se encuentra el espacio de trabajo. Éste incluye y muestra las ventanas del proyecto, las vistas del código fuente de los módulos, los objetos y los controles que contienen las ventanas de la aplicación y el panel de controles.
- El panel de controles, que aunque es móvil normalmente está ubicado a la derecha, por defecto cuenta con los siguientes controles:
 - PictureBox: Caja de imágenes
 - Label: Etiqueta
 - TextBox: Caja de texto
 - Frame: Marco
 - CommandButton: Botón de comando
 - CheckBox: Casilla de verificación
 - OptionButton: Botón de opción
 - ComboBox: Lista desplegable
 - ListBox: Lista
 - HScrollBar: Barra de desplazamiento horizontal
 - VScrollBar: Barra de desplazamiento vertical
 - Timer: Temporizador
 - DriveListBox: Lista de unidades de disco
 - DirListBox: Lista de directorios
 - FileListBox: Lista de archivos
 - Shape: Figura
 - Line: Línea
 - Image: Imagen
 - Data: Conexión a origen de datos

Además de los listados, se pueden agregar todo tipo de controles de terceros, y hay una gran cantidad de ellos que se proveen con el propio Visual Basic 6.0. Los controles vienen embebidos dentro de archivos con extensión OCX.

- Las ventanas de proyecto, aunque móviles, se encuentran en el panel lateral derecho y contienen dos vistas principales:
- El Explorador de proyectos, que muestra todos los elementos que componen el proyecto o grupos de proyectos (formularios, interfaz de controles, módulos de código, módulos de clase, etc.)
- El Panel de propiedades, donde se muestran todos los atributos de los objetos, controles, formularios, información de módulos clase, entre muchos otros.

c. Objetos y eventos

Se designa como objeto cualquier elemento, por ejemplo, un formulario, una imagen, un control, tal como una caja de texto; a su vez, los objetos tienen propiedades, que en el caso de la caja de texto una es la propiedad "text" que se encarga de contener el texto que aparecerá en la caja. A los objetos se les puede asociar eventos. Un evento es la ocurrencia de un suceso, comúnmente la acción que realiza el usuario sobre el objeto, que como resultado puede, por ejemplo, provocar un cambio en alguna propiedad de un objeto. Por ejemplo: Visual Basic tiene un evento llamado KeyPress, que ocurre cuando el usuario presiona una tecla; ese evento se puede asociar a la caja de texto, y en él definirá (por programación) qué acción se tomará cuando se oprima una tecla.

En síntesis, un objeto posee propiedades, responde a eventos y puede ejecutar métodos asociados a él.

Algunos eventos comunes definidos en Visual Basic son:

- Click: ocurre cuando se presiona y suelta un botón del mouse sobre un objeto.

- **DbClick:** ocurre cuando se presiona y suelta dos veces un botón del mouse sobre un objeto.
- **DragDrop:** ocurre al arrastrar y soltar un determinado objeto con el mouse.
- **DragOver:** ocurre si una operación de arrastrar y soltar está en curso.
- **GotFocus:** ocurre cuando un objeto recibe el control o foco, ya sea mediante una acción del usuario como hacer click en un objeto ventana, o cambiando el foco de objeto desde el programa, mediante el método `SetFocus`.
- **LostFocus:** contrario al anterior, este evento ocurre cuando el objeto pierde el enfoque, sea mediante acción del usuario o efectuado desde la aplicación.
- **KeyDown:** ocurre cuando el usuario mantiene presionada una tecla.
- **KeyUp:** ocurre cuando el usuario deja de presionar una tecla. Este evento sucede precisamente al terminar el evento `KeyDown`.
- **KeyPress:** ocurre como cuando se presiona y suelta una tecla.
- **MouseDown:** ocurre cuando el usuario presiona un botón del mouse.
- **MouseUp:** se produce cuando el usuario suelta el botón del mouse.
- **MouseMove:** este evento ocurre mientras el usuario mueve o desplaza el puntero del mouse sobre un objeto.

d. Ventajas

- Posee una curva de aprendizaje muy rápida.
- Integra el diseño e implementación de formularios de Windows.
- Permite usar con facilidad la plataforma de los sistemas Windows, dado que tiene acceso prácticamente total a la API (Interfaz de programación de aplicaciones) de Windows, incluidas librerías actuales.
- Es uno de los lenguajes de uso más extendido, por lo que resulta fácil encontrar información, documentación y fuentes para los proyectos.
- Fácilmente extensible mediante librerías DLL y componentes ActiveX de otros lenguajes.

- Tiene acceso a la API multimedia de DirectX (versiones 7 y 8). También está disponible.
- Existe una versión, VBA, integrada en las aplicaciones de Microsoft Office, tanto Windows como Mac, que permite programar macros para extender y automatizar funcionalidades en documentos, hojas de cálculo y bases de datos (Access).
- Si bien permite desarrollar grandes y complejas aplicaciones, también provee un entorno adecuado para realizar pequeños prototipos rápidos.²⁹

e. Desventajas

Las críticas hechas son variadas, se citan entre ellas:

- Problema de versionado asociado con varias librerías runtime DLL, conocido como DLL Hell.
- Soporte pobre para programación orientada a objetos.
- Incapacidad para crear aplicaciones multihilo, sin tener que recurrir a llamadas de la API de Windows.
- Dependencia de complejas y frágiles entradas de registro.
- La capacidad de utilizar controles en un sólo formulario es muy limitada en comparación a otras herramientas.

²⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic

1.12.2 PROTEUS³⁰

Proteus es una compilación de programas de diseño y simulación electrónica, desarrollado por Labcenter Electronics que consta de los dos programas principales: Ares e Isis, y los módulos VSM y Electra.

1.12.3 ISIS

El Programa ISIS, **I**ntelligent **S**chematic **I**nterface **S**ystem (Sistema de Enrutado de Esquemas Inteligente) permite diseñar el plano eléctrico del circuito que se desea realizar con componentes muy variados, desde simples resistencias, hasta alguno que otro microprocesador o microcontrolador, incluyendo fuentes de alimentación, generadores de señales y muchos otros componentes con prestaciones diferentes. Los diseños realizados en Isis pueden ser simulados en tiempo real, mediante el módulo VSM, asociado directamente con ISIS.

1.12.4 El módulo VSM

Una de las prestaciones de Proteus, integrada con ISIS, es VSM, el Virtual System Modeling (Sistema Virtual de Modelado), una extensión integrada con ISIS, con la cual se puede simular, en tiempo real, con posibilidad de más rapidez; todas las características de varias familias de microcontroladores, introduciendo nosotros mismos el programa que controlará el microcontrolador y cada una de sus salidas, y a la vez, simulando las tareas que queramos que lleve a cabo con el programa. Se pueden simular circuitos con microcontroladores conectados a distintos dispositivos, como motores, lcd's, teclados en matriz, etc. ISIS es el corazón del entorno integrado PROTEUS. Combina un entorno de diseño de una

³⁰ Alex Homer, Dave Sussman, Rob Howard, Brian Francis, Karli Watson, Richard Anderson (2004). Professional ASP.NET 1.1

potencia excepcional con una enorme capacidad de controlar la apariencia final de los dibujos.

1.12.5 ARES

ARES, o Advanced Routing and Editing Software (Software de Edición y Ruteo Avanzado); es la herramienta de enrutado, ubicación y edición de componentes, se utiliza para la fabricación de placas de circuito impreso, permitiendo editar generalmente, las capas superficial (Top Copper), y de soldadura (Bottom Copper). Se puede realizar de las siguientes formas:

a. Forma Manual

Ejecutando ARES directamente, y ubicando cada componente en el circuito. Tener cuidado al DRC, Design Rules Checker (Verificador de Reglas de DISEÑO) Proteus es una potente herramienta usada para el diseño de circuitos.

b. Forma Automática

El propio programa puede trazar las pistas, si se guarda previamente el circuito en ISIS, y haciendo clic en el ícono de ARES, en el programa, el programa compone la Netlist.

Método 1 (Autorouter)

- Poner SOLO los componentes en la board
- Especificar el área de la placa (con un rectángulo, tipo "Board Edge")
- Hacer clic en "Autorouter", en la barra de botones superior
- Editar la estrategia de ruteo en "Edit Strategies"
- Hacer clic en "OK"

Método 2 (Electra Autorouter)

Utilizando el módulo Electra (Electra Auto Router), el cual, una vez colocados los componentes trazará automáticamente las pistas realizando varias pasadas para optimizar el resultado.

Con Ares además se puede tener una visualización en 3D del PCB (del inglés printed circuit board) que se ha diseñado, al haber terminado de realizar la ubicación de piezas, capas y ruteo, con la herramienta "3D Visualization", en el menú output, la cual se puede demorar, solo haciendo los trazos un periodo de tiempo un poco más largo que el de los componentes, los cuales salen al empezar la visualización en 3D.

1.12.6 BASCOM AVR³¹

El BASCOM-AVR es un compilador de BASIC para la familia AVR de ATMEL, desarrollado por la empresa Holandesa MCS Electronics. El programa BASCOM AVR tiene el objeto de realizar los proyectos de microcontroladores en el menor tiempo posible utilizando la herramienta Basic por su fácil entendimiento y aplicación (Figura 1.31). Está diseñado para funcionar en XP y W95/W98/NT/W2000.

³¹ <http://www.dmd.es/bascom-a.htm>

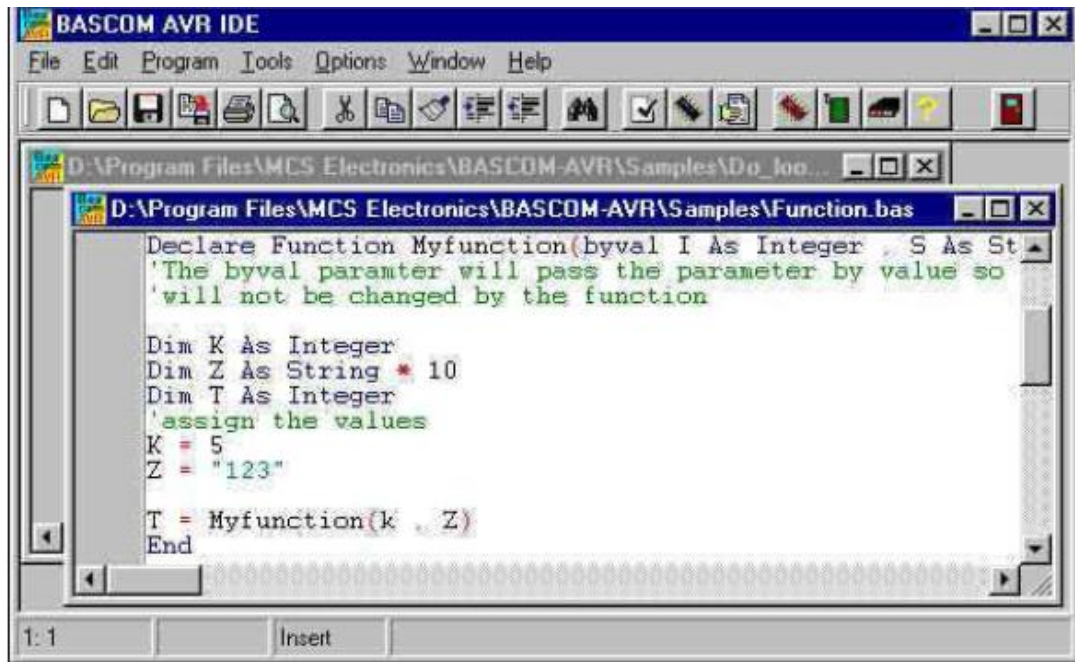


Figura 1.31 Ventana del compilador BASCOM AVR

a. Ventajas:

- BASIC estructurado con etiquetas.
- Programación estructurada con sentencias IF-THEN-ELSE-END IF, DO LOOP, WHILE-WEND, SELECT-CASE.
- Generación de código de maquina en lugar de código interpretado.
- Bit, Byte, Entero, Word, Largo, y variables tipo String.
- Los programas compilados trabajan con todos los microprocesadores de AVR que tienen memoria interna.
- Las instrucciones y comandos de este BASIC son bastantes similares a las del Visual Basic y QuickBASIC de Microsoft.
- Comandos específicos para el manejo de displays LCD.
- Soporta variables locales, uso de funciones, y librerías.
- Emulador terminal integrado con función de download.
- Simulador integrado por probar.

- Programador integrador
- Editor con subrayado de sentencias.
- Ayuda ON LINE en el editor.

b. Fundamentos de Lenguaje

Los caracteres y el set de instrucciones de Bascom son fusionados para formar etiquetas, palabras clave, variables y operadores. Estos son combinados para formar las declaraciones que constituyen un programa.

c. Set de instrucciones

El set de instrucciones de Bascom son las letras mayúsculas (A-Z) y las letras minúsculas (a-z) del alfabeto. Los caracteres numéricos son los dígitos 0-9. Las letras A-H pueden ser usadas como parte de números hexadecimales. Los caracteres de la tabla 1.14, tienen significado especial en declaraciones y expresiones Bascom.

Tabla 1.11 Caracteres especiales

| Carácter | Nombre |
|----------|---------------------------------------|
| ENTER | Termina la entrada de una línea |
| | Blanco (o espacio) |
| ' | Apóstrofe |
| * | Asterisco (símbolo de multiplicación) |
| + | Signo más |
| , | Coma |
| - | Signo menos |
| . | Periodo (punto decimal) |
| / | Slash (Símbolo de división) |
| : | Dos puntos |
| .. | Comillas |
| ; | Punto y coma |
| < | Menor que |
| = | Igual |
| > | Mayor que |
| \ | Backslash |
| ^ | Exponente |

d. Línea de Programación de BASCOM

Las líneas de programación de BASCOM tienen la siguiente sintaxis.

[[línea-identificador]][[Declaracion]][[:Declaracion]]...[[Comentarios]]

e. Declaraciones de BASCOM

Una declaración de BASCOM puede ser "Ejecutable" o "No ejecutable". Una sentencia ejecutable promueve el curso de la lógica del programa señalando la acción que se va a realizar.

La expresión no ejecutable lleva a cabo las tareas de asignar el almacenamiento de variables, la declaración y definición del tipo de variables.

La siguiente declaración de BASCOM es ejemplo de declaraciones no ejecutables:

REM (empieza un comentario)

Un "Comentario" es una declaración no ejecutable, se usa para aclarar una operación del programa y su propósito. Un comentario es presentado por la sentencia REM o un apóstrofe (*).

Más de una declaración de BASCOM puede ser puesta en una línea, pero los dos puntos (:) separan las declaraciones como se ilustra a continuación.

```
FOR numero = 1 TO 5 : PRINT "numero" : NEXT numero
```

f. Tipos de Datos

Cada variable en BASCOM tiene un tipo de datos que determina lo que puede ser guardado en la misma.

- **Bit** (1/8 byte). Un bit puede tener un solo valor, 0 ó 1.
- **Byte** (1byte). Los bytes son guardados como números binarios de 8 bits sin signo, su valor se extiende de 0 a 255.
- **Integer** (dos bytes). Los interger son guardados como números como números binarios de dieciséis bits con signo, su valor se extiende desde -32768 a +32767.
- **Word** (dos bytes). Los words son almacenados como números binarios de dieciséis bits sin signo, se extienden en el valor de 0 a 65535.
- **Long** (cuatro bytes). Los longs son guardados como números binarios de 32 bits con signo que se extienden en el valor de -2147483648 a +2147483647.
- **Single**. Los singles son guardados como números binarios de 32 bits. Se extienden en el valor de 1.5×10^{-45} a 3.4×10^{38} .
- **Double**. Los doubles son guardados como números binarios de 64 bits con signo. Se extiende en el valor de 5.0×10^{-324} a 1.7×10^{308} .
- **String** (hasta 254 bytes). Los strings son almacenados como bytes y terminan con un byte 0. Un string con una longitud de 10 bytes ocupara 11 bytes.

Las variables pueden ser guardadas internamente de forma predeterminada, externamente o en EEPROM.

g. Variables

Una variable es un nombre que se refiere a un objeto ó a un numero específico y debe ser asignada con un solo valor numérico (either, interger, byte, long, single ó bit).

h. Nombre de Variables

El nombre de una variable BASCOM puede contener hasta 32 caracteres, estos puede ser letras y números, pero el primer carácter siempre tiene que ser una letra. El nombre de una variable no puede ser una palabra reservada, pero las palabras reservadas compuestas son admitidas.

Las palabras reservadas incluyen todos los comandos de BASCOM, declaraciones, nombres de funciones, registros internos y nombres de operadores.

Antes de asignar una variable, se debe indicar al compilador sobre la misma con la declaración DIM. Ejemplo:

DIM a as Integer

DIM k as Byte

DIM s as String * 10

El tipo string necesita un parámetro adicional que especifique la longitud.

i. Expresiones y operadores

A continuación se detalla cómo combinar, modificar, comparar, o conseguir información sobre las expresiones usando los operadores disponibles en BASCOM.

Los operadores provistos por BASCOM pueden ser divididos en cuatro categorías, de la siguiente manera:

- Operadores aritméticos

Usados para efectuar cálculos y son +, -, *, \, / y ^.

- Operadores de Relación

Usados para comparar valores numéricos o de secuencia como se muestra en la tabla 1.15. El resultado puede ser usado para tomar una decisión respecto al flujo del programa.

Tabla 1.12. Operadores de Relación

| Operador | Prueba de relación | Expresión |
|----------|---------------------|-----------|
| = | Igualdad | X=Y |
| <> | Desigualdad | X<>Y |
| < | Menor que | X<Y |
| > | Mayor que | X>Y |
| <= | Menor que o igual a | X<=Y |
| >= | Mayor que o igual a | X>=Y |

- Operadores Lógicos

Los operadores lógicos llevan a cabo pruebas sobre las relaciones manipulaciones de bits u operadores Booleanos.

Hay cuatro operadores en BASCOM, mostrados en la tabla 1.16.

Tabla 1.13 Operadores lógicos.

| Operador | Significado |
|----------|--------------------|
| NOT | Complemento Lógico |
| AND | Conjunción |
| OR | Disyunción |
| XOR | OR Exclusivo |

- Operadores Funcionales

Usados para completar operadores simples

DO LOOP

Do 'inicio del lazo

Instrucciones

Loop 'regreso al inicio del salto

DO LOOP UNTIL

Do

Instrucciones

Loop until a=2 'Cuando a=2 entonces sale del lazo.

FOR NEXT

For a= inicio to fin step pasos

Instrucciones

Next a

SELECT CASE

Select case variable

Case 1: instrucción

Case 2: instrucción

Case 3: instrucción

End select

WHILE WEND

While condicion

Instrucciones

Wend

Temporizadores

WAIT tiempo en segundos

WAITMS tiempo en milisegundos

WAITUS tiempo en milisegundos

SET poner un 1 al pin

RESET poner un 0 al pin

Configuración del cristal: \$crystal=1000000 (en Hertz)

Configuración del puerto serial: \$baud=2400

j. Configuración de los pines

Los pines del microcontrolados AVR tienen 3 registros los cuales son:

Registro ddr, port, pin. El registro ddr nos configura al puerto como entrada/salida, port es el registro de salida y pin es el registro de entrada.

CAPITULO II

DISEÑO DE LOS SISTEMAS

2.1 ESTUDIOS DE PNT EN TABLEROS DE MEDIDORES DEL EDIFICIO ACRÓPOLIS

Desde el año 2005 hasta el presente, continuamente se han encontrado eventos de conexiones directas desde el tablero de este edificio (Figura 2.1), para algunos departamentos, no identificados.

La construcción es relativamente nueva, y los departamentos pertenecen a un nivel socioeconómico medio-alto y alto para quienes deciden adquirir las propiedades horizontales.

Se desconoce si existen arrendatarios, pero se mantiene tal posibilidad, con las respectivas implicaciones problemáticas para el sistema de facturación de la EERSA.³²

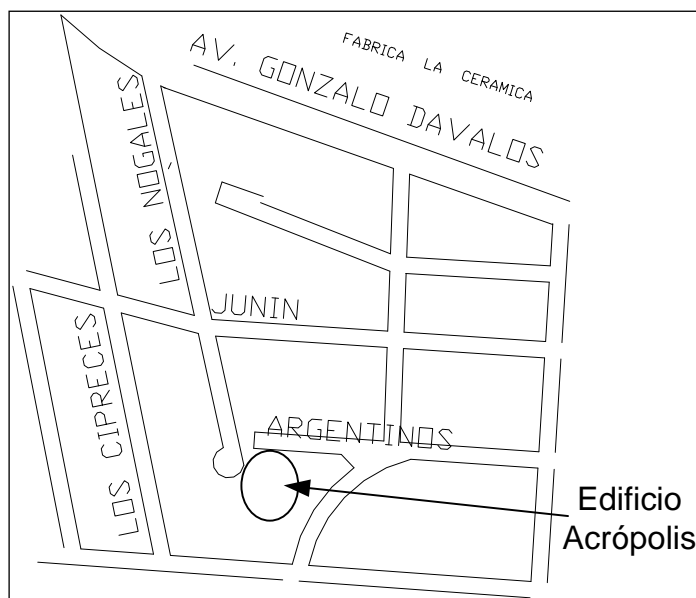


Figura 2.1. Esquema de ubicación del Edificio Acrópolis.

³² Información proporcionada por la EERSA.

2.1 OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE PÉRDIDAS NO TÉCNICAS

Para obtener el porcentaje de pérdidas se debe realizar una comparación entre la energía entregada por el transformador al edificio Acrópolis utilizando un equipo registrador perfilador de carga ECA-313³³ conectado en las bajantes del transformador versus la energía registrada por los medidores de cada departamento.

2.1.1 Análisis de datos

Se recolecta datos de lectura de cada medidor en forma manual, el primer registro se realiza el 14 de junio del 2012 y el segundo después de 30 días, el 14 de julio del 2012, obteniendo los datos que se detalla en la tabla 1.1:

³³ ANEXO A-9: ECA-313 Manual del Usuario

Tabla 2.1 Datos de lectura de medidores

| CUENTA | MEDIDOR | LECT. INICIAL | LECT. FINAL | CONSUMO Kwh |
|-----------------|-----------|------------------|----------------|----------------|
| 165359-1 | JM-183129 | 2226 | 2299 | 73 |
| 141115-6 | JM-143967 | 7177 | 7230 | 53 |
| 144162-5 | JM-148310 | 3332 | 3407 | 75 |
| 144161-7 | JM-148262 | 13 | 13 | 0 |
| 151359-7 | JM-157505 | 125 | 155 | 30 |
| 151185-6 | JM-156861 | 1801 | 1844 | 43 |
| 160737-3 | JM-176325 | 3203 | 3296 | 93 |
| 132939-0 | JM-133626 | 512 | 545 | 33 |
| 133216-2 | JM-133865 | 5538 | 5621 | 83 |
| 171327-0 | JM-195419 | 0 | 0 | 0 |
| 143883-7 | JM-144950 | 8891 | 8979 | 88 |
| 162515-1 | JM-178509 | 3816 | 3969 | 153 |
| 161081-5 | JM-176987 | 2600 | 2643 | 43 |
| 137031-1 | LT-107560 | 172 | 2905 | 2733 |
| 163754-5 | JM-180452 | 1349 | 1417 | 68 |
| TOTAL | | | | 3563 |

Luego de haber registrado la energía consumida por todo el edificio, con el equipo ECA-313, se obtuvo registros cada 15 minutos durante 30 días, obteniendo 2880 registros los cuales se resumen en la tabla 2.2 y en las figuras 2.2, 2.3:

Tabla 2.2 Datos resumidos de registrador

| V1 (prom) Volts | I1 (max) Amp | V2 (prom) Volts | I2 (max) Amp | Pot. (max) KW | Energía. Tot KWh | f.p (prom) |
|--|---|--|---|--|---|-----------------------------|
| 115,71 | 58,65 | 115,68 | 76,02 | 12,13 | 3891 | 0,97 |

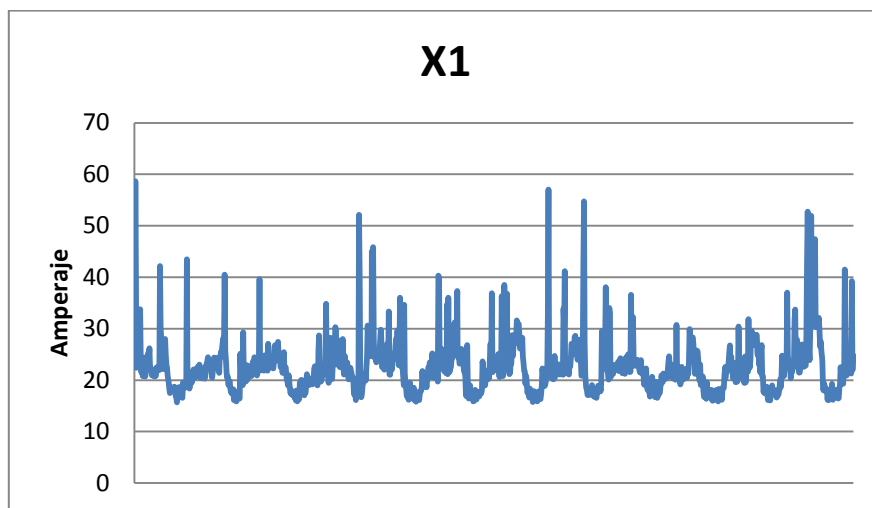


Figura 2.2 Corriente registrada en la fase X1.

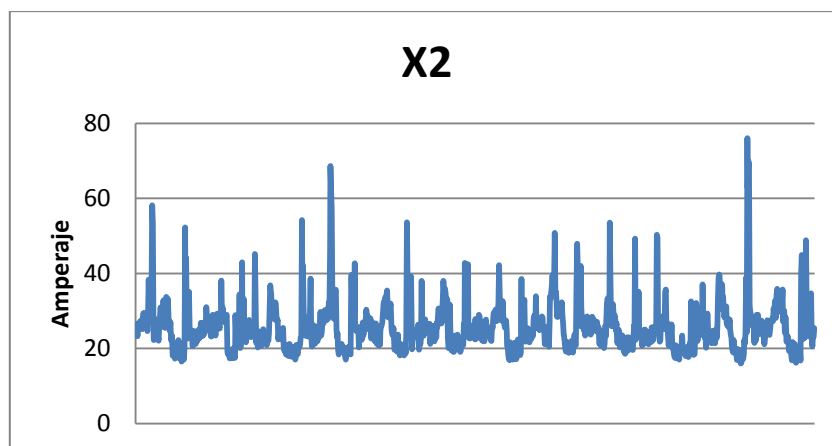


Figura 2.3 Corriente registrada en la fase X2.

2.1.2 Comparación de datos

Tabla. 2.3 Energía consumida y no registrada

| | KWh |
|------------------------------------|------------|
| Energía Registrador | 3891 |
| Energía Medidores | 3563 |
| Energía no registrada mensualmente | 328 |

$$\text{Error \%} = \left(\frac{\text{Valor medido}}{\text{Valor base}} - 1 \right) * 100\%$$

$$\text{Energía no registrada \%} = \left(\frac{\text{Energía en medidores}}{\text{Energía en Registrador ECAMEC 313}} - 1 \right) * 100\%$$

$$\text{Energía no registrada \%} = \left(\frac{3563}{3891} - 1 \right) * 100\%$$

$$\text{Energía no registrada} = 8.42 \%$$

Por medio de la formula del error se determina que el porcentaje de PNT de éste circuito es del 8.42% mensual.³⁴

³⁴ Información proporcionada por la EERSA

2.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE LAS BARRAS QUE ALIMENTAN AL CONDOMINIO.

En el edificio Acrópolis al ser de uso exclusivamente residencial se ha instalado un transformador monofásico a tres hilos de 25KVA, de tensión en el primario de 13200/7620 V y en el secundario 240/120 V, por lo tanto para poder obtener la corriente nominal se utiliza la siguiente fórmula (Ec 2.1):

$$S = V \times I \text{ [KVA]} \quad \text{Ec. 2.1}$$
$$I_n = \frac{S}{V} \text{ [A]}$$
$$I_n = \frac{25 \text{ KVA}}{120 \text{ V}} = 208.33 \text{ [A]}$$

Donde:

S: Potencia aparente.

V: Voltaje.

I: Corriente.

In: Corriente nominal.

El resultado obtenido es la corriente nominal total en el secundario del transformador con referencia al neutro, pero al ser monofásico a tres hilos significa que se tiene una fase dividida (X1 y X2) y un neutro (X0), por lo que esta corriente se divide, y para poder obtener la corriente de cada fase tenemos:

$$I_{\text{fase}} = \frac{I_n}{\# \text{ fases}} \text{ [A]} \quad \text{Ec. 2.2}$$
$$I_{\text{fase}} = \frac{208.3\text{A}}{2} = 104.1 \text{ [A]}$$

Donde:

In: Corriente nominal

Ifase: Corriente pro cada una de las fases X1, X2.

Al realizar los cálculos se observa que se necesita un contactor que soporte una corriente de 104.1 A, pero de acuerdo a los datos obtenidos del registrador instalado (Tabla 2.1), la corriente máxima es de 76.02 A que corresponde a la fase X2.

Tabla 2.4. Valores obtenidos de registrador ECAMEC 313.

| V1 | I1 | V2 | I2 | fp |
|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|---------------|
| <i>(prom)</i> Volts | <i>(max)</i> Amp | <i>(prom)</i> Volts | <i>(max)</i> Amp | <i>(prom)</i> |
| 115,71 | 58,65 | 115,68 | 76,02 | 0,98 |

Por lo tanto se decide utilizar un contactor que soporte 100 A nominales en caso de aumentar la carga; debe ser clase 1, debido a que se tiene una carga casi netamente resistiva.

Se utiliza un contactor (K1) italiano de marca Ghisalpa de 25 A, el cual posee 4 polos normalmente cerrados, estos polos se conectan en paralelo entre ellos para dividir la carga como se muestra en la figura 2.4.

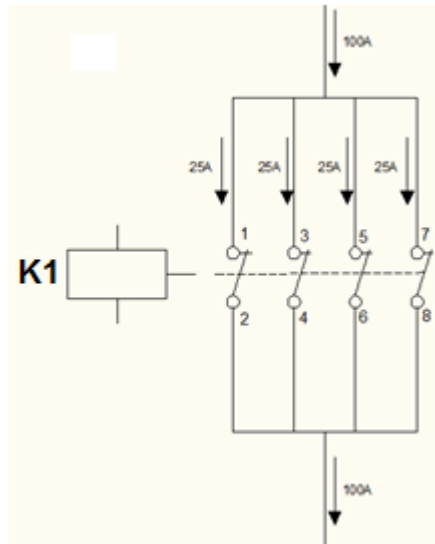


Figura 2.4. Esquema de conexión del contactor.

Los contactores instalados tienen una característica especial, ya que tienen los contactos de potencia normalmente cerrados, funcionan al contrario de los tradicionales o normales, éstos al momento de energizar su bobina los contactos de potencia se abren por lo que, al estar en estado de reposo, los contactos se encuentran cerrados, como lo muestra la figura 2.5.

contattori tetrapolari 4-pole contactors

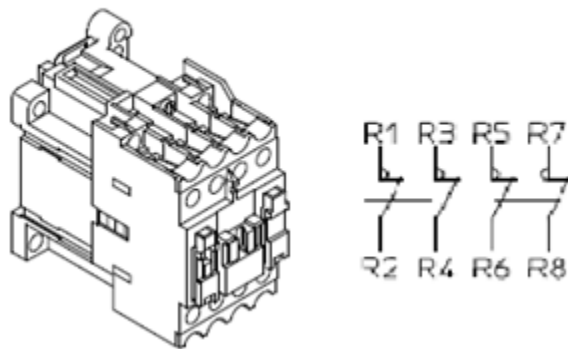


Figura 2.5 Contactor de 4 polos NC.

Son de fácil sustitución de bobina, en caso de existir un desperfecto ya sea por uso prolongado o sobretensiones como lo muestra la figura 2.6.

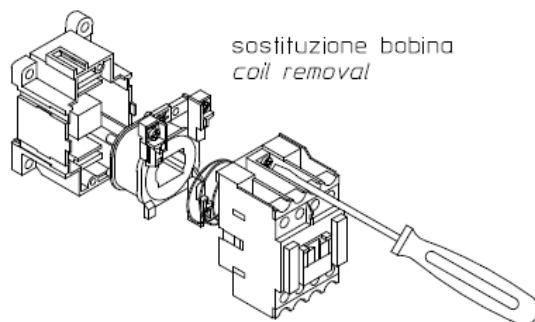


Figura 2.6 Sustitución de la bobina³⁵

Exactamente el mismo diseño y concepto se utiliza para el control de la alimentación para cada departamento, solo que el contactor de 4 polos NC es de 15A, dando un total de 60 A, el mismo amperaje que los breakers ya instalados por la Empresa Eléctrica Riobamba y que son utilizados para protección de los circuitos, quedando el siguiente esquema de conexión (Figura 2.7):

³⁵ Hojas técnicas del contactor ANEXO A-1

2.3.1 Esquema de conexiones del Circuito de Potencia (Figura 2.4).

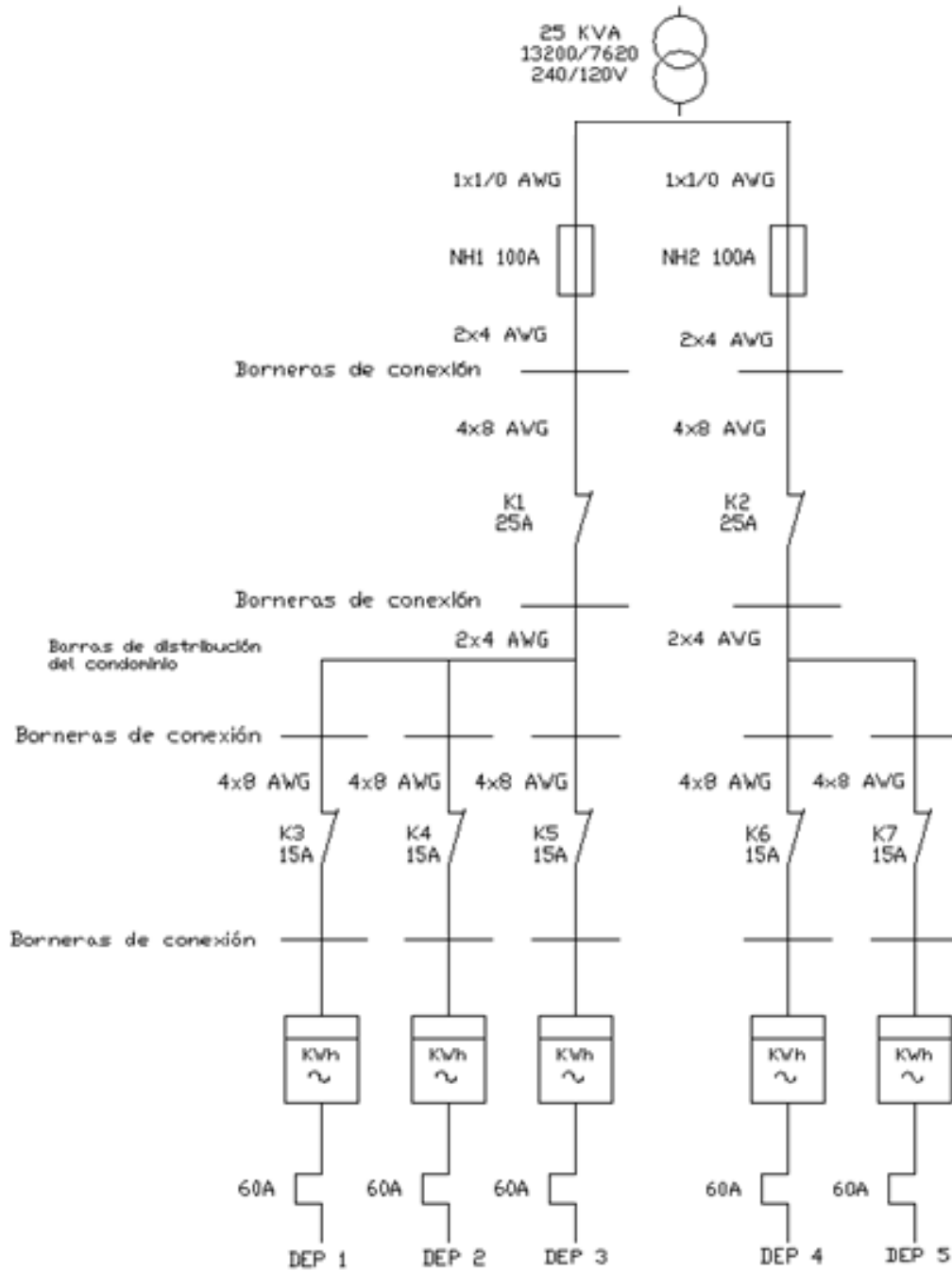


Figura 2.7 Esquema de conexión del circuito de potencia.

2.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE SEÑALES DIGITALES

El sistema de gestión de señales en la red se resume en la figura 2.8.



Figura 2.8. Señales en la red GSM.

Para generar las señales digitales es necesario el uso de un microcontrolador y de la gran familia existente de microcontroladores se seleccionó el Atmega 16 (Figura 2.9) debido a las siguientes características:

- Tiene 32 registros de propósito general de 8 bits. Los registros de entrada/salida y la memoria de datos forman un solo espacio de localidades, que se acceden mediante operaciones de carga y de almacenamiento.
- 32 pines de E/S para propósito general.
- Un Puerto serial SPI (Serial Peripheral Interface).

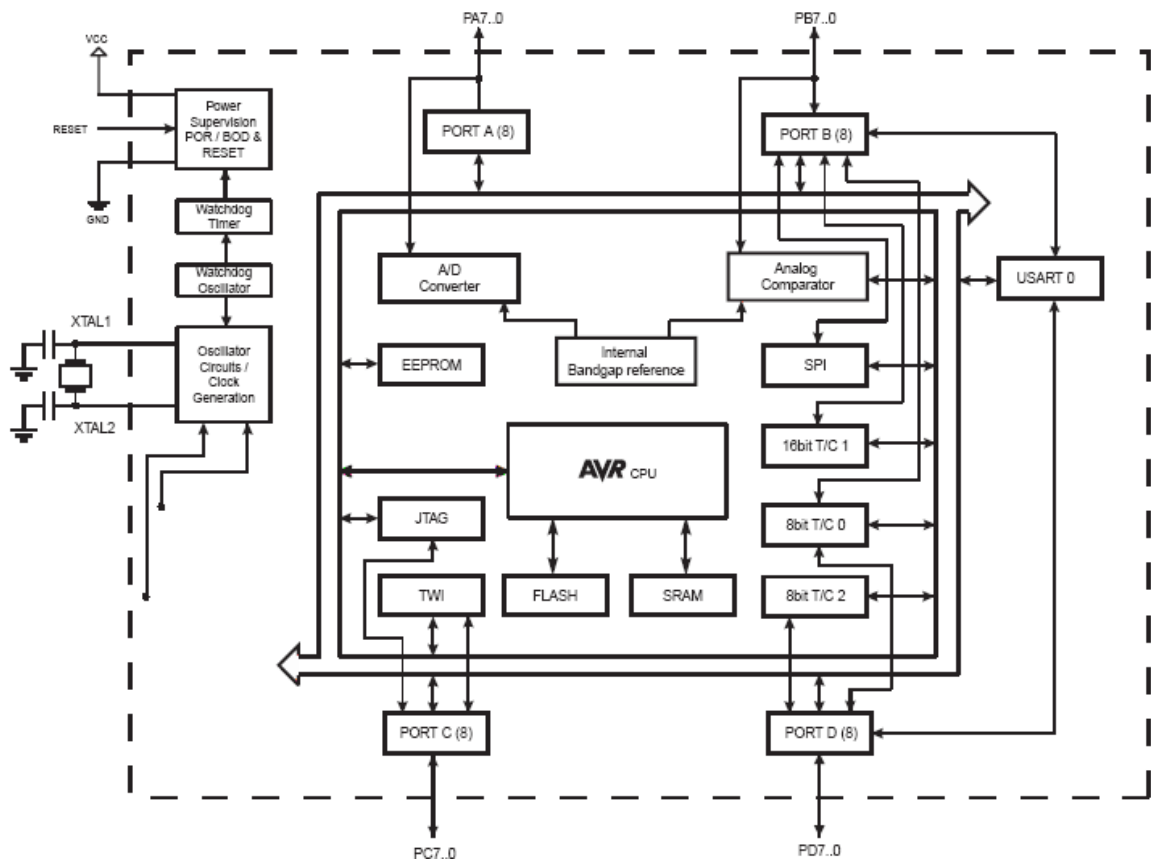


Figura 2.9 Diagrama de bloques – Atmega164P

El chip interno de la FLASH permite a la memoria de programa ser reprogramada a través del puerto interno ISP (Serial Peripheral Interface) mediante un programador convencional no volátil o mediante un programa interno en el dispositivo AVR.

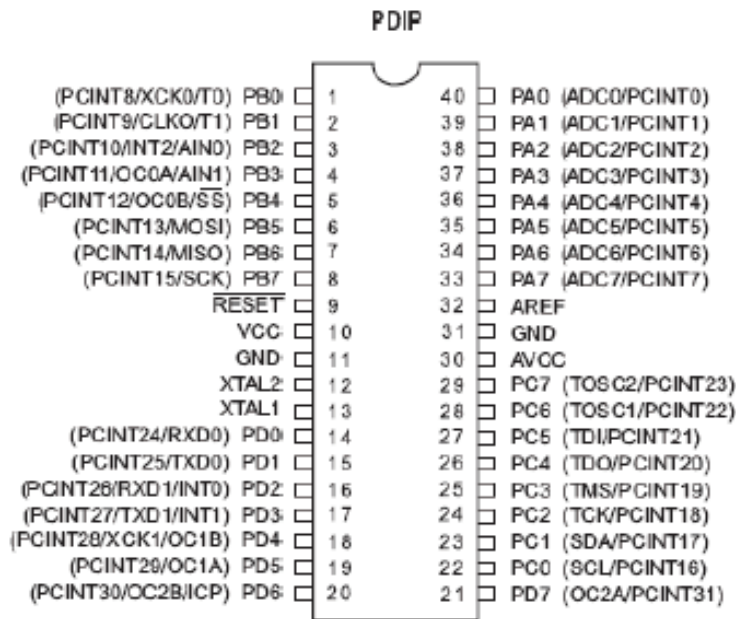


Figura 2.10 Descripción de Pines del Módulo microcontrolador ATmega16

A continuación se describe (Figura 2.10) al microcontrolador ATMEGA 16:

- VCC: Alimentación de voltaje digital.
- GND: Tierra.
- RESET: Entrada del reset. Un pulso de nivel bajo 0L lo activa.
- XTAL1: Entrada para el amplificador del oscilador invertido y entrada para el circuito de reloj interno.
- XTAL2: Salida del oscilador.
- AVCC: Es la alimentación de voltaje para el pin del puerto F y el Conversar Análogo a Digital. Este debe de ser conectado externamente a VCC, siempre y cuando el ADC. Si el ADC es usado, este deberá ser conectado a VCC a través de un filtro pasa bajo.
- AREF: Esta es la referencia para el pin de la conversión de Análogo a Digital.

- Port A (PA7:PA0): El pórtico A es bidireccional de 8 bits sirve como E/S de datos. Entrada del conversor Análogo/Digital, interrupciones externas adicionales que se registra en el PCIO.
- Port B (PB7/PB0): El pórtico B es bidireccional de 8 bits sirve como E/S de datos. Comparador Analógico. SPI (Interface a pórticos Seriales) los cuales son full dúplex tiene tres líneas de comunicación síncrona con 7 velocidades programables y bandera de fin de transmisión. Interrupción externa INT³⁶. Temporizadores T0, T1. Contadores OC0A, OC0B, USARTT0, XCK0, Salida de Reloj CLK0. Interrupciones externas adicionales.
- Port C (PC7:PC0): El pórtico C es un puerto bidireccional de 8 bits sirve como E/S de datos. Interface para sistema de depuración en la cual se tiene acceso a todos los periféricos y permite la programación de la Flash. EEPROM. Fusibles y Bits de seguridad. Temporizadores y contadores. Interrupciones externas adicionales.
- Port D (PD7/PD0): El pórtico D es un puerto bidireccional de 8 bits sirve como E/S de datos. Interrupciones externas.
- INT0, INT1: Contadores OC1B, OC1A, OC2B, OC2A. Transmisor TX0, TX1 y Receptor RX1, RX2. Interrupciones externas adicionales.³⁶

³⁶ Datasheet ATMEGA 16. Ver ANEXO A-2

2.3.1 CRYSTAL

El Atmega16 para su correcto funcionamiento de acuerdo al programa BASCOM AVR necesita un cristal de frecuencia: 11.0592 MHz, debido a que con el mismo el error al compilar es cero por ciento como se muestra en la figura 2.11.

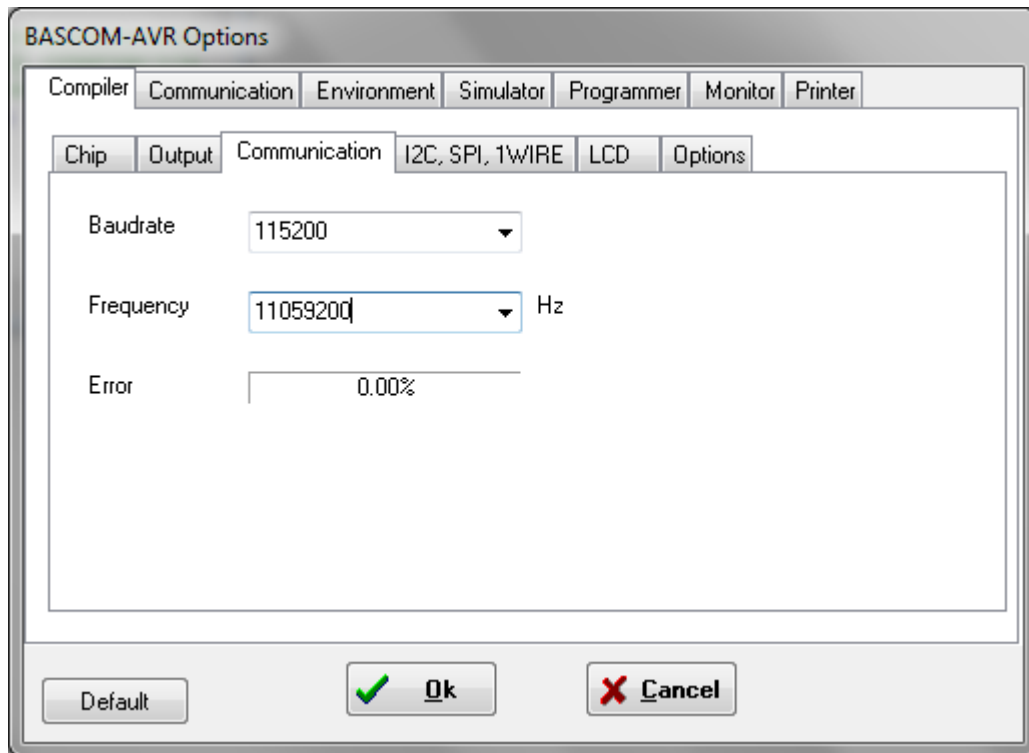


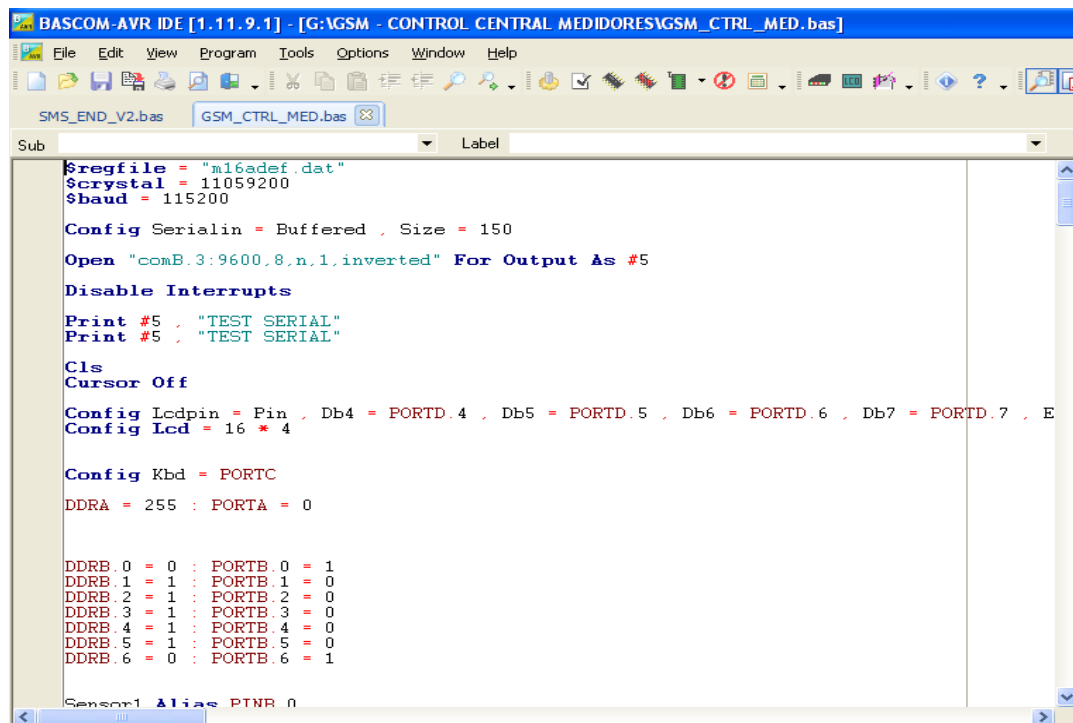
Figura 2.11 Selección de Crystal 11.0592 MHz.

El microcontrolador necesita estar conectado a un cristal, para controlar la velocidad de procesamiento y la comunicación del microcontrolador con otros dispositivos como puede ser un computador o celular.

Este cristal da una señal de reloj que permite un tiempo determinado de ejecución entre cada una de las instrucciones de las diferentes líneas de programación, por lo que si éste no se instalara existiría un conflicto entre las instrucciones.³⁷

2.3.2 Pasos para programar el microcontrolador ATMEGA 16

- a. Escribir las líneas del programa (Figura 2.12) en el software BASCOM AVR³⁸



```
$regfile = "m16def.dat"
$crystal = 11059200
$baud = 115200

Config Serialin = Buffered , Size = 150
Open "comB.3:9600,8,n,1,inverted" For Output As #5

Disable Interrupts

Print #5 , "TEST SERIAL"
Print #5 , "TEST SERIAL"

Cls
Cursor Off

Config Lcdpin = Pin , Db4 = PORTD.4 , Db5 = PORTD.5 , Db6 = PORTD.6 , Db7 = PORTD.7 , E
Config Lcd = 16 * 4

Config Kbd = PORTC

DDRA = 255 : PORTA = 0

DDRB.0 = 0 : PORTB.0 = 1
DDRB.1 = 1 : PORTB.1 = 0
DDRB.2 = 1 : PORTB.2 = 0
DDRB.3 = 1 : PORTB.3 = 0
DDRB.4 = 1 : PORTB.4 = 0
DDRB.5 = 1 : PORTB.5 = 0
DDRB.6 = 0 : PORTB.6 = 1

Sensor1 Alias PINR 0
```

Figura 2.12 Líneas de programación

³⁷ Datasheet 11.0592. Ver ANEXO A-3.

³⁸ Para ver la programación completa del microcontrolador ver ANEXO B-1.

b. Compilar el programa (Figura 2.13).

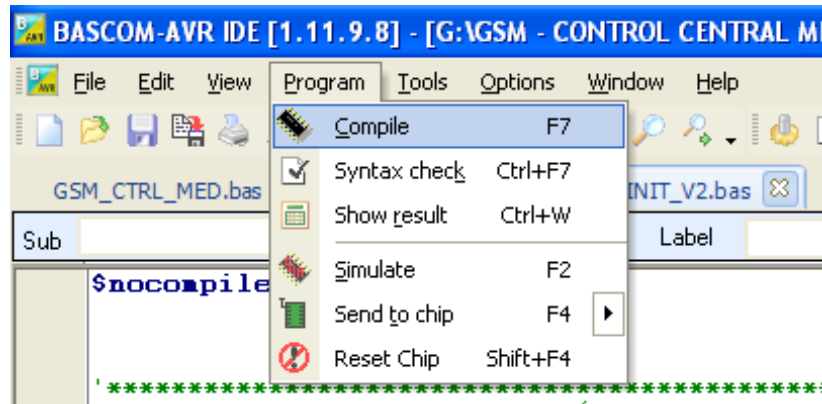


Figura 2.13 Forma de compilar el programa

c. Guardar el programa (Figura 2.14)

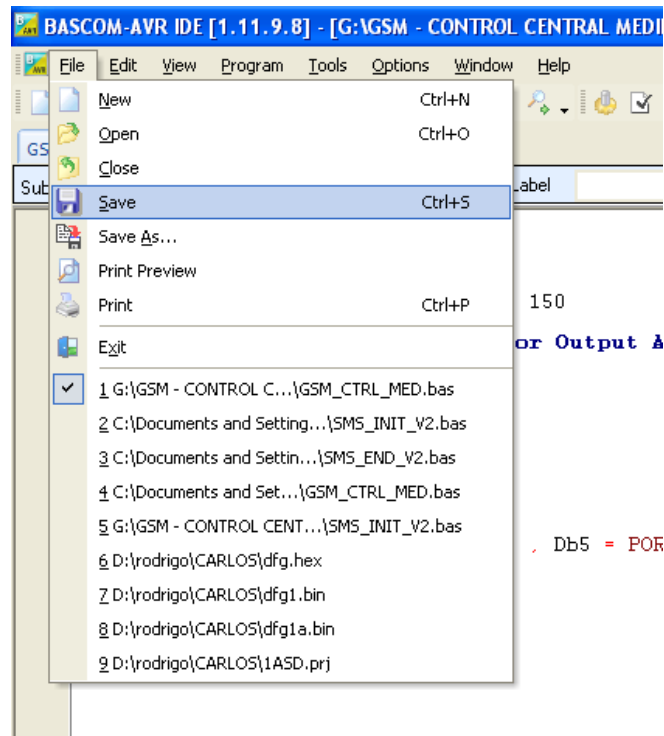


Figura 2.14 Guardar el programa

- d. Abrir el software PROGISP y marcar los siguientes fuses.
- El software PROGISP no necesita ser instalado, solo se tiene que dar doble clic sobre su icono (Figura 2.15) y este se despliega automáticamente.
- Este software puede ser transportado en cualquier tipo de memoria flash.

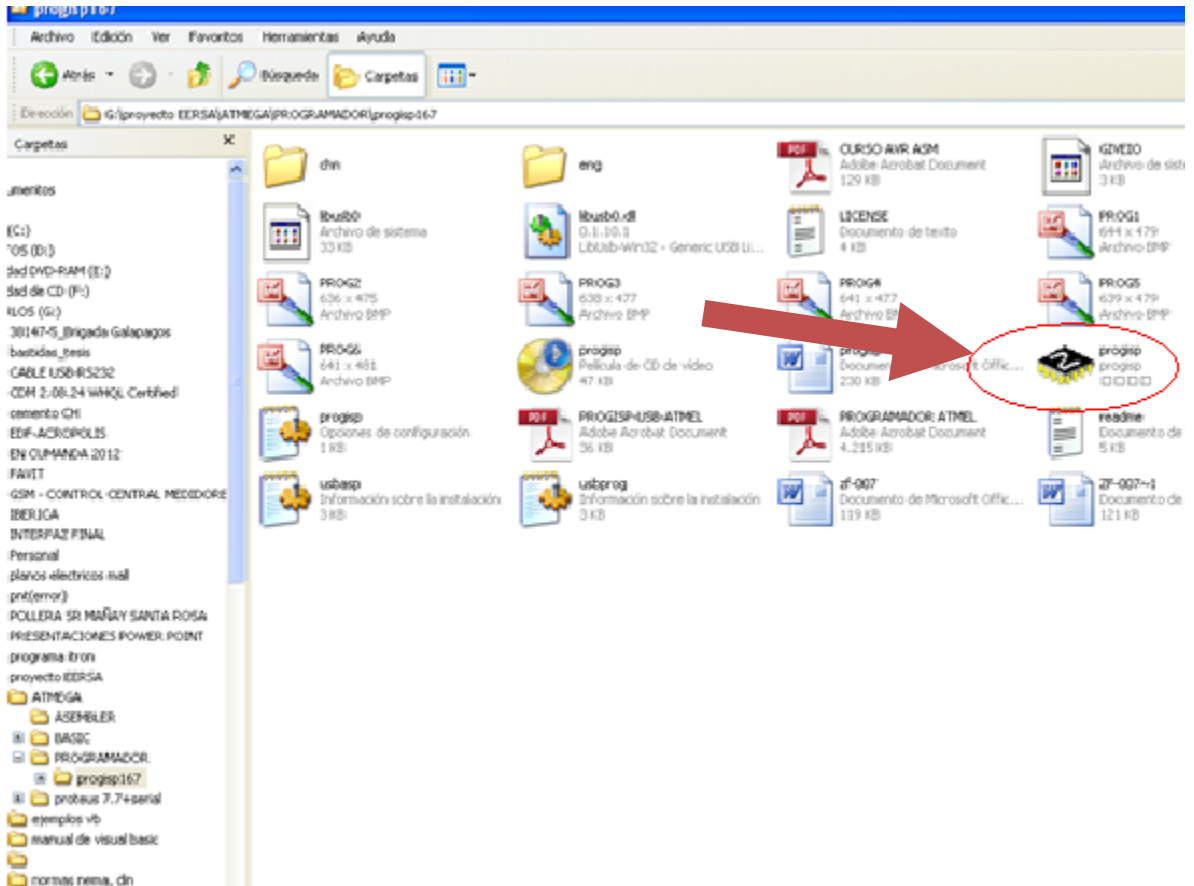


Figura 2.15 Software PROGISP

- Es necesario seleccionar primero el tipo del equipo que se va a programar. Aquí el equivalente del ATMEGA16 es el ATMEGA164.

- Se despliega una pantalla con los valores prefijados y solo se tiene que marcar un 1 en la ventana de JTAGEN, este permite habilitar la interface de comunicación (Figura 2.16).

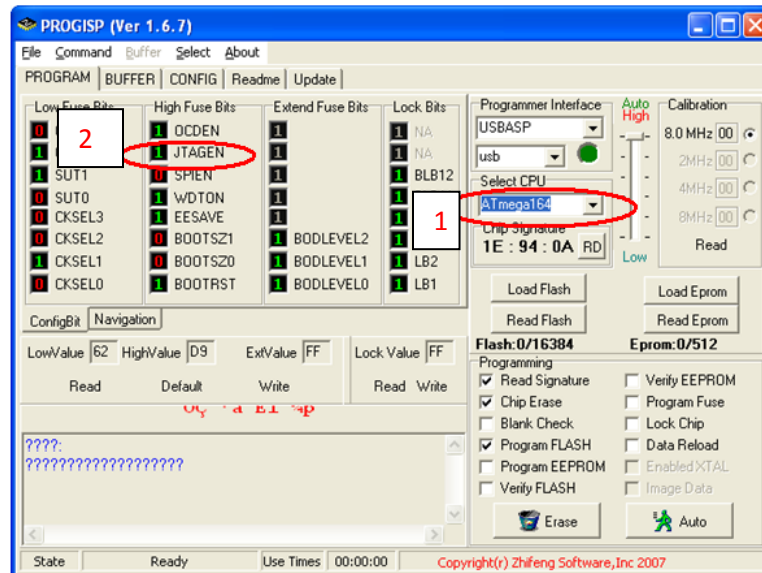


Figura 2.16 Valores prefijados

- Después se activa la ventana contigua, la de NAVIGATION.
- Dentro de todas las opciones se busca el crystal de frecuencia que se instalo (Figura 2.17).

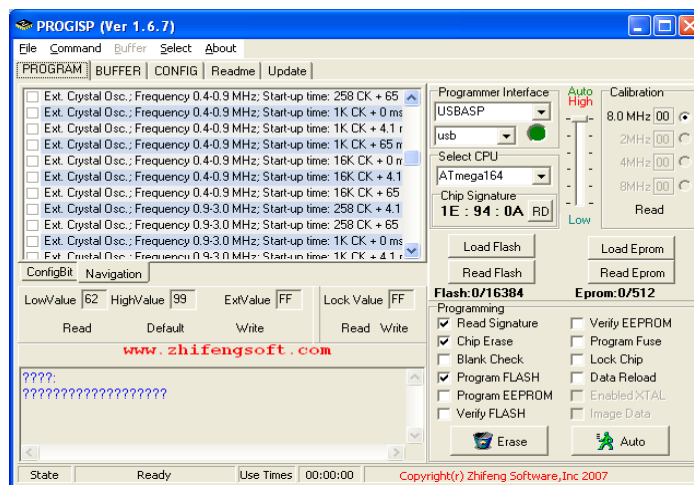


Figura 2.17 Selección de cristal

- Después de estos pasos ya se puede pasar el programa al micro presionando el botón de Auto (Figura 2.18).

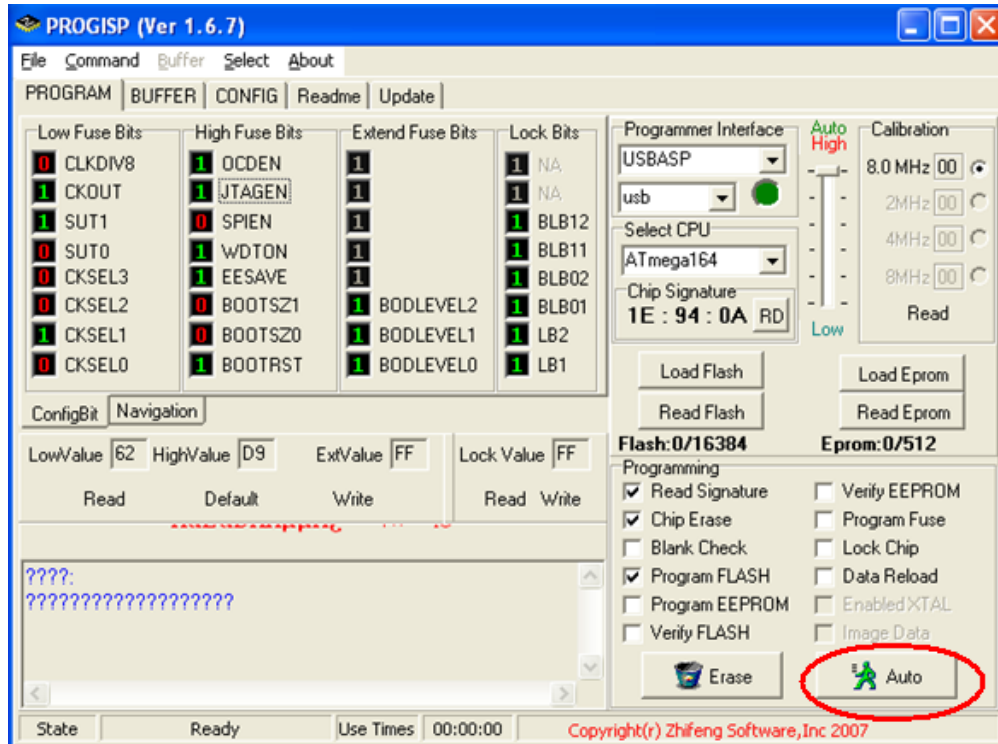
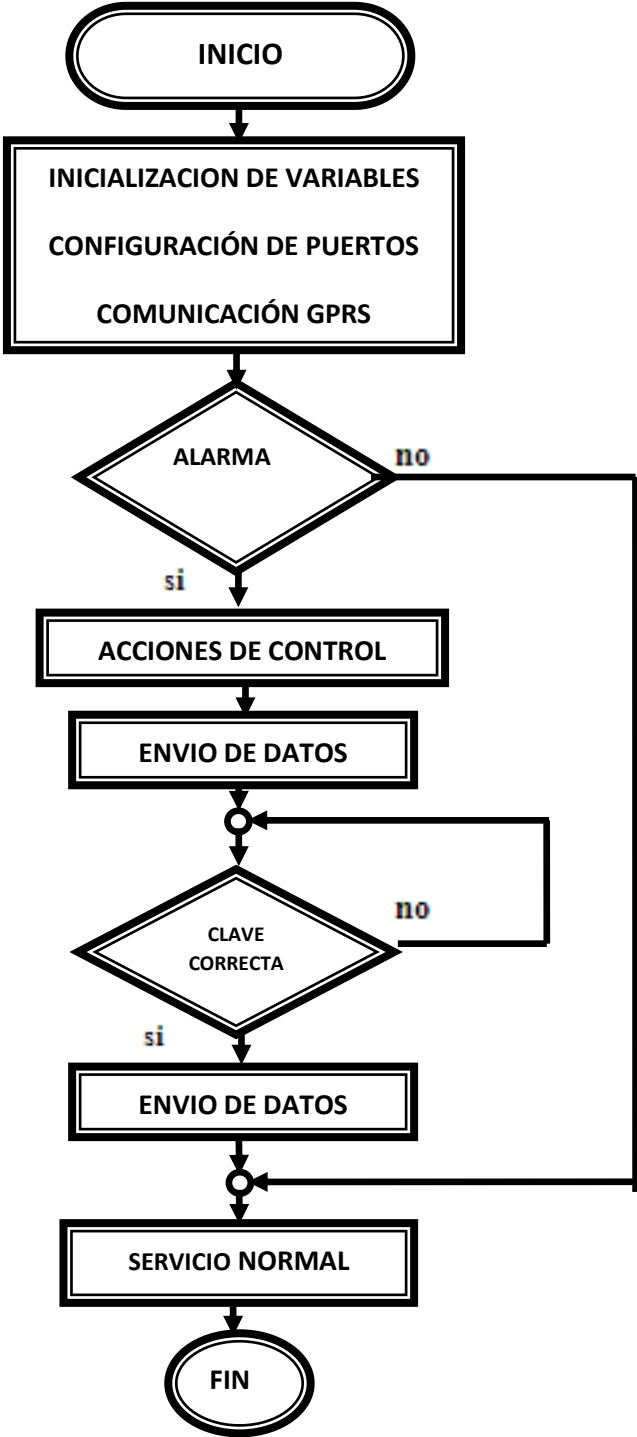


Figura 2.18 Cargar programación al microcontrolador

2.4 DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE SEÑALES DIGITALES.



2.5 Esquema de conexiones del circuito de control (Figura 2.19)

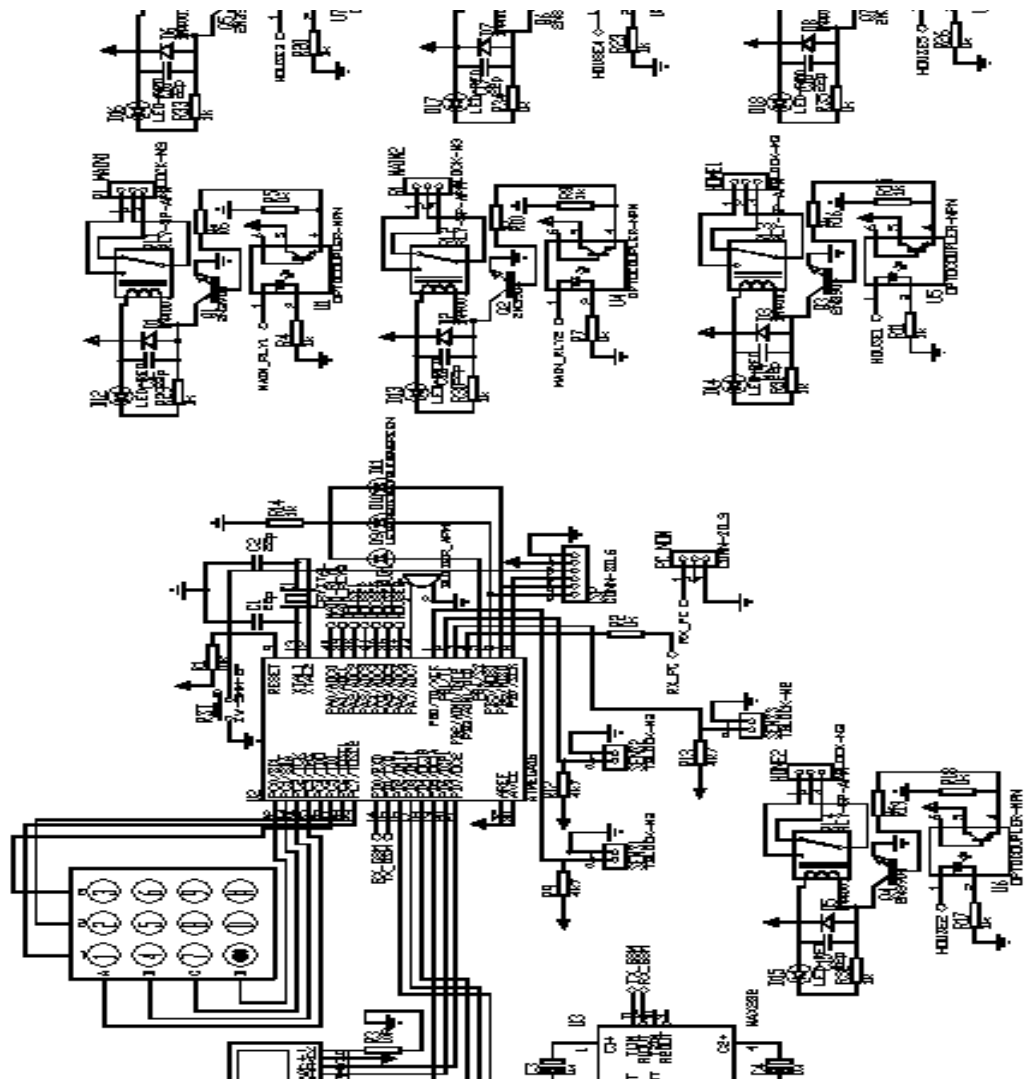


Figura 2.19 Esquema circuito de control

2.6 LLAVE DIGITAL PARA HABILITACIÓN DE INTERVENCIÓN DE TABLEROS.

2.7.1 Conexión del Teclado³⁹

³⁹ Datasheet Teclado membrana matricial. Ver ANEXO A-4

Para realizar la llave digital de apertura de los tableros se utiliza un teclado numérico matricial 4x3 del tipo membrana por su fácil instalación así como conexión ya que esta se realiza directamente al microcontrolador sin necesidad de algún tipo de interfaz entre ellos.

Las conexiones se realizan enteramente en los puertos C del microcontrolador.

Entre sus especificaciones técnicas se tiene la tabla 2.2:

Tabla 2.5 Especificaciones técnicas del teclado

| Artículo | Descripción |
|---------------------------|-------------------------|
| Nombre del producto | Teclado 4x3 |
| Nro. modelo | a0267 |
| Tamaño | 77 x 70 x 0.8 |
| Long cable | 86 mm |
| conector | 8 pines |
| Montaje | Adhesivo |
| Voltaje de funcionamiento | 5 Vdc |
| Max capacidad | 35 Vdc |
| Pot uso | 0.12 VA |
| rebote de contacto | 5 ms |
| Esperanza de vida | 1 millón de actuaciones |

A continuación en la Figura 2.20 se muestra conexiones por medio del software PROTEUS.

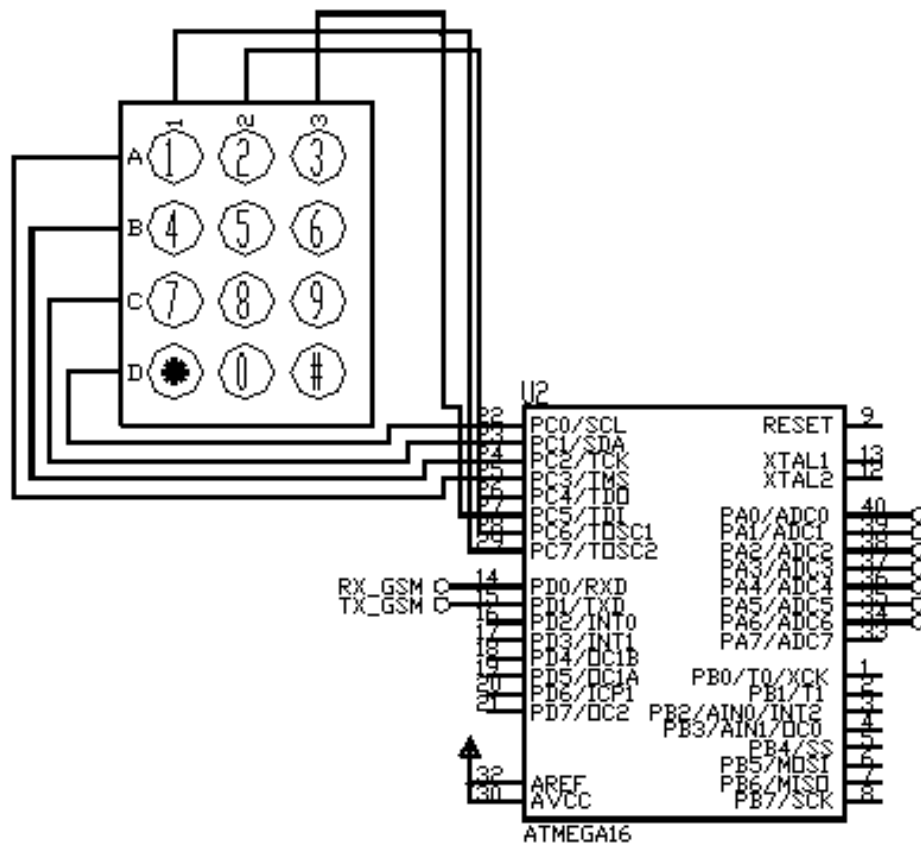


Figura 2.20 Conexión del teclado a microcontrolador ATMEGA.

2.7.2 Conexión de la pantalla LCD.⁴⁰

Es necesario configurar el tipo de pantalla para que esta funcione de correcta manera y esta configuración de la pantalla LCD se puede realizar de dos maneras.

- *Ira Forma (Figura2.20).*

Al momento de ya realizar la programación se necesita configurar que tipo de pantalla LCD se va a instalar, vamos al botón OPTIONS / COMPILER / LCD.

⁴⁰ Ver ANEXO A-5

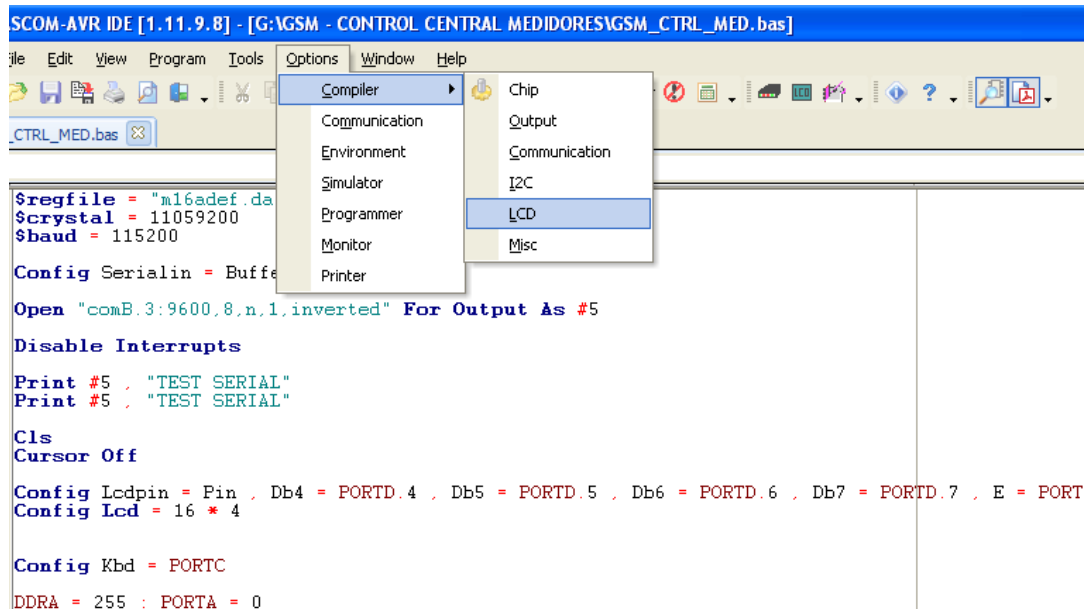


Figura 2.21 Configurar pantalla LCD

En la ventana que se despliega (Figura 2.22), se debe seleccionar los parámetros de configuración de nuestra pantalla LCD:

- Tipo de LCD: 16x4.
- Modo de conexión: 4-bit.
- Modo de transmisión de datos: pin
- Los pines a los cuales va a estar conectado el LCD.
- Y finalmente se presiona OK.

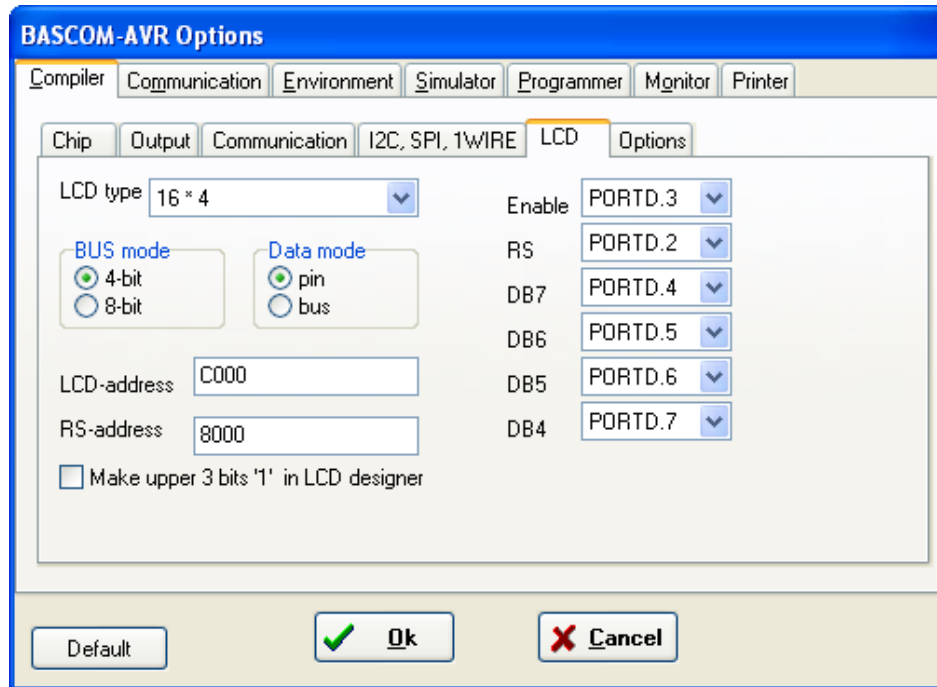


Figura 2.22 Parámetros de configuración

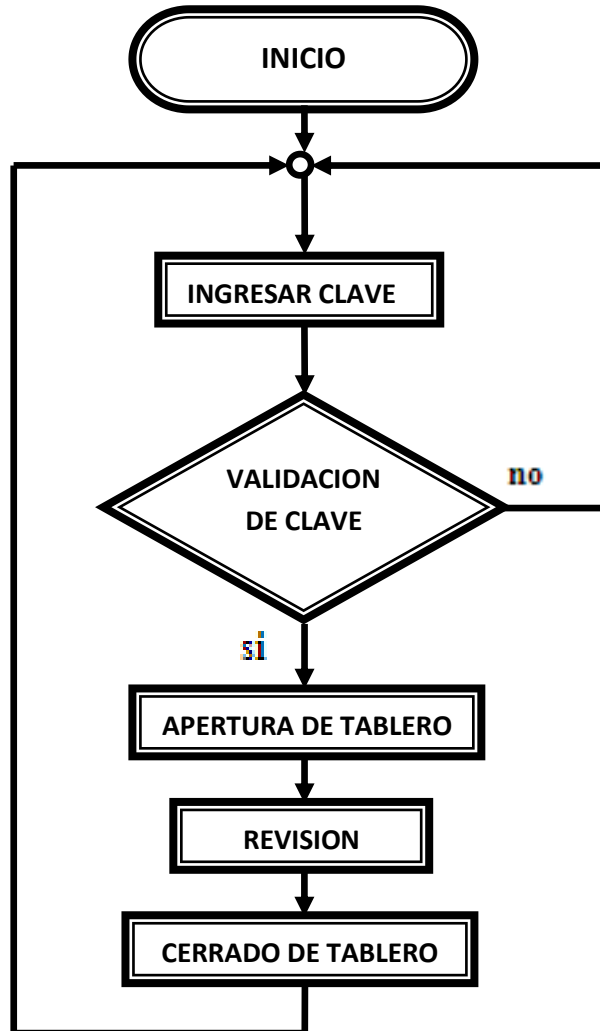
- **2da Forma**

Se puede configurar directamente al momento de programar directamente de la siguiente manera de un solo paso como lo muestra la figura 2.23.

```
Config Lcdpin = Pin , Db4 = PORTD.4 , Db5 = PORTD.5 , Db6 = PORTD.6 , Db7 = PORTD.7 , E = PORTD.3
Config Lcd = 16 * 4
```

Figura 2.23 Configuración al programar

2.7.3 Diagrama de flujo del sistema de la llave digital



2.8 SISTEMA DE ACTUACIÓN SOBRE EL CIRCUITO DE APERTURA DE BARRAS MEDIANTE CONTACTORES.

Para el sistema de actuación desde el microcontrolador hasta el contactor, es necesario utilizar relés y optoacopladores para una correcta aislación entre la parte de potencia con la de control.

2.7.1 Relés

Debido a que son dispositivos muy pequeños y compactos con buenas características mecánicas y eléctricas, lo que les dota de una alta confiabilidad se decide utilizar el relé miniatura de alta potencia HK3FF-DC 5V, dicho relé es el que va permitir energizar la bobina del contactor.

Funcionan con alimentación de bobina de 5VDC.

Posee una larga vida de operaciones mecánica, aproximadamente 10 millones de operaciones en condiciones normales de funcionamiento así mismo su vida eléctrica que permite 1 millón de operaciones, por lo que se lo conoce como de alto rendimiento.

a. Características generales:

Tabla 2.6 Características del relé HK3FF

| CARACTERÍSTICAS | |
|---------------------------|-----------------------|
| Forma de contacto | SPDT |
| Voltaje de funcionamiento | 5 VDC / 10 VDC |
| Resistencia de contacto | 100m Ohmios (1A 6Vdc) |
| Material de contacto | Aleación de Plata |
| Corriente max switching | 15A |
| Voltaje max switching | 250 VAC / 30 VDC |
| Vida Eléctrica | 1000000 ops |
| Vida Mecánica | 10000000 ops |
| Fuerza dieléctrica | 1500VAC |
| Temperatura de trabajo | -40 °C ~ +85 °C |
| Construcción | sellado |
| Energía de la bobina | 0.35 W |
| Peso | 10 g |

2.8.2 Optoacopladores ⁴¹

Debido a que el microcontrolador es sensible, se necesita el acoplamiento de señales de dos tipos de circuitos eléctricos y electrónicos independientes y totalmente aislados como lo son: el circuito de control y el circuito de potencia, se decide utilizar el optoacoplador 4N25.

Todos los dispositivos 4N25 consisten en arseniuro de galio, un diodo emisor de infrarrojos acoplado ópticamente a un fototransistor de silicio monolítico, es el más económico en su clase para media velocidad, se muestra sus terminales en la Figura 2.24.

a. Características principales:

- Aislamiento Tensión de prueba 5300 V RMS
- Se comunica con las familias lógicas comunes (TTL).
- Dual-in-line Package 6-pin

b. Aplicaciones:

- Propósito general en circuitos de conmutación.
- Conexión y sistemas de acoplamiento de diferentes potenciales e impedancias.
- I / O Interfaz.

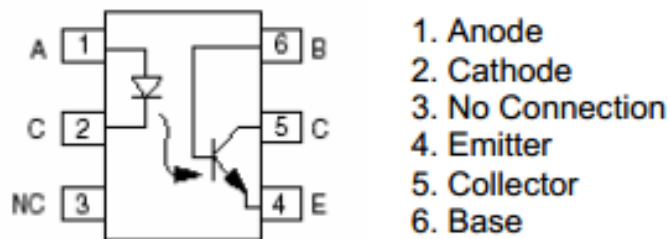


Figura 2.24 Esquema de terminales del 4N25

⁴¹ Datasheet optoacoplador. Ver ANEXO A-6.

2.8.3 Transistor 2N3904⁴²

Para conectar el optoacoplador al relé es necesario instalar un transistor entre ellos para aumentar la intensidad de la señal y mantener estable la activación del relé, en este caso se selecciona el transistor 2N3904 (datasheet anexo A-10) debido a las siguientes características:

- Es uno de los más comunes Transistores generalmente usado para amplificación.
- Está diseñado para funcionar a bajas intensidades, bajas potencias, tensiones medias y puede operar a velocidades altas.
- Transistor de bajo costo.

2.8.4 Cálculos

Calculo de resistencias necesarias para conectar el transistor y los elementos entre sí:

Se asume una corriente de 5 mA.

$$V = I \times R \quad \text{Ec. 2.3}$$
$$R = \frac{5 V}{5 mA} = 1 \text{ Kohmio}$$

Donde:

V: voltaje.

I: corriente.

R: resistencia.

Por lo tanto se necesita utilizar resistencias de 1 Kohmio y conectarlas según muestra la Figura 2.25.

⁴² Silver, H. Ward (2008). *Circuitbuilding do-it-yourself for Dummies*. For Dummies.

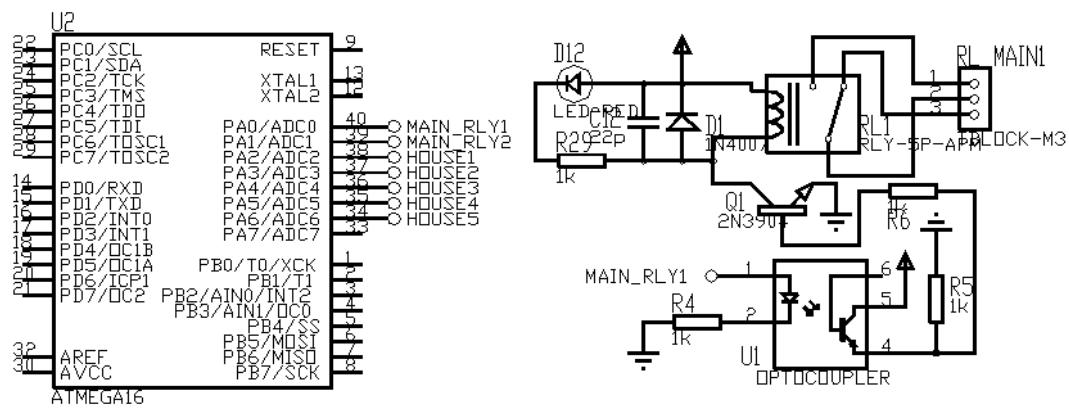


Figura 2.25 Esquema de conexiones entre el microcontrolador, el 4N25 y el relé.

De la misma manera en la figura 2.26 se muestra el conexionado desde los relés hacia los contactores.

Donde:

R: Relé.

K: Contactor.

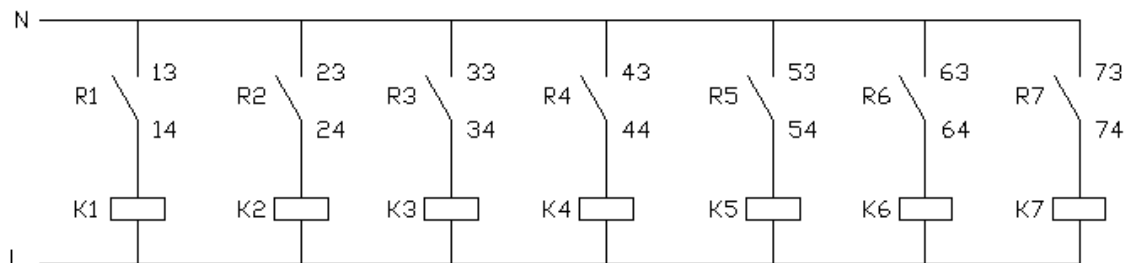


Figura 2.26 Conexiones del relé hacia contactores

2.9 SISTEMA DE DISPARO DE ALARMA ANTE INTRUSIÓN ILÍCITA Y RESET DE LA MISMA.

Para reconocer una apertura no autorizada del tablero se utilizan sensores magnéticos colocados en las puertas, los cuales al momento de separarse dan una señal al microcontrolador, el mismo que manda otra señal para que se activen los contactores principales y dejen sin energía al edificio como se muestra en la Figura 2.27.

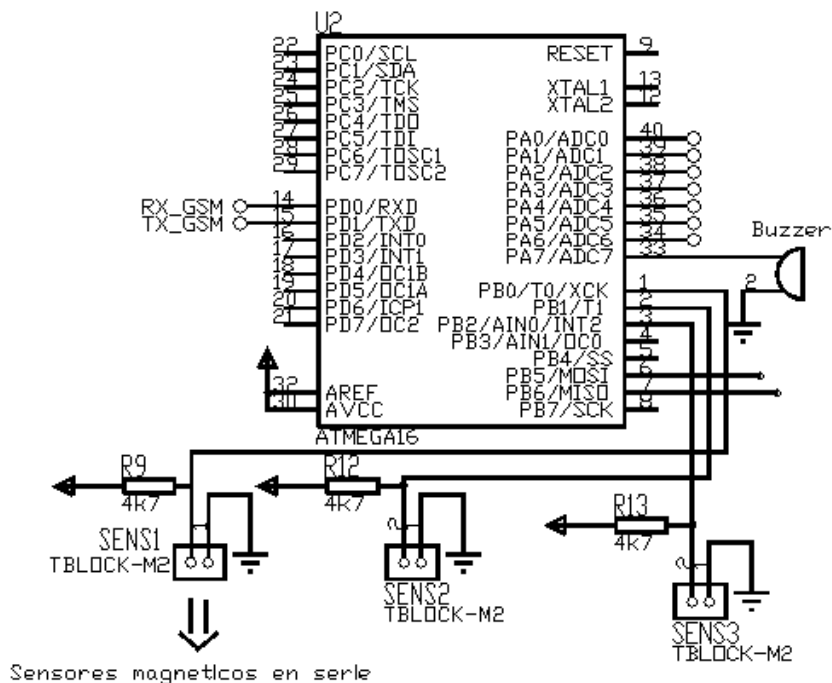


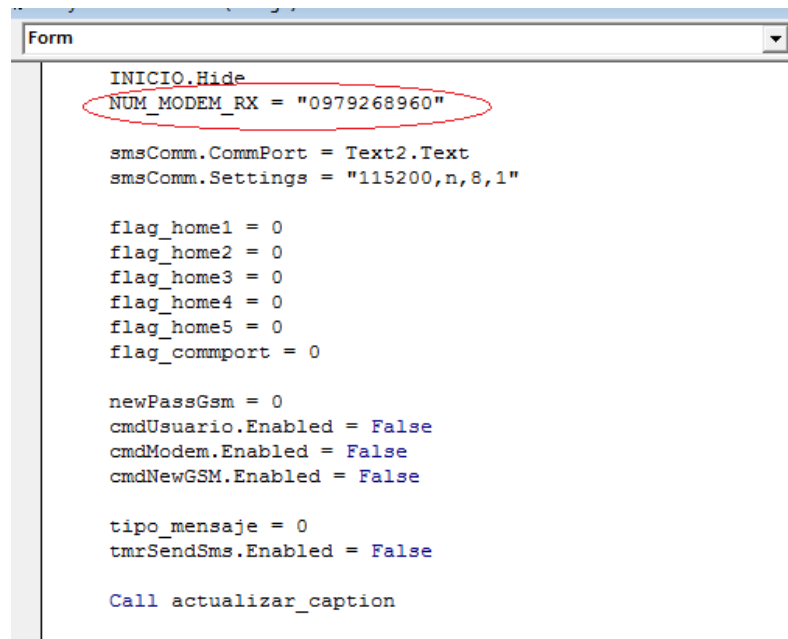
Figura 2.27 Conexión de los sensores magnéticos

De la misma manera se coloca un buzzer⁴³ en el circuito para alertar a las personas que viven en el condominio de una apertura no autorizada del tablero de medidores y para que se comuniquen inmediatamente con la Empresa Eléctrica para Solicitar que un técnico se acerque para verificar las condiciones del tablero y también para desactivar la alarma en sitio o en su defecto que se desactive por el mando a distancia y se restablezca el servicio eléctrico.

⁴³ Datasheet Buzzer. Ver ANEXO A-7.

2.10 SISTEMA DE CÓDIGO DE TABLERO Y APERTURA.

El código para reconocer un tablero en el caso de instalar este sistema en muchos sitios es indiferente, debido a que el sistema es exactamente igual que con los teléfonos celulares, todos tienen un número distinto, ese número se ingresa en la programación del microcontrolador y del visual basic 6.0, de esta manera se direcciona de una manera correcta los mensajes de activación de todo el sistema y no existiría confusión entre todos los tableros instalados (Figura 2.28).



```
Form
INICIO.Hide
NUM_MODEM_RX = "0979268960"

smsComm.CommPort = Text2.Text
smsComm.Settings = "115200,n,8,1"

flag_home1 = 0
flag_home2 = 0
flag_home3 = 0
flag_home4 = 0
flag_home5 = 0
flag_commport = 0

newPassGsm = 0
cmdUsuario.Enabled = False
cmdModem.Enabled = False
cmdNewGSM.Enabled = False

tipo_mensaje = 0
tmrSendSms.Enabled = False

Call actualizar_caption
```

Figura 2.28 Ingreso del número telefónico del receptor en el microcontrolador.

De la misma manera se tiene que setear el número del cual se va a enviar los mensajes en la declaración de variables de la siguiente manera:


```

*****
*           DECLARACIÓN DE SUBFUNCIONES           *
*****

Dim B As Byte , I As Byte , J As Byte
Dim K As Byte
Dim Key_str As String * 1
Numero = "+593979290674"

```

Para la apertura es necesario realizar una validación entre el código que está escrito en la programación con el código ingresado por medio del teclado instalado en el tablero (Anexo B-2).

2.11 SISTEMA DE TRANSFERENCIA DEL CÓDIGO DEL TABLERO Y SEÑAL DE APERTURA ILÍCITA

Es necesario conectar dos módems de comunicación bidireccional para red GSM/GPRS, uno de ellos ira instalado en el tablero de medidores y el otro en las oficinas de control de pérdidas de energía, al momento de abrir el tablero sin ingresar correctamente el código, el microcontrolador desactiva el servicio de energía eléctrica en todo el condominio y envía un mensaje al modem receptor notificando la apertura no autorizada del tablero para que un grupo de trabajo se dirija al sitio a comprobar las conexiones de los medidores.

El código del tablero puede cambiarse desde las oficinas de la empresa eléctrica cuando se tenga sospecha de conocimiento de terceros, de la siguiente manera:

- Abrir el software para control de tableros (Figura 2.29).

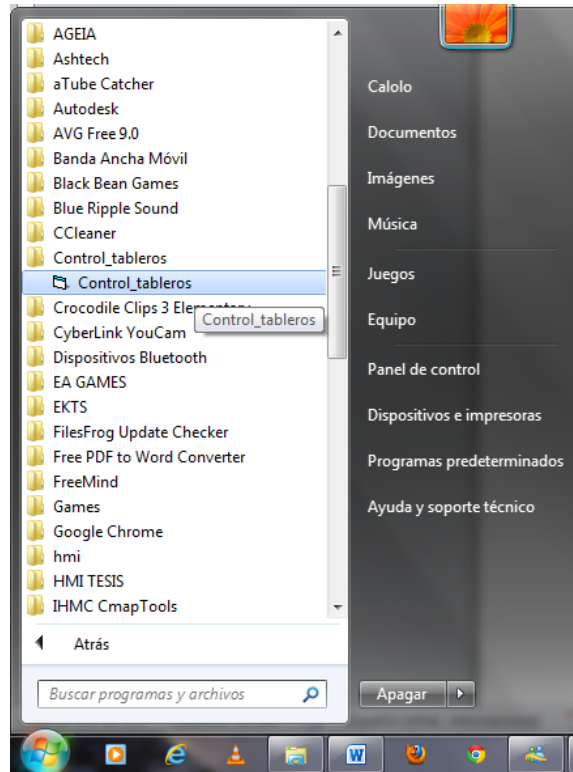


Figura 2.29 Software de Control de tableros de Medidores.

- Ingresar Nombre de Usuario y Clave (Figura 2.30).

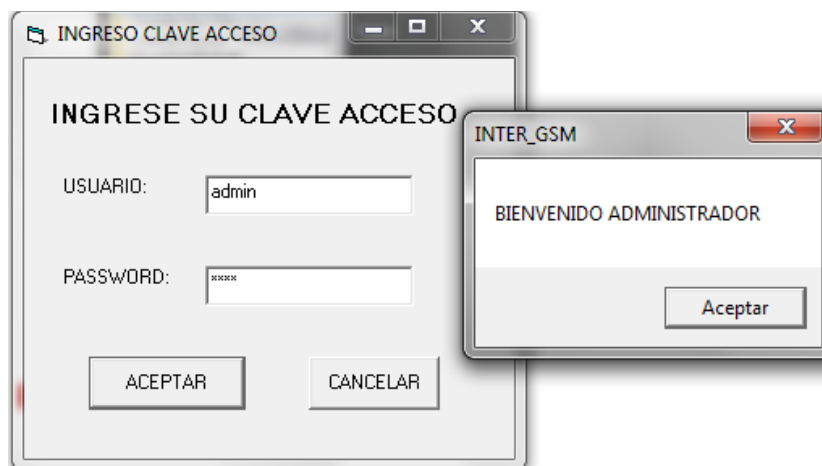


Figura 2.30 Pantalla de Ingreso de clave para el acceso

- Dar un clic en el botón MODEM en el cuadro de cambios de clave (Figura 2.31).



Figura 2.31 Cambio de clave

- Ingresar clave anterior, nueva y guardar (Figura 2.32).



Figura 2.32 Ingreso nueva clave

- Dar clic en el botón de Enviar clave GSM (Figura 2.33).



Figura 2.33 Envío de nueva clave

- Llegará un mensaje de confirmación de actualización de clave (Figura 2.34).



Figura 2.34 Confirmación de cambio de clave correctamente

2.12 INTERFAZ DE CONEXIÓN GPRS PARA TRANSMISIÓN DE DATOS.

Como interfaz para la conexión entre el Modem GSM y el microcontrolador ATMEGA16 se utilizó el circuito integrado MAX 232 debido a que convierte las señales del puerto serial RS 232 a señales compatibles con los niveles TTL y sirve como interfaz de transmisión y recepción de las señales para RX y TX.

Las entradas de recepción de RS-232 (las cuales pueden llegar a ± 25 V), se convierten al nivel estándar de 5 V de la lógica TTL.

Esto resulta ser de mucha utilidad para la implementación de puertos serie RS-232 en dispositivos que tengan una alimentación simple de + 5 V.

2.12.1 Conexiones (Figura 2.35):

C1₊: Conexión positiva del condensador C1 del doblador de voltaje de +5V a +10V.

C1₋: Conexión negativa del condensador C1 del doblador de voltaje de +5V a +10V.

C2₊: Conexión positiva del condensador C2 del inversor de voltaje de +10V a -10V.

C2₋: Conexión negativa del condensador C2 del inversor de voltaje de +10V a -10V.

V₋: Conexión de salida del voltaje de -10V.

V₊: Conexión de salida del voltaje de +10V.

T1_{in}, T2_{in}, R1_{out}, R2_{out}: Conexiones a nivel de voltaje de TTL o CMOS.

T1_{out}, T2_{out}, R1_{in}, R2_{in}: Conexiones a niveles de voltaje del protocolo RS-232.

VCC: Alimentación positiva del MAX232

GND: Alimentación negativa del MAX232

Tabla 2.7 Capacitancias recomendadas para conexión.

| CAPACITANCIA μF | | | | | |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Elemento | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
| MAX 232 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

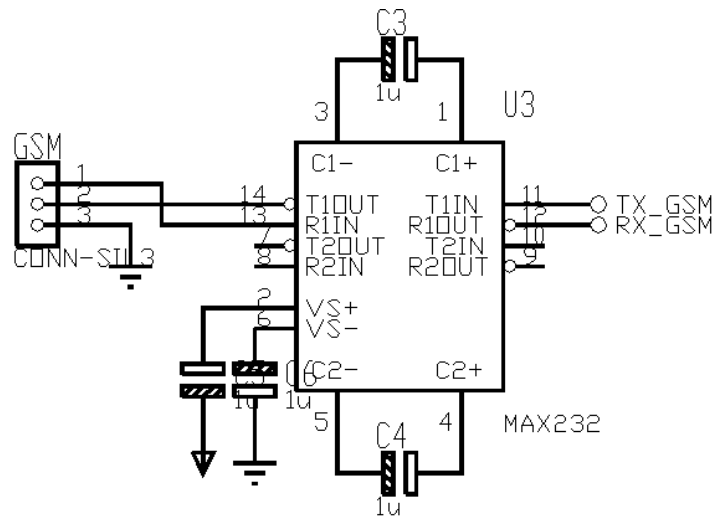


Figura 2.35 Conexiones del MAX 232

2.13 CIRCUITO DE ALARMA SIMPLE.

El sistema de alarma necesita controlar 2 de las 3 puertas del tablero, las cuales solo debe de tener acceso personal de la Empresa Eléctrica, al principio se pensó colocar en forma independiente cada uno de estos sensores, pero después se comprobó que se tenía el mismo efecto si se conectaba en serie los tres sensores, ahorrando de esta manera cableado así como líneas de programación en el microcontrolador.

La construcción de la placa de circuitos se dejó para la conexión de los sensores en forma individual (Figura 2.36) por si ocurriese algún problema al momento de instalar en los tableros, pero esto nunca paso.

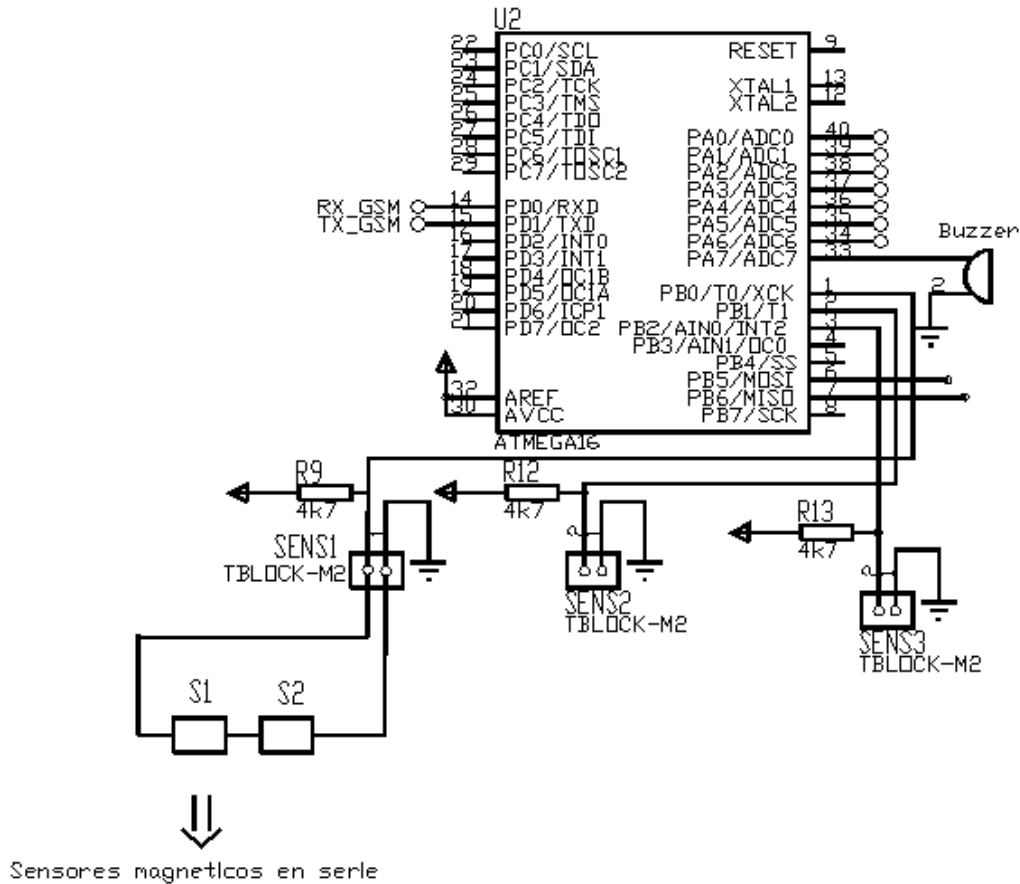


Figura 2.36 Conexión de los dos sensores magnéticos en serie

Cuando existe la apertura de la puerta del tablero de medidores o el de barras, en el software de Control de tableros realizado en Visual Basic se genera un mensaje notificando la alarma encendida (Figura 2.37), además una alarma comenzará a sonar en la oficina donde estará instalado dicho software.



Figura 2.37 Mensaje de notificación de alarma encendida

2.14 PROGRAMA PARA CONTROL DESDE PC.

El programa para control desde PC se lo realiza enteramente en Visual Basic 6.0 por ser un programa amigable además de que se contó con experiencia previa en el manejo de este software.

Las líneas de programación se puede observar en el ANEXO B-1.

2.15 SELECCIÓN DEL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

La programación en el microcontrolador se la realizó por medio del software BASCOM AVR por tener una gran similitud con la programación en lenguaje C++, además por ser muy versátil en cuanto a todos los componentes que se pueden agregar para luego no tener conflictos con la comunicación entre ellos, como por ejemplo la conexión directa que existe entre el microcontrolador y la pantalla LED.

Bascom AVR es un lenguaje de alto nivel, permite programar a cualquier microcontrolador sin la necesidad de datasheet, ya que sus instrucciones internamente configuran registros de la memoria..

2.14.1 Ventajas

Posee siguientes ventajas:

- BASIC estructurado con etiquetas.
- Programación estructurada con sentencias IF-THEN-ELSE-END IF, DO LOOP, WHILE-WEND, SELECT-CASE.
- Las variables pueden ser: Bit, Byte, Entero, Word, Largo, y variables tipo String.

2.16 INSTALACIÓN DEL PROGRAMA EN UN TERMINAL DE COMPUTADOR

Después de estar seguro del funcionamiento correcto del programa, para instalar en cualquier computador sin necesidad de que exista el software Visual Basic 6.0 se necesita seguir los siguientes pasos:

- Guardar el proyecto de Visual Basic en *Guardar Como* (Figura 2.38) y el archivo se guardara en una determinada carpeta.

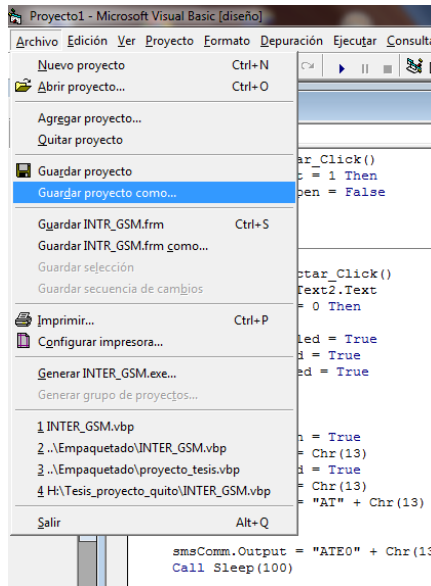


Figura 2.38 Guardar proyecto de Visual Basic

- Dar clic en la opción Generar Proyecto.exe (Figura 2.39) y se guarda en la misma carpeta anterior.

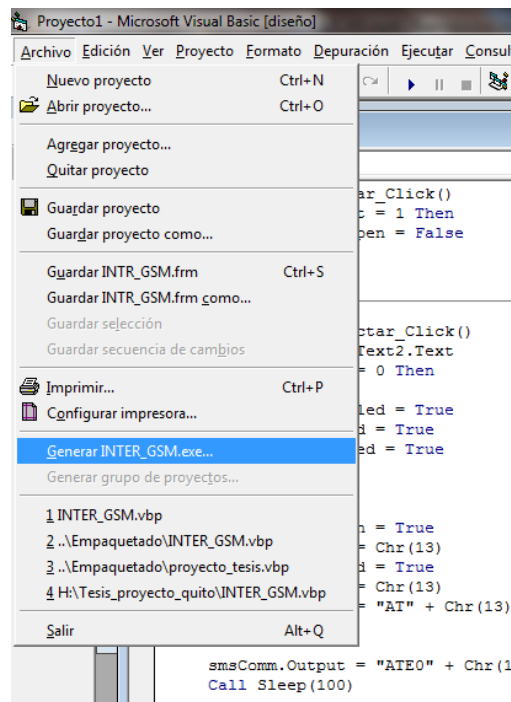


Figura 2.39 Generar archivo .exe

- Cerrar VB, y a continuación abrir: *Inicio / Todos los programas /Herramientas de Microsoft Visual Studio 6.0 /Asistente para empaquetado y distribución* (Figura 2.40).

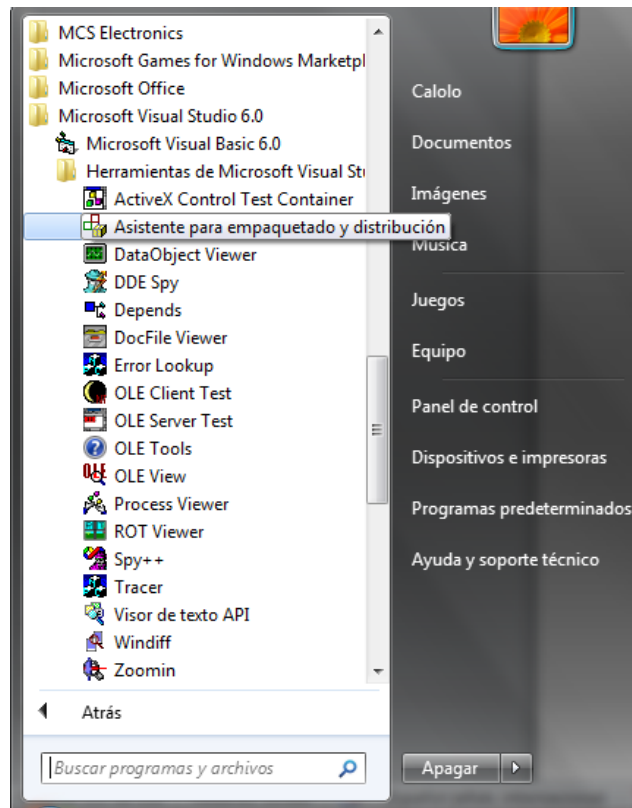


Figura 2.40 Asistente para empaquetado

- En la pantalla seleccionar el proyecto de la carpeta donde está guardado y dar clic en el botón de Empaquetar (Figura 2.41).

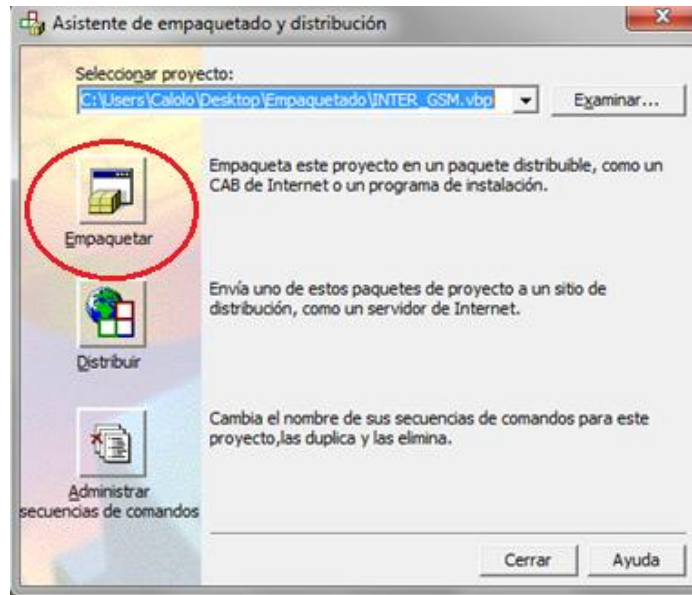


Figura 2.41 Empaquetar

- En la siguiente ventana solo dar clic en Siguiente (Figura 2.42).



Figura 2.42 Proceso de empaquetado

- Se aparece la siguiente pantalla (Figura 2.43), que informa si se quiere crear la carpeta Empaquetado, que es donde se guardará el instalador del software por lo que se debe dar clic en SI.

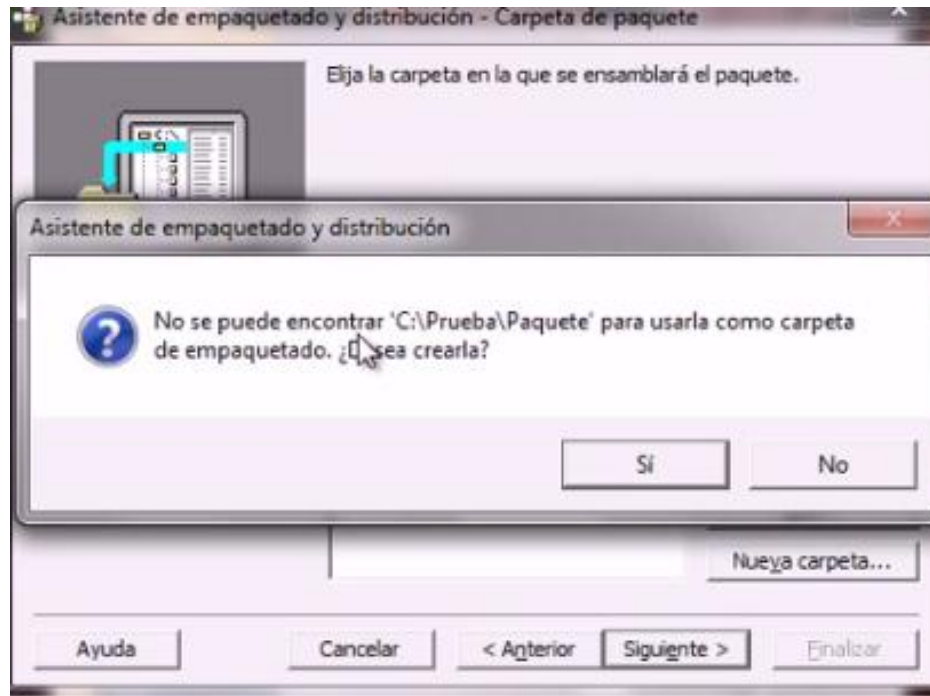


Figura 2.43 Creación de carpeta Empaquetado

- En la siguiente ventana es necesario asegurarse de que todo este seleccionado (Figura 2.44), ya que estos son los componentes que se instalarán para hacer funcionar el software y dar clic en siguiente hasta finalizar.

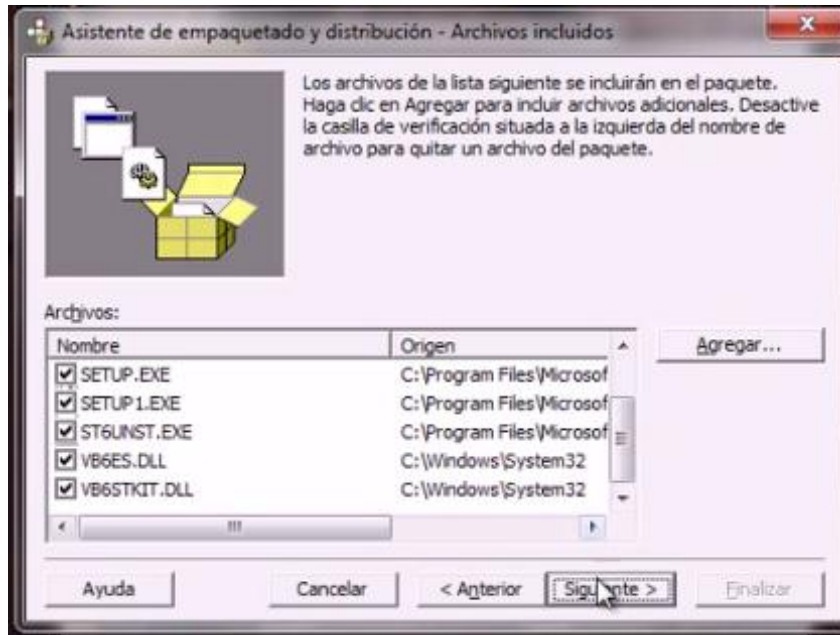


Figura 2.44 Selección de archivos a incluir en el empaquetado

- Buscar en la carpeta donde se guardó el proyecto de VB otra carpeta llamada PAQUETE donde se encuentra el instalador del programa el cual puede ser trasladado en cualquier memoria flash a cualquier computador (Figura 2.45).

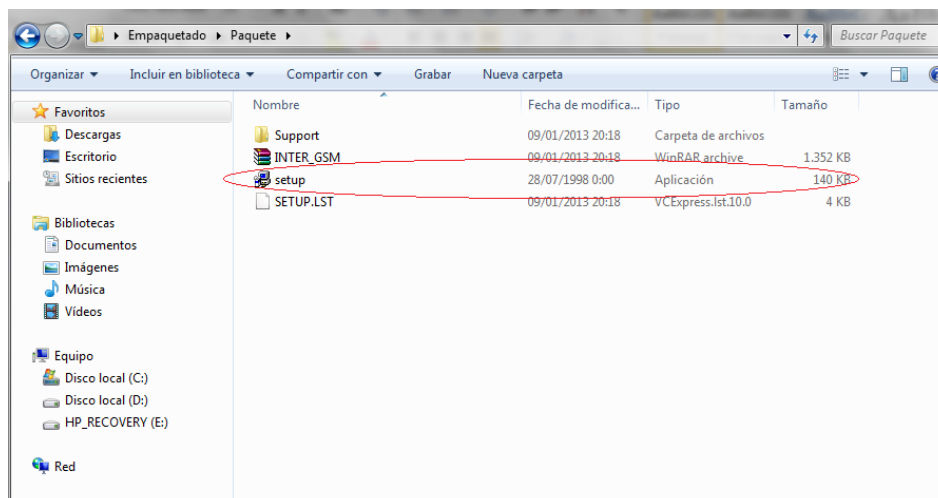


Figura 2.45 Archivo Setup

- Para instalar el software en el computador de la Empresa Eléctrica Riobamba SA, se traslada la carpeta Paquete al computador, se da clic en SETUP, luego Aceptar (Figura 2.46).



Figura 2.46 Instalación de Software

- En la ventana se selecciona el siguiente icono para comenzar la instalación (Figura 2.47) y dar clic en siguiente hasta que aparezca el mensaje de instalado correctamente (Figura 2.48).



Figura 2.47 Icono de instalación

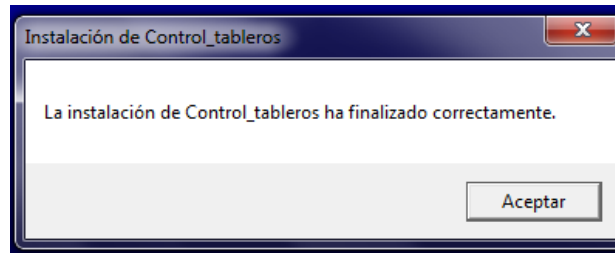


Figura 2.48 Instalación correcta

- Este programa ya queda instalado completamente como un programa nuevo por lo que se debe ir a *Inicio / Control de Tableros*, hacer clic y el programa se abre automáticamente como se muestra en las Figuras 2.49 y 2.50.

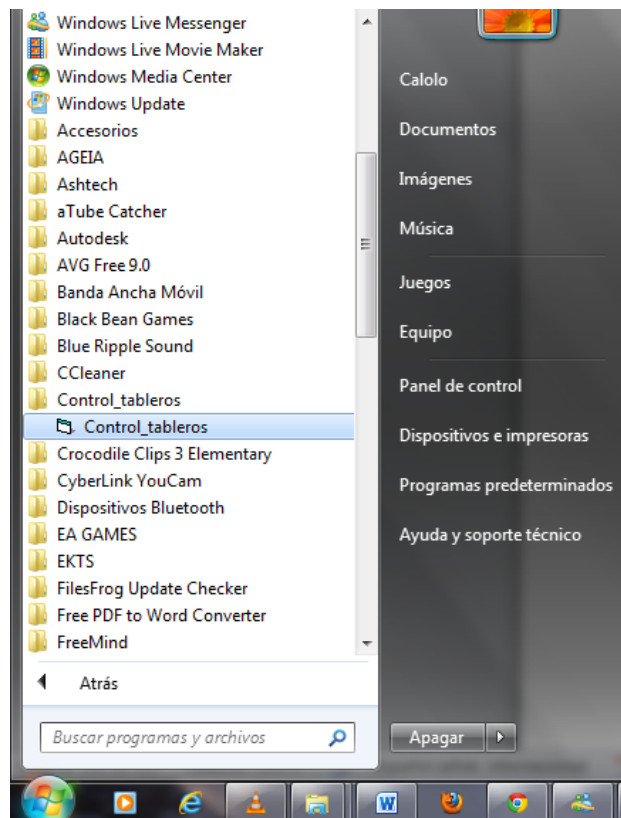


Figura 2.49 Software instalado correctamente



Figura 2.50 Pantalla de Inicio del programa

CAPITULO III

PRUEBAS DEL PLAN PILOTO DEL SISTEMA

3.1 PRUEBAS DE CONEXIÓN DEL MODEM

- Para las pruebas de conexión se utiliza el programa hyperterminal, primero se necesita comprobar la disponibilidad del modem por medio del comando AT esperando la respuesta OK (Figura 3.1).

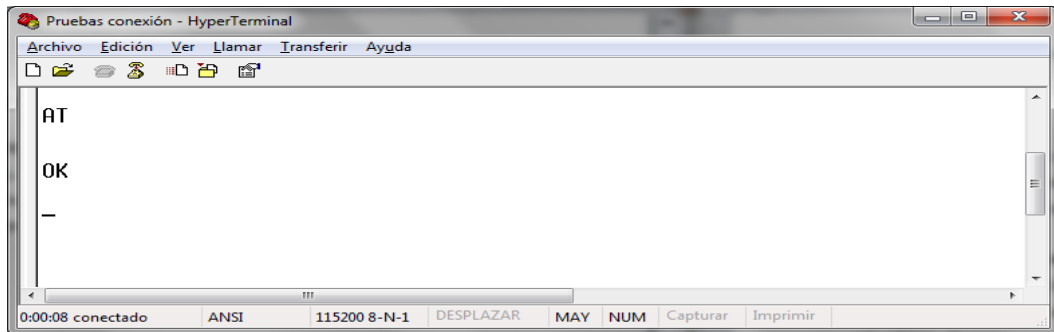


Figura 3.1 Disponibilidad del modem

- Para probar que el modem tenga comunicación GSM/GPRS, se necesita usar el comando AT+CGMM (Figura 3.2).

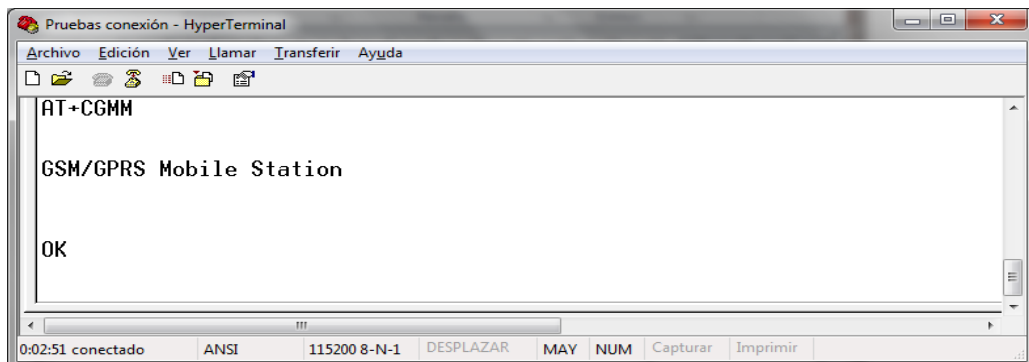


Figura 3.2 Comunicación del modem

- Para leer el estado del modem se usa el comando AT+CPAS (Figura 3.3).

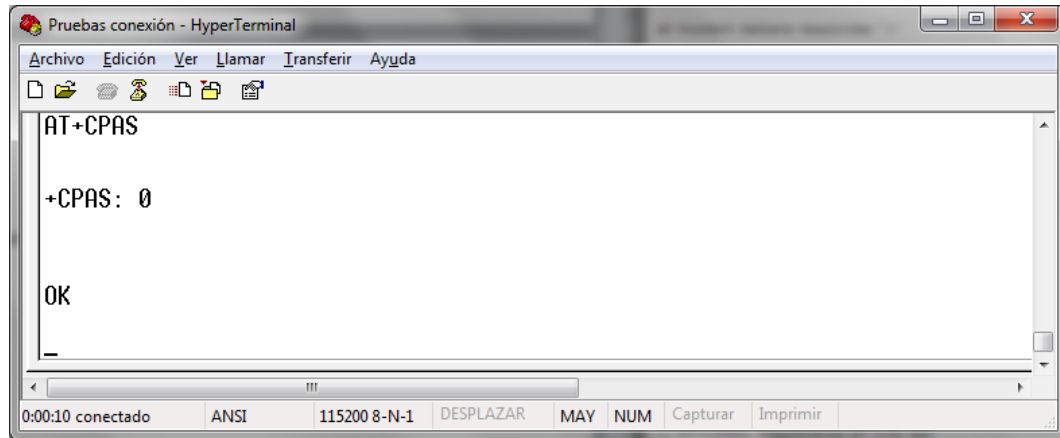


Figura 3.3 Estado del modem

- Para obtener la calidad de señal se usa el comando AT+CSQ, cuando este valor se encuentra entre 20 y 30 indica una alta intensidad de señal (Figura 3.4).

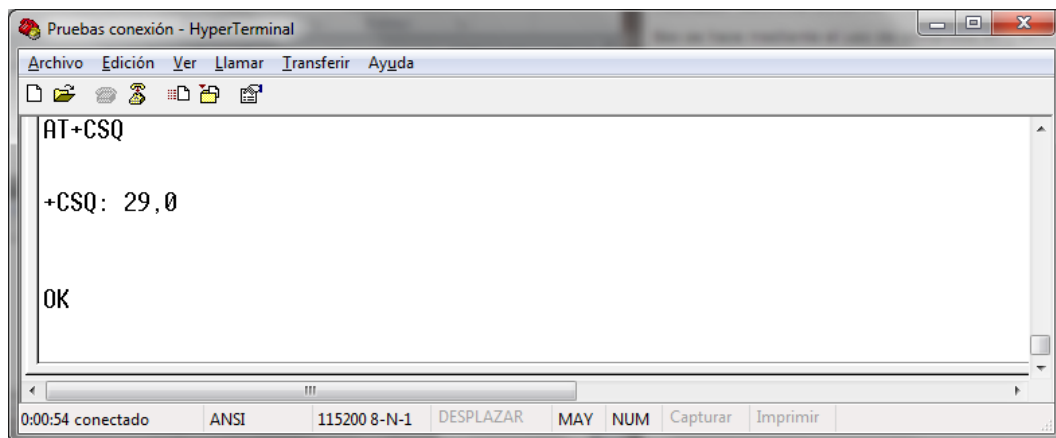


Figura 3.4 Calidad de señal GSM

- Se comprueba la comunicación bidireccional por medio de la generación de un mensaje de respuesta por la apertura no autorizada de uno de los gabinetes del tablero de medidores (Figura 3.5).

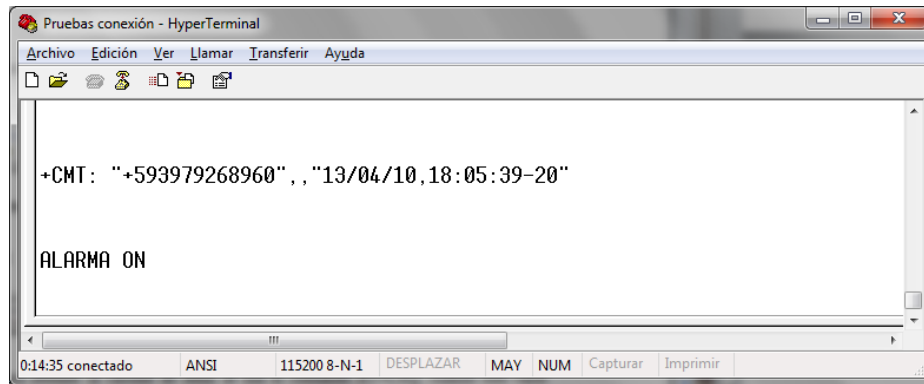


Figura 3.5 Comunicación bidireccional

- De la misma manera se comprueba la comunicación de la central hacia el microcontrolador, enviando un mensaje para desconectar uno de los relés (Figura 3.6).

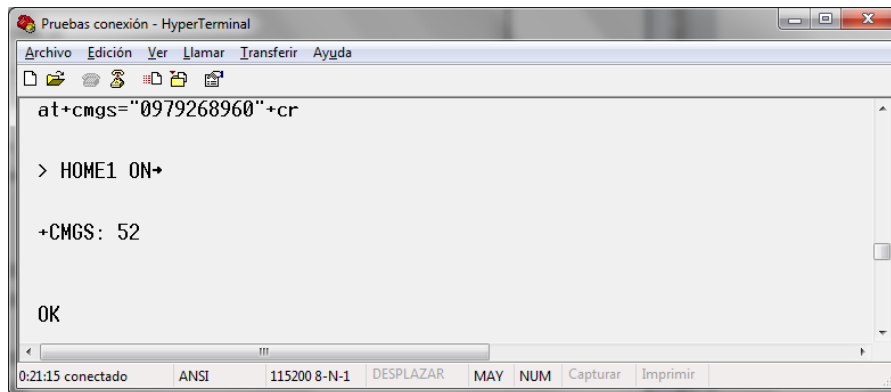


Figura 3.6 Comunicación de la central

Con este procedimiento se ha comprobado el funcionamiento correcto del sistema de comunicación.

3.2 PRUEBAS DE TIEMPO DE RESPUESTA ENTRE EL ENVÍO DEL MENSAJE Y EL ACTUAR DE LOS CONTACTORES.

Todo sistema tiene un tiempo de proceso interno y en este caso un tiempo en el cual envía los mensajes vía celular, se ha realizado pruebas con la operadora MOVISTAR teniendo las siguientes respuestas mostradas en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Tiempos de respuesta de operadora celular MOVISTAR (segundos).

| HORARIO | MARTES | MIERCOLES | JUEVES |
|----------------|---------------|------------------|---------------|
| 10:00 | 16,3 | 15,2 | 15,6 |
| 11:00 | 15,7 | 16,3 | 16,4 |
| 12:00 | 15,8 | 15,9 | 16,1 |
| 13:00 | 14,9 | 16,2 | 14,9 |
| 14:00 | 15,1 | 15,7 | 15,3 |

Observaciones

Las pruebas se realizan enviando un mensaje a cada hora indicada en la tabla 3.1, el tiempo que se demora entre enviar el mensaje y actuación de los relés es de 15 segundos, los mismos que se ejecutan de la siguiente manera: 2 segundos en el proceso interno del Visual Basic, 500 mseg en el proceso del microcontrolador y de 12 a 13 segundos en el envío del mensaje, este tiempo no varía considerablemente.

El tiempo total promedio entre el envío del mensaje y la activación de los relés es de 15 segundos.

3.3 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MODEM

- En el circuito que se instala al momento de ser energizado aparecen los siguientes mensajes en el display (Figuras 3.7 y 3.8).



Figura 3.7 Mensaje en el display al energizar el circuito

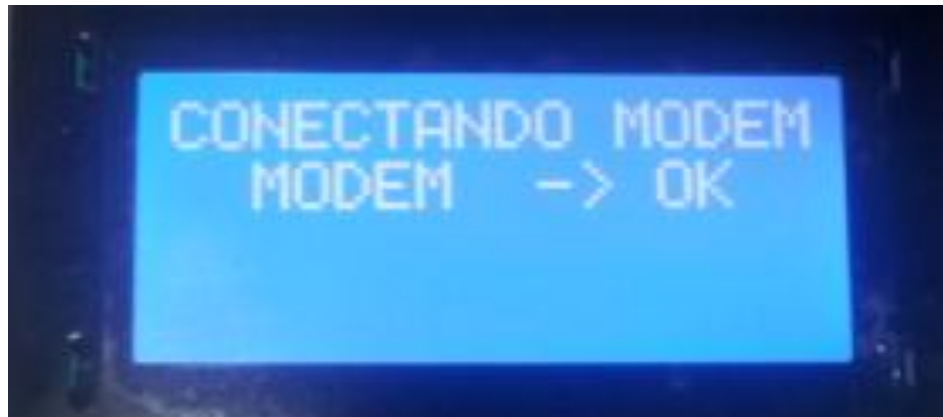


Figura 3.8 Mensaje en el display cuando los módems se encuentran conectados

- En el programa desarrollado en Visual Basic al momento de conectar al modem se despliega un mensaje de MODEM OK (Figura 3.9), indicando que el modem está listo para transmitir datos



Figura 3.9 Mensaje de confirmación de módems conectados

3.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA COMUNICACIÓN.

- Lo primero que se realiza es el enlace de comunicación entre los dos módems registrados con su número independiente, al dar clic en el botón conectar, en visual se despliega un cuadro indicando que el mensaje de inicialización se envió correctamente como lo muestra la (Figura 3.10).



Figura 3.10 Cuadro de texto que indica que el mensaje se ha enviado correctamente

- En el display del circuito de control se despliega un mensaje que indica que el estado de inicialización se completó con éxito (Figura 3.11).



Figura 3.11 Mensaje indicador que el estado de inicialización se completó

3.5 PRUEBAS DE ACTIVACIÓN DE LOS RELÉS DE CONTROL.

- Primero se activa los relés de las zonas generales, estos tienen que cambiar de estado del color azul al color rojo como se muestra en la Figura 3.12.



Figura 3.12 Activación de los relés de las zonas generales

- Se verifica en el circuito de control que los LEDs indicadores correspondientes a cada relé se enciendan como se muestra en la Figura 3.13.

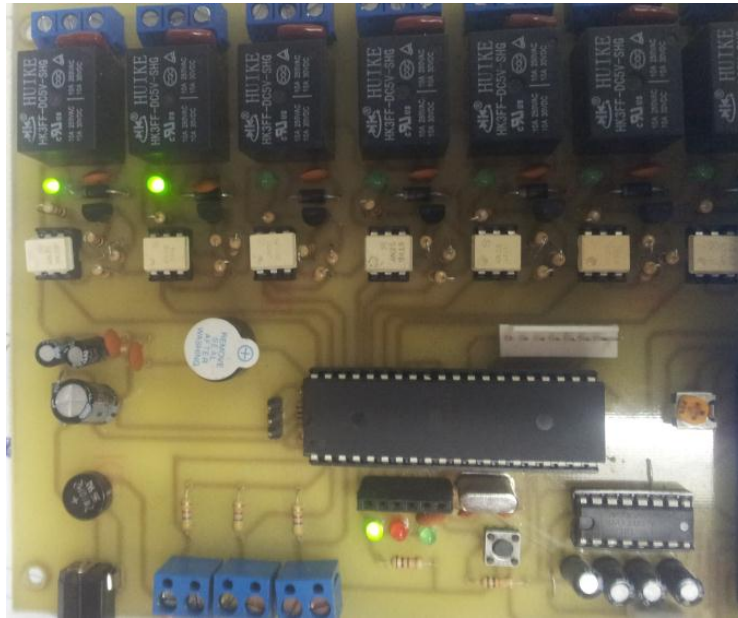


Figura 3.13 Relés físicos activados

- Se activan todos los relés presionando todos los botones en el software creado para probar que el funcionamiento correcto de todos ellos como se muestra en la Figura 3.14.



Figura 3.14 Todos los relés activados en Visual Basic

- Se verifica en el circuito de control que los LEDs indicadores correspondientes a cada relé se enciendan y de esta manera se comprueba el funcionamiento de todo el circuito, como se muestra en la Figura 3.15.

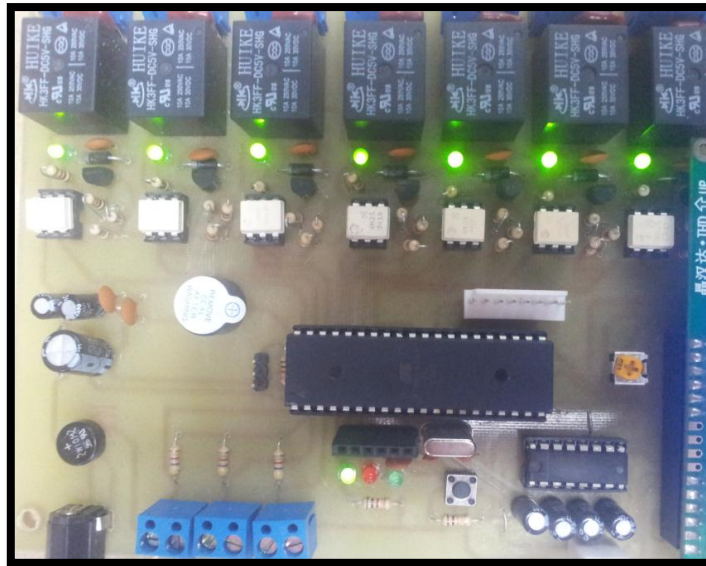


Figura 3.15 Todos los relés físicos activados

CAPITULO IV

4. EVALUACION DE COSTOS Y RESULTADOS DEL SISTEMA CON RESPECTO PNT.

4.1 COSTO DEL PROYECTO.

Para poder obtener el costo total del proyecto en un solo tablero sin contar con la propiedad intelectual en cuanto al diseño y programación se debe tener en cuenta varios aspectos que se detallan en las siguientes tablas: 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4.

Tabla 4.1 Costo de los materiales y equipos utilizados

| MATERIALES | | | |
|-------------------------------|----------|----------------|-----------------------|
| Material | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total (dólares) |
| Móden de comunicación | 2 | 100 | 200 |
| Chip de movistar | 2 | 5 | 10 |
| Sensores magnéticos | 2 | 10 | 20 |
| Microcontrolador ATMEGA 16 | 1 | 12 | 12 |
| Optoacoplador 4N25 | 7 | 0,8 | 5,6 |
| Relé miniatura | 7 | 2 | 14 |
| Contactores | 7 | 80 | 560 |
| Cable RS 232 | 1 | 13 | 13 |
| Visualizador LCD 4x20 | 1 | 20 | 20 |
| MAX 232 | 7 | 2,5 | 17,5 |
| Teclado numérico membrana 4x3 | 1 | 9 | 9 |
| Crystal | 1 | 1,2 | 1,2 |
| Buzzer | 1 | 1,4 | 1,4 |
| Transistor 2N3904 | 7 | 0,2 | 1,4 |
| Capacitor 1uF | 5 | 0,15 | 0,75 |
| Diodos Led | 5 | 0,1 | 0,5 |
| Resistencia 10K | 1 | 0,05 | 0,05 |
| Resistencia 4.7K | 3 | 0,05 | 0,15 |
| Resistencia 1K | 10 | 0,05 | 0,5 |
| Baquelita 15x20 cm | 1 | 4,2 | 4,2 |
| Cables varios | 1 | 20 | 20 |
| TOTAL | | | 911,25 |

Tabla 4.2 Costo de los diferentes insumos

| INSUMOS | | | |
|-------------------|-----------------|-----------------------|------------------------------|
| Material | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total (dólares) |
| Cinta aislante 3M | 1 | 3 | 3 |
| Borneras | 15 | 0,25 | 3,75 |
| Tornillos | 20 | 0,05 | 1 |
| Amarras plásticas | 1 | 1 | 1 |
| TOTAL | | | 8,75 |

Además se debe contratar un paquete de mensajes para cada chip, por lo que se decide activar 150 mensajes de texto.

Tabla 4.3 Costo del paquete de mensajería

| PAQUETE DE MENSAJES | | | | |
|----------------------------|-----------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Paquete | Cantidad | Costo cada chip | Costo total mensual | Costo total anual |
| 150 mensajes | 2 | 3,92 | 7,84 | 94,08 |

Se debe tener en cuenta también un costo que será el valor que se va a pagar a la persona que va a instalar el sistema.

Tabla 4.4 Costo de la mano de obra

| MANO DE OBRA EN LA IMPLEMENTACIÓN | |
|--|----|
| Técnico eléctrico | 50 |

- **Costos de Administración:** son los que se generan en la gestión administrativa.
Los costos en esta área son de \$ 0.00 debido a que para administrar este sistema se utilizará personal propio de la Empresa Eléctrica Riobamba.
- **Costos de mercadeo y ventas:** sueldos, viáticos, promociones, publicidad, etc.
En esta área el costo sería \$ 0.00.
- **Costos preoperativos:** gastos legales, estudios de mercadeo, diseños, planos.
En esta área el costo sería \$ 0.00.

4.2 MONITOREO DE TABLERO.

- Se instala el equipo de control de tableros el 01 de Febrero del 2013 realizando todas las correcciones en los medidores como cables mal ajustados, retiro conexiones desconocidas, etc. Y se recoge datos de todos los medidores resumidos en la tabla 4.5:

Tabla 4.5 Datos de lectura de medidores al 01 de Febrero de 2013

| CUENTA | MEDIDOR | LECTURA INICIAL |
|----------|-----------|-----------------|
| 165359-1 | JM-183129 | 2565 |
| 141115-6 | JM-143967 | 7427 |
| 144162-5 | JM-148310 | 3911 |
| 144161-7 | JM-148262 | 131 |
| 151359-7 | JM-157505 | 265 |
| 151185-6 | JM-156861 | 2005 |
| 160737-3 | JM-176325 | 3702 |
| 132939-0 | JM-133626 | 665 |
| 133216-2 | JM-133865 | 6022 |
| 171327-0 | JM-195419 | 0 |
| 143883-7 | JM-144950 | 9665 |
| 162515-1 | JM-178509 | 4422 |
| 161081-5 | JM-176987 | 2944 |
| 137031-1 | LT-107560 | 14402 |
| 163754-5 | JM-180452 | 1439 |

- Además se coloca el registrador de energía ECAMEC para poder contrastar los resultados.

Después de un mes aproximadamente, el 01 de marzo del 2013 se retira el registrador de energía y se procede a recoger los datos de todos los medidores para comparar (Tabla 4.6).

Tabla 4.6 Datos de lectura de medidores al 01 de Marzo de 2013

| CUENTA | MEDIDOR | LECT. INICIAL | LECT. FINAL | CONSUMO Kwh |
|--------------|-----------|---------------|-------------|-------------|
| 165359-1 | JM-183129 | 2802 | 2884 | 82 |
| 141115-6 | JM-143967 | 7379 | 7408 | 29 |
| 144162-5 | JM-148310 | 3879 | 3957 | 78 |
| 144161-7 | JM-148262 | 275 | 313 | 37 |
| 151359-7 | JM-157505 | 345 | 377 | 31 |
| 151185-6 | JM-156861 | 2087 | 2128 | 41 |
| 160737-3 | JM-176325 | 3950 | 4056 | 107 |
| 132939-0 | JM-133626 | 780 | 819 | 38 |
| 133216-2 | JM-133865 | 6270 | 6374 | 105 |
| 171327-0 | JM-195419 | 203 | 232 | 29 |
| 143883-7 | JM-144950 | 10044 | 10209 | 165 |
| 162515-1 | JM-178509 | 4805 | 4946 | 141 |
| 161081-5 | JM-176987 | 3232 | 3322 | 90 |
| 137031-1 | LT-107560 | 21891 | 24993 | 3103 |
| 163754-5 | JM-180452 | 1419 | 1429 | 10 |
| TOTAL | | | | 4086 |

La energía total obtenida de la lectura de los medidores es 4086 Kwh.

Luego de haber registrado los datos con el equipo ECA-313, se obtuvo datos cada 15 minutos durante un mes, obteniendo 2880 registros los cuales se resumen en la tabla 4.7:

Tabla 4.7 Datos obtenidos del registrador de energía

| VI (prom) Volts | I1 (max) Amp | V2 (prom) Volts | I2 (max) Amp | Pot. (max) KW | Energía. Tot KWh | f.p (prom) |
|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|------------------|---------------------|------------|
| 117,75 | 63.25 | 116,28 | 81.01 | 12,13 | 4107 | 0,97 |

Como se puede observar en la Tabla 4.7 la energía total obtenida en el registrador es 4107 Kwh.

4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

De los datos totales obtenidos se tiene como resumen la Tabla 4.8:

Tabla. 4.8 Energía consumida y no registrada

| | KWh |
|------------------------------------|------|
| Energía Registrador | 4107 |
| Energía Medidores | 4086 |
| Energía no registrada mensualmente | 21 |

$$\text{Error \%} = \left(\frac{\text{Valor medido}}{\text{Valor base}} - 1 \right) * 100\%$$

$$\text{Energía no registrada \%} = \left(\frac{\text{Energía en medidores}}{\text{Energía en Registrador ECAMEC 313}} - 1 \right) * 100\%$$

$$\text{Energía no registrada \%} = \left(\frac{4086}{4107} - 1 \right) * 100\%$$

$$\text{Energía no registrada} = 0.51 \%$$

Por lo tanto se determina que el porcentaje de energía no registrada corresponde al 0.51 % del total de la energía. Este porcentaje es aceptable por perdidas en los conductores.

Se compara con el porcentaje inicial de 8.42% de pérdidas en este circuito, resultando una reducción en pérdidas de 7.90% y lo más importante es que se podrá mantener este margen provocado por intervenciones en los tableros.

4.4 PROYECCIÓN DE COSTOS Y ANÁLISIS DE VIABILIDAD DEL PROYECTO GLOBAL PARA LA EERSA.

Al comparar las Tabla 1.3 que es la energía no registrada en un inicio, con la Tabla 4.9 que es la energía no registrada luego de haber implementado el sistema, se puede observar que mensualmente se va a recuperar 307 KWh (Tabla 4.9) y por medio de la Tabla 4.10 se conoce la recuperación monetaria anual resultante de \$242.72 dólares.

Tabla. 4.9 Energía recuperada

| ANTES DEL PROYECTO | | DESPUÉS DEL PROYECTO | |
|------------------------------------|------------|------------------------------------|-----------|
| KWh | | KWh | |
| Energía Registrador | 3891 | Energía Registrador | 3795 |
| Energía Medidores | 3563 | Energía Medidores | 3774 |
| Energía no registrada mensualmente | 328 | Energía no registrada mensualmente | 21 |
| Energía Recuperada: | | 307 KWh | |

Tabla. 4.10 Recuperación monetaria de energía en forma anual.

| Energía por mes (Kwh) | Energía por año (Kwh) | Costo del Kwh (dólares) | Total (dólares/año) |
|-----------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| 307 | 3684 | 0.08 | 294.72 |

Se realiza una proyección a 10 años tanto de los gastos como de la recuperación y se detalla dichos resultados en las siguientes tablas: 4.11 y 4.12.

Tabla. 4.11 Proyección de gastos.

| | GASTO TOTAL PROYECTADO A 10 AÑOS | | |
|--------|---|--------------------|-----------------|
| | Gastos implementación | Paquete SMS | Subtotal |
| 1 año | 970 | 94,08 | 1064,08 |
| 2 año | 0 | 94,08 | 1158,16 |
| 3 año | 0 | 94,08 | 1252,24 |
| 4 año | 0 | 94,08 | 1346,32 |
| 5 año | 0 | 94,08 | 1440,4 |
| 6 año | 0 | 94,08 | 1534,48 |
| 7 año | 0 | 94,08 | 1628,56 |
| 8 año | 0 | 94,08 | 1722,64 |
| 9 año | 0 | 94,08 | 1816,72 |
| 10 año | 0 | 94,08 | 1910,8 |

Tabla. 4.12 Proyección de recuperación

| | Recuperación anual | | |
|--------|---------------------------|----------------|-----------------|
| | KWh | Dólares | Subtotal |
| 1 año | 3684 | 294,72 | 294,72 |
| 2 año | 3684 | 294,72 | 589,44 |
| 3 año | 3684 | 294,72 | 884,16 |
| 4 año | 3684 | 294,72 | 1178,88 |
| 5 año | 3684 | 294,72 | 1473,6 |
| 6 año | 3684 | 294,72 | 1768,32 |
| 7 año | 3684 | 294,72 | 2063,04 |
| 8 año | 3684 | 294,72 | 2357,76 |
| 9 año | 3684 | 294,72 | 2652,48 |
| 10 año | 3684 | 294,72 | 2947,2 |

Se observa que a partir del quinto año ya se obtiene una ganancia como se puede observar en la Tabla 4.13.

Tabla. 4.13 Proyección de recuperación

| | Gasto | Recuperación | Ganancia |
|--------|--------------|---------------------|-----------------|
| 5 año | 1440,4 | 1473,6 | 33,2 |
| 6 año | 1534,48 | 1768,32 | 233,84 |
| 7 año | 1628,56 | 2063,04 | 434,48 |
| 8 año | 1722,64 | 2357,76 | 635,12 |
| 9 año | 1816,72 | 2652,48 | 835,76 |
| 10 año | 1910,8 | 2947,2 | 1036,4 |

CAPITULO V

5.1 CONCLUSIONES

- Se recopiló información de pérdidas no técnicas de estudios realizados en marzo 2012, los cuales sirvieron como base para un nuevo estudio realizado en febrero 2013, año en que se realizó la implementación del prototipo en el edificio Acrópolis ubicado en la ciudad de Riobamba.
- Por medio de este prototipo se logró reducir las pérdidas no técnicas en este circuito de una forma considerable de un 8.42% antes de la instalación en el año 2012, cuando cualquier persona sea parte del edificio o una persona particular tenía acceso al tablero de medidores para hacer trabajos ilegales, a un 0.51% después de la instalación debido al control que al momento se posee.
- Se diseñó un sistema de cierre/apertura de barras de distribución que se encuentran en los tableros de medidores, este diseño se realizó con contactores de potencia que tienen una característica especial, al momento de estar en estado estable los contactos de potencia se encuentran normalmente cerrados, mientras que al pasar al estado inestable los contactos pasan a estar abiertos; con lo que se garantiza la conexión continua del servicio eléctrico en caso de algún desperfecto del equipo.
- Se diseñó un sistema de conexión/desconexión remoto mediante un sistema de comunicación GSM/GPRS por medio de un microcontrolador y dos módems que permiten gestionar señales de alarma, apertura y cierre de barras desde un terminal de computador cualquiera ubicado en las oficinas centrales de la empresa eléctrica.
- Este prototipo de un nuevo sistema de control de tableros de medidores que puede ser instalado en cualquier tablero de medidores comerciales en los que se tenga sospecha de intromisión de terceros aparte del personal de la Empresa Eléctrica,

resultó completamente efectivo para lo diseñado, aunque los costos totales fueron más elevados de lo esperado, debido principalmente al precio de los contactores, ya que al ser especiales en la actualidad no existen en el país y se deben importar, por lo cual se asumen costos extras.

- El siguiente proyecto resulta completamente viable para realizarlo en forma masiva en todos los tableros de medidores de la Provincia de Chimborazo, aunque los costos de materiales sean elevados, la disminución de pérdidas de energía por conexiones irregulares y directas fue considerable.
- Los costos también se reducirían por inspecciones aleatorias que el departamento de Control de Pérdidas de Energía realizan, por cuanto estas inspecciones se realizarían en forma puntual debido a un evento no autorizado por la Empresa Eléctrica.
- Los módems de comunicaciones tiene disponibilidad para las tres bandas de telefonía celular que ofrecen servicio en el país. Es decir si se inserta otra SIM (de la misma u otra operadora) en el modem, el telemando funcionara normalmente.
- El diseño del circuito de control está realizado de la forma más simple para que cualquier personal técnico de la Empresa Eléctrica, pueda entenderlo y poder corregir algún desperfecto propio del funcionamiento del circuito.

5.2 RECOMENDACIONES

- Al momento de diseñar, los equipos de conexión/desconexión de potencia, es necesario tener en cuenta que estos no pueden dejar sin servicio eléctrico por alguna falla en el sistema de control y que se vayan a activar/desactivar por error, la suspensión del servicio eléctrico solamente puede ser de forma intencional y justificada (deuda, conexiones directas, etc.) o por fallas propias de la red de distribución.
- La selección de los equipos tienen que realizarse basándose en la fácil sustitución de estos por cualquier desperfecto que puede llegar a existir.
- Es necesario realizar una inspección previa del lugar a ser instalado el circuito de control, constatando la existencia de una buena calidad de señal GSM para que exista un buen flujo de información por la red.
- Para realizar la comprobación de la señal y envío de datos (sms), el software recomendado es el hyperterminal, debido a ser muy sencillo de usar y de la misma forma la comprobación es rápida y en tiempo real.
- Es necesario colocar un diodo en paralelo a la bobina del relé y en polarización inversa (Diodo de retorno) para que “consume” la corriente que “almacena” la bobina del circuito cuando se energiza y de esa manera no se produzca fallas (reseteo) en el circuito.
- Los empaquetados que se realizan en Visual Basic 6.0 y su correcta instalación dependerá de en qué tipo de sistema operativo se realizó, por ejemplo si se realiza el empaquetado en Windows Vista, el programa generado no se va a poder instalar en Windows XP o viceversa.
- Realizar un contrato con la operadora celular para que mantenga vigente el número necesario de mensajes por un tiempo determinado.
- Las conexiones del circuito de control hacia los contactores, es preferente realizarlos con la línea del neutro por seguridad de los equipos electrónicos.

- Debido a las pruebas realizadas se determino que si en un futuro el proyecto se lo quiere implementar en otros edificios con mayor cantidad de medidores, se debería añadir al programa de VB una base de datos que permita al personal de la EERSA tener un informe del historial tanto de las aperturas no autorizadas como de la conexión/desconexión de los diferentes usuarios.

ENLACES BIBLIOGRÁFICOS

[1] Tama, Alberto. Experiencias y Metodologías por parte de la Empresa Eléctrica del Ecuador Inc. En la reducción y control de las Perdidas de Energía. Recuperado en enero del 2013 en <http://www.slideshare.net/albertama/control-de-perdidas-de-energia>

[3] Manual del Usuario 2008 provista por distribuidor, descripción, conexión e instalación de equipo ECA-313.

[5] Norma Ecuatoriana De Construcción NEC-10 Parte 9-1 Instalaciones Eléctricas en Bajo Voltaje, Disposiciones aplicables a Tableros de Distribución.

Recuperado en enero del 2013 en <http://www.cicp-ec.com/pdf/4.%20INST.ELECTROMECC3%81NICAS-1.pdf>

[6] Descripción, clasificación, funcionamiento y partes. Recuperado en enero del 2013 en <http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>.

[34] Hojas técnicas del contactor Ghisalba de 4 polos NC de 25 y 15 amperios provistas por distribuidor.

[7] Descripción y componentes. Recuperado en enero del 2013 en <http://www.kpsec.freeuk.com/components/relay.htm>

[8] Ventajas del relé. Recuperado en enero del 2013 en http://www.unicrom.com/Tut_relay.asp

[9] Descripción, funcionamiento y ventajas. Recuperado en enero del 2013 en <http://www.uv.es/marinjl/electro/opto.html#1>

[40] Hoja de Datos técnicos. Recuperado en enero del 2013 en <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/vishay/83725.pdf>

[10]Conceptos. Recuperado en enero del 2013 en <http://iwee.wikispaces.com/Informatica>.

[11]Ventajas e inconvenientes. Recuperado en enero del 2013 en http://es.wikipedia.org/wiki/Se%C3%B1al_digital

- [12][13]Conceptos. Recuperados en enero del 2013 en http://www.electroniczone.mex.tl/484841_Microcontrolador.html y <http://curso-microcontroladores.wikispaces.com/Conceptos+B%C3%A1sicos>
- [14]Características. Recuperado en enero del 2013 en <http://electrodig.files.wordpress.com/2011/06/clase-7-intro-a-los-microcontroladores.pdf>
- [15]Procesos de desarrollo y partes del microcontrolador. Recuperados en enero del 2013 en http://web.ing.puc.cl/~mtorrest/downloads/pic/tutorial_pic.pdf
- [16]Puertos de comunicación de los microcontroladores. Recuperados en enero del 2013 en <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>
- [35]Hoja de datos técnicos. Recuperados en enero del 2013 en enero del 2013 en <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/78532/ATMEL/ATMEGA16.html>
- [17]Concepto y sensores para alarmas. Recuperado en enero del 2013 en http://www.euroresidentes.com/Blogs/avances_tecnologicos/2004/10/sensores-magneticos-para-atacarvirus.Htm 136.
- [18] Descripción y funcionamiento. Recuperado en enero del 2013 en <http://www.sparkfun.com/Components/CEM-1203.pdf>.
- [41] Hoja de datos técnicos. Recuperado en enero del 2013 en <http://www.sparkfun.com/datasheets/Components/CEM-1203.pdf>.
- [19] Descripción de display LCD. Recuperado en enero del 2013 en http://www.unicrom.com/Tut_LCD.asp.
- [20] Características de display LCD. Recuperado en enero del 2013 en <http://html.alldatasheet.com/html-pdf/276143/JHD/JHD539-164B/58/1/JHD539-164B.html>.
- [39] Hoja de Datos técnicos. Recuperado en enero del 2013 en <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/276143/JHD/JHD539-164B.html>.
- [21] Teclado numérico. Recuperado en enero del 2013 en <http://extremeElectronics.com>

- [22] Teclado numérico tipo membrana. Recuperado en enero del 2013 en <http://www.mastermagazine.info/termino/6837.php>
- [38] Hoja de datos técnicos. Recuperado en enero del 2013 en <http://ebookbrowse.com/teclado-membrana-matricial-4x3-pdf-d379428435>
- [23] Comunicaciones GSM. Recuperado en enero del 2013 en http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_global_para_las_comunicaciones_m%C3%B3viles
- [24] Servicio General de paquetes via radio. Recuperado en enero del 2013 en <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11210/fichero/Memoria+por+Cap%C3%ADtulos%252F5+GPRS.pdf>
- [25] Conceptos, tipos y aplicaciones. Recuperado en enero del 2013 en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/331/1/38T00174.pdf>
- [26] Descripción y estructura. Recuperado en enero del 2013 en http://www.une.edu.ve/~iramirez/te1/sistemas_moviles.htm
- [27] Descripción, objetivos, ejecución y comandos para sms. Recuperados en enero del 2013 en <http://bluehack.elhacker.net/proyectos/comandosat/comandosat.html>.
- [28] Descripción y funciones e interfaces. Recuperado en enero del 2013 en http://es.made-in-china.com/co_forwell/product_Cdma-Modem_hirrhriq.html
- [29] Características técnicas en Manual de usuario 2012 Modem ZT provistas por el distribuidor.
- [30] Descripción, partes y conexionado. Recuperado en enero del 2013 en www.zator.com/Hardware/H2_5_1.htm
- [31] Características, Entorno de desarrollo, Objetos y Eventos. Recuperado en enero del 2013 en http://es.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic
- [32] Descripción de proteus, isis y ares. Alex Homer, Dave Sussman, Rob Howard, Brian Francis, Karli Watson, Richard Anderson (2004). Professional ASP.NET 1.1
- [33] Descripción, ventajas, instrucciones y configuración de pines. Recuperado en enero del 2013 en <http://www.dmd.es/bascom-a.htm>.

[36] Hoja de datos técnicos. Recuperado en enero del 2013 en <http://www.pdfdoc.ru/semiconductors/frequency-control/crystals/crystals-smt/crystal-smd-11-0592mhz-hc49s-smd-m49-11-0592-18-30-50-4085-672-0356/data-sheet-m49-series-surface-mount-crystals-data-sheet>

[42] Hoja de datos técnicos. Recuperado en enero del 2013 en <http://www.robosapiensindia.com/resources/max232.pdf>

[43] Hoja de datos técnicos. Recuperado en enero del 2013 en Silver, H. Ward (2008). Circuitbuilding do-it-yourself for Dummies. For Dummies.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

| | |
|-----------------------|--|
| ALU | Arithmetic Logic Unit |
| BAUDIOS | Es una unidad de medida, usada en telecomunicaciones, que representa el número de símbolos transmitidos por segundo en una red análoga. |
| BIT | Es un dígito del sistema de numeración binario |
| BUZZER | Zumbador, <i>buzzer</i> en inglés, es un transductor electroacústico que produce un sonido o zumbido continuo o intermitente de un mismo tono. |
| CAN | Controller Area Network |
| CELL BROADCAST | Tecnología que permite la entrega de un mensaje único a todos los terminales telefónicos que se encuentren en una zona geográfica determinada. |
| CMOS | Complementary metal-oxide-semiconductor |
| COMANDOS AT | Son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y el terminal módem. |
| CONTACTOR | Dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia. |
| DPCO | Cambio de polo doble |
| DPDT | Contactos conmutados que tienen dos borne de entrada y dos bornes de salida. En inglés se denominan Double Pole - Double Throw. |

| | |
|---------------------------|---|
| DRC | Design Rules Checker. Verificador de Reglas de DISEÑO. |
| ECA-313 | Instrumento de medición y registro de uso general en el ámbito de la distribución eléctrica. |
| EEPROM | Electrically Erasable/Programable ROM |
| EERSA | Empresa Eléctrica Riobamba S.A |
| EPROM | Electrically Programable ROM |
| GPRS | General Packet Radio Service (GPRS) o Servicio general de Paquetes vía Radio. |
| GSM | Global System for Mobile communications. Sistema global para las comunicaciones móviles. |
| HLR | El Registro de ubicación o HLR (Home Location Register) es una base de datos de todos los números de teléfono móvil en una red GSM. |
| HYPER TERMINAL | Es un programa que se puede utilizar para conectar con otros equipos, sitios, Telnet, servicios en línea y equipos host, mediante un módem, un cable de módem nulo o Ethernet. |
| IDE | Entorno de Desarrollo Integrado |
| LCD | Pantalla de cristal líquido o LCD acrónimo del inglés Liquid Crystal Display. |
| MCU | Micro Controller Unit |
| MICROCONTROLADORES | Un microcontrolador es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memorias y unidades de E/S. |

| | |
|----------------------|---|
| MÓDEM | Es un dispositivo que sirve para enviar una señal llamada portadora mediante otra señal de entrada llamada moduladora. |
| NA | Normalmente Abierto |
| NC | Normalmente Cerrado |
| OPTOACOPLADOR | Dispositivo de emisión y recepción que funciona como un interruptor excitado mediante la luz emitida por un diodo LED que satura un componente optoelectrónico, normalmente en forma de fototransistor o fototriac. |
| PNT | Pérdidas No Técnicas. Son pérdidas resultado de la utilización ilegal de la energía. |
| PWM | Pulse Width Modulation. Modulación de ancho de pulso. |
| RAM | Random Access Memory |
| ROM | Read-Only Memory. |
| RTC | Contador en tiempo real. |
| SIM | Subscriber Identity Module. Módulo de Identificación del Suscriptor. |
| SME | Short Message Entity |
| SMS | Short Menssages Service |
| SMSC | Short Message Service Center |
| SPCO | Cambio de polo único |
| SPDT | Contactos conmutados que tienen un borne de entrada y dos bornes de salida. En inglés se denominan Simple Pole - Double Throw. |
| SPI | Serial Peripheral Interfaces |

| | |
|--------------|---|
| TTL | Es la sigla en Inglés de lógica transistor-transistor |
| UART | Universal Asynchronous Receiver Transmitter. |
| USART | Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter |
| USB | Universal Serial Bus |

ANEXOS

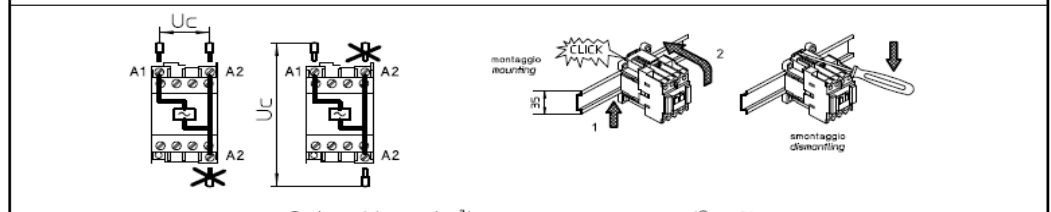
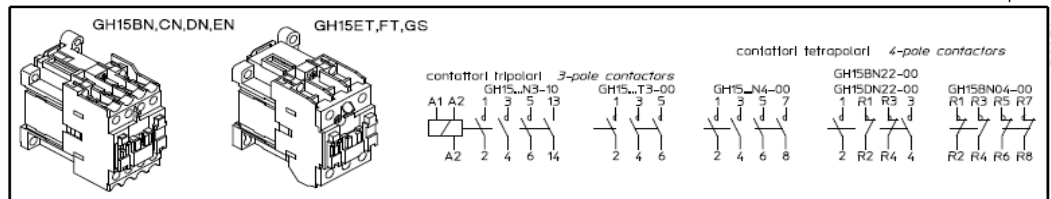
ANEXO A

**CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS
UTILIZADOS**



CONTATTORI CON BOBINA CA
AC COIL CONTACTORS

9305531
Foglio 1/2
Apr.09



| Connessori circuiti principali Main circuit connections | Sezione del cavo (mm ²) Size of cable (mm ²) | | Coppia di chiusura Tightening torque |
|--|---|--------------|---|
| | Flexible | Stranded | |
| GH15BN,CN,DN,EN | 1 X 1 - 2,5 | 1 X 1 - 4 | 1,4Nn |
| | 2 X 1 - 2,5 | 2 X 1 - 4 | |
| | 1 X 6 - 10 Con appositi capi/corda fornibili separatamente (1) With suitable lugs supplied separately (1) | | |
| GH15ET,FT,GS | 1 X 15 - 6 | 1 X 15 - 10 | 2,3Nn |
| | 2 X 15 - 6 | 2 X 2,5 - 10 | |
| Connessori circuiti ausiliari Auxiliary circuit connections | 1 X 1 - 2,5 | 1 X 1 - 2,5 | 0,8 - 1,2Nn |
| | 2 X 1 - 1,5 | 2 X 1 - 1,5 | |
| | 2 X 15 - 2,5 | 2 X 15 - 2,5 | |

Fusibili di protezione dal corto circuito Short circuit protection fuses

| Tipo di coordinamento Coordination type | Ue 440V Ik ≤ 50kA | | | | | | Ue 690V Ik ≤ 35kA | | | | | |
|--|-------------------|--------|-----------|--------|--------|--------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | GH15BN | GH15CN | GH15DN,EN | GH15ET | GH15FT | GH15GS | GH15BN | GH15CN | GH15DN | GH15ET | GH15FT | GH15GS |
| 2 gG | 20A | 25A | 32A | 40A | 50A | 63A | 16A | 20A | 25A | 32A | 40A | 50A |
| 2 aM | 12A | 16A | 20A | 32A | 40A | 50A | - | - | - | - | - | - |
| 1 gG | 50A | 50A | 50A | 63A | 80A | 80A | 50A | 50A | 50A | 50A | 63A | 63A |

Requisiti UL: Utilizzare solo con rele' termici tipo RTD32 oppure C316FNA3
UL requirements: Use only with overloads relays type RTD32 or C316FNA3

ATTENZIONE: Pericolo di scosse elettriche.
Installation and maintenance by qualified personnel only.
Togliere tensione prima d'intervenire. Seguire le istruzioni di servizio.

INSTALLAZIONE
-Non manovrare a mano se la linea di alimentazione non e' sezionata.
-Inserire a monte del contactore opportuni dispositivi di protezione dai cortocircuiti.
-Posizione di lavoro: sul piano verticale come indicato nei disegni di ingombro.
-Distanza minima per contactori allineati con rele' termico 5mm.
-Messa in opera: verificare che il movimento di chiusura-apertura non sia ostacolato da eventuali corpi estranei penetrati dentro il contactore durante le operazioni di montaggio e collegamento.
-Controllare che la tensione di comando sia corretta e che le oscillazioni di tensione siano contenute nel campo 0,85...1,1U_n.
-Verificare che i componenti (pressostati, termostati etc.) che azionano il circuito di comando del contactore, non diano luogo a funzionamenti instabili, provocando ravvicinate operazioni di chiusura e apertura del contactore.

MANUTENZIONE
-Un ronzio del nucleo magnetico e' provocato da detriti penetrati all'interno del contactore (pezzi di filo, di liscivia, di lamiere di ferro ecc.).
-Per eliminare il ronzio scollegare il contactore, aprirlo e pulire il piano magnetico da quanto penetrato.
-Contactori GH15BN,EN: eventuali leggere saldature a seguito di un corto circuito possono essere separate aprendo il contactore e premendo sul nucleo magnetico.
-Contactori GH15ET,GH15FT,GH15GS:
(1) Ispezione (operando frontalmente) periodicamente lo stato di usura dei contatti.
(2) A seguito di un cortocircuito controllare lo stato dei contatti. Eventuali saldature delle pastiglie di contatto possono essere separate con un cacciavite.

WARNING: Electrical Shock Hazard.
Installation and maintenance by qualified personnel only.
Isolate before servicing. Follow the operating instructions.

MOUNTING
-Do not operate by hand with connected power supply.
-Adequate protection against short-circuits must be provided on the supply line of the contactor.
-Working position: in the vertical plane as shown in the overall drawings.
-Minimum gap for contactors in row when fitted with overload relays: 5mm.
-Installation: check that closing-opening movement is free from any external body which may have fallen inside the contactor during mounting and wiring operations.
-Check that control voltage is correct; during operation the voltage fluctuation must be limited in the range 0,85...1,1U_n.
-Check that components (pressostats, thermostats etc.) driving the contactor control circuit do not cause unsteady operations that may cause uncontrolled breaking and making operations of the contactors.

MAINTENANCE
-Noise from the electromagnet means that debris has entered the contactor coil area (pieces of wire, of insulation coating, iron filings etc.).
-For removing the noise disconnect the contactor, disassemble it and clean the magnetic surface from the debris.
-GH15BN,EN contactors:
If light weldings of contacts occur after a short circuit, separate them by opening the contactor and pressing the movable core.
-GH15ET,GH15FT,GH15GS contactors:
(1) Periodically check (frontally operating) the contacts wear.
(2) After a short circuit check the contact conditions. Should there be some contact tip welded, separate them by a screwdriver.

COD 5807141



www.ghisalba.com

9305531

Foglio 2/-
Apr.09

cod 5807141

ACCESSORI ACCESSORIES

CONTATTI AUSILIARI PER MONTAGGIO LATERALE
(massimo 2 per contattore)
SIDE MOUNTING
AUXILIARY CONTACT BLOCKS
(maximum 2 per contactor)

n. catalogo catalogue n. GH15S11

tipo contatti contact types 1NO-1NC

CONTATTI AUSILIARI PER MONTAGGIO FRONTALE
TOP MOUNTING
AUXILIARY CONTACT BLOCKS

| n. catalogo catalogue n. | tipo contatti contact types |
|--------------------------|-----------------------------|
| GH15T11 | 1NO-1NC |
| GH15T31 | 3NO-1NC |
| GH15T22 | 2NO-2NC |
| GH15T40 | 4NO |
| GH15T10 | 1NO |
| GH15T01 | 1NC |

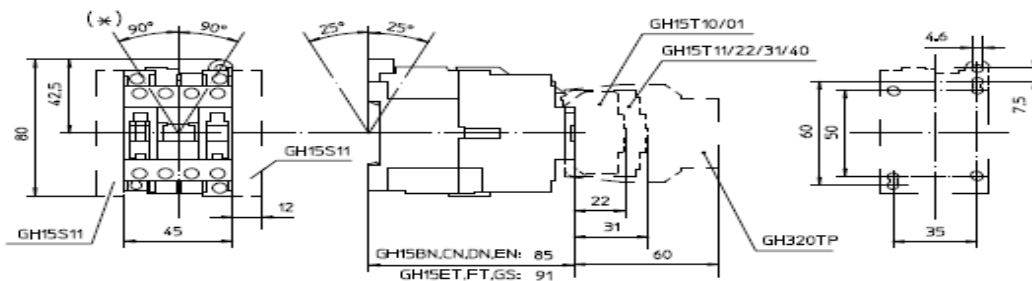
INTERBLOCCO MECCANICO
MECHANICAL INTERLOCK

n. catalogo catalogue n. BM0H

TEMPORIZZATORE PNEUMATICO
(predisponibile con ritardo ON app. OFF)
PNEUMATIC TIMER
(setteabile per ON or OFF delay)

| n. catalogo catalogue n. | campo di regolaz. adjustable range |
|--------------------------|------------------------------------|
| GH320TP1 | 0,3-30s |
| GH320TP2 | 10-180s |

Ingombri e fissaggi (mm)
Overall and fixing dimensions (mm)



Features

- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 × 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 16 Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 512 Bytes EEPROM
 - 1 Kbyte Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
 - 2.7V - 5.5V for ATmega16L
 - 4.5V - 5.5V for ATmega16
- Speed Grades
 - 0 - 8 MHz for ATmega16L
 - 0 - 16 MHz for ATmega16
- Power Consumption @ 1 MHz, 3V, and 25°C for ATmega16L
 - Active: 1.1 mA
 - Idle Mode: 0.35 mA
 - Power-down Mode: < 1 µA



**8-bit AVR®
Microcontroller
with 16K Bytes
In-System
Programmable
Flash**

**ATmega16
ATmega16L**

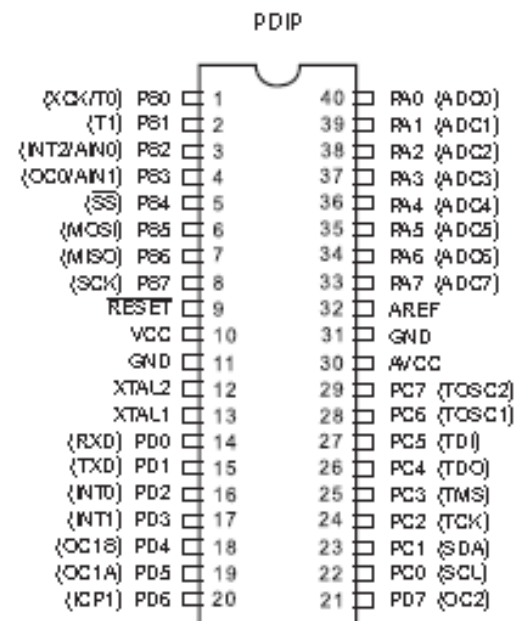
Summary

Rev. 2466TS-AVR-07 /



Pin Configurations

Figure 1. Pinout ATmega16



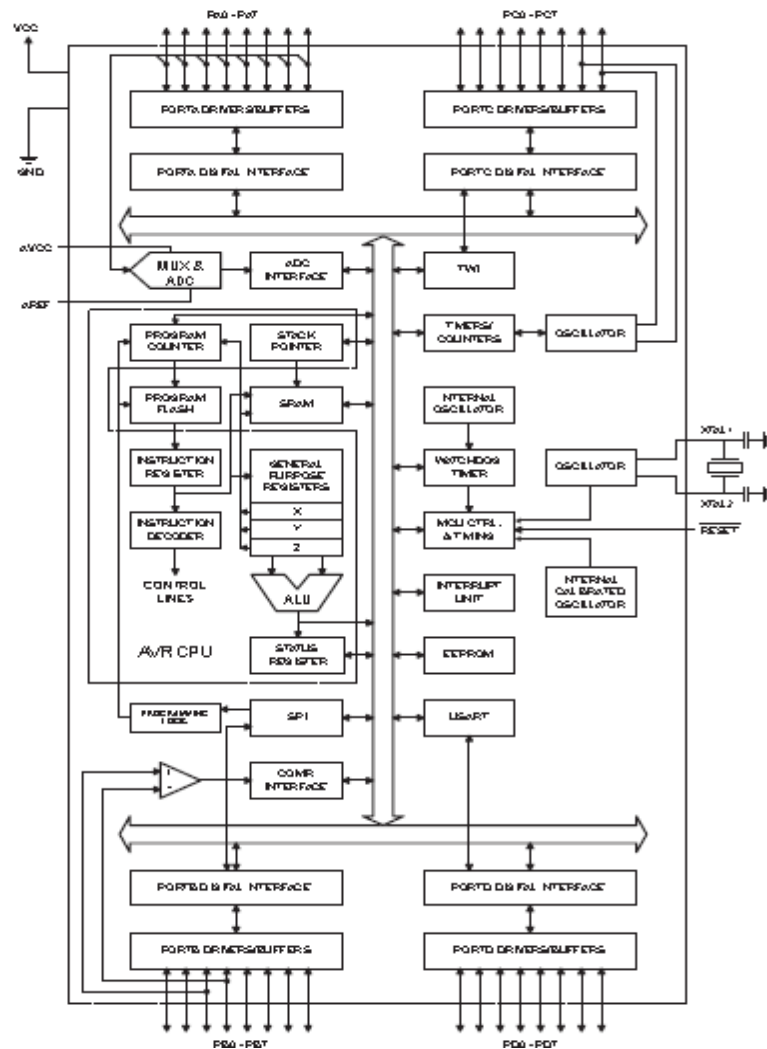
ATmega16(L)

Overview

The ATmega16 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega16 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

Block Diagram

Figure 2. Block Diagram



ATmega16(L)

| | |
|--------------------------|---|
| Port B (PB7..PB0) | <p>Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port B also serves the functions of various special features of the ATmega16 as listed on page 58.</p> |
| Port C (PC7..PC0) | <p>Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PC5(TDI), PC3(TMS) and PC2(TCK) will be activated even if a reset occurs.</p> <p>Port C also serves the functions of the JTAG interface and other special features of the ATmega16 as listed on page 61.</p> |
| Port D (PD7..PD0) | <p>Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.</p> <p>Port D also serves the functions of various special features of the ATmega16 as listed on page 63.</p> |
| RESET | <p>Reset Input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 15 on page 38. Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.</p> |
| XTAL1 | <p>Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.</p> |
| XTAL2 | <p>Output from the inverting Oscillator amplifier.</p> |
| AVCC | <p>AVCC is the supply voltage pin for Port A and the A/D Converter. It should be externally connected to V_{CC}, even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.</p> |
| AREF | <p>AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.</p> |



SST89F5x Oscillator Circuit Design Considerations

Application Note
August 1999

1.0 Introduction

The SST89F5x FlashFlex51 Family of microcontrollers has two modes of clock options: On-chip oscillator and external clock drive. This application note provides oscillator circuit design considerations for the On-Chip oscillator mode.

2.0 On-Chip Oscillator

XTAL1 and XTAL2 are the input and output of an inverting amplifier as shown in Figure 1 below. The internal feedback resistor, R_f , biases the inverter in its linear region and forms a closed loop feedback system. A quartz crystal along with a pair of loading capacitors makes up the external portion of the oscillator circuit. An optional series resistor, R_s , may be used to limit the overall gain if the crystal is being overdriven.

3.0 External Components Selection

Crystal manufacturer, supply voltage, and other factors may cause circuit performance to differ from one application to another. C1 and C2 should be adjusted appropriately for each design. Table 1 suggests some typical values for C1 and C2 at a given frequency. If, following the satisfactory selection of all external components, the circuit is still being overdriven, a series resistor, R_s , should be added. If there is voltage clipping between V_{DD} and V_{SS} , that is usually a good indication that the crystal is being overdriven.

TABLE 1. RECOMMENDED COMPONENTS VALUES

| Frequency | C1 and C2 | R_s (Optional) |
|-----------|-------------|------------------|
| < 8 MHz | 90 - 110 pF | 100 Ω |
| 8-12 MHz | 18 - 22 pF | 200 Ω |
| > 12 MHz | 18 - 22 pF | 200 Ω |

4.0 Amplifier Gain

The oscillator circuit consists of an amplifier and a feedback network. In order for oscillation to commence, two conditions must be met: 1) the overall loop gain must be greater than unity. 2) The phase shift must be 0° or 360° . The loading capacitors C1 and C2 must be properly selected to ensure these above conditions are met.

5.0 Stability

Stability is achieved once the oscillator is resonant at the desired frequency. Various parameters affect frequency stability but not all are critical. Some parameters a designer should consider are: Temperature, drive level, crystal aging, crystal tolerance and deviation over temperature and frictional wear. Increasing C1 and C2 will improve frequency stability by limiting the drive level, but that also increases startup time. Instead of increasing C1 and C2, use a series resistor, R_s , to reduce the drive level.

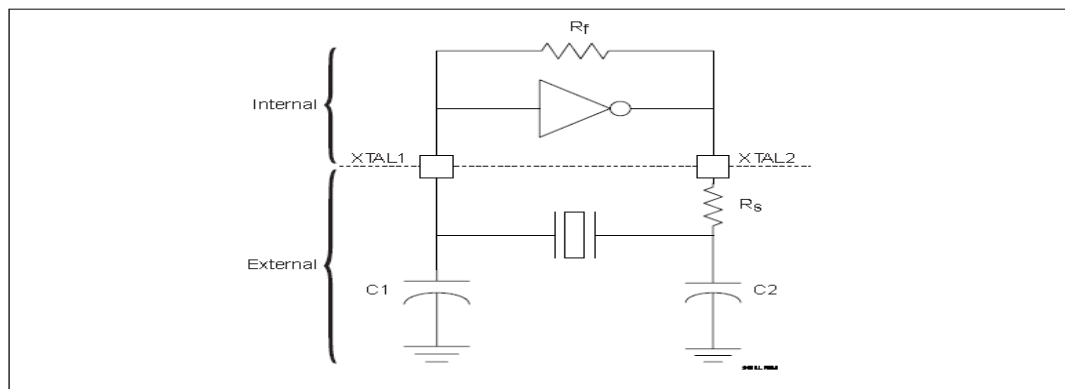


FIGURE 1: ON-CHIP OSCILLATOR

4x3 Matrix Membrane Keypad

This 16-button keypad provides a useful human interface component for microcontroller projects. Convenient adhesive backing provides a simple way to mount the keypad in a variety of applications.

Features

- Ultra-thin design
- Adhesive backing
- Excellent price/performance ratio
- Easy interface to any microcontroller

Key Specifications

- Maximum Rating: 24 VDC, 30 mA,
Life Expectancy: 1 million closures
Bounce time: ≤ 5 ms
Insulation Resistance: 100M Ohm, @ 100V
Dielectric Withstand: 250VRms (@ 60Hz, 1min)
- Interface: 8-pin access to 4x4 matrix
- Operating temperature: 32 to 122 °F
(0 to 50°C).
- Dimensions:
Keypad, 2.7 x 3.0 in (6.9 x 7.6 cm)
Cable: 0.78 x 3.5 in (2.0 x 8.5 cm)



How it Works

Matrix keypads use a combination of four rows and four columns to provide button states to the host device, typically a microcontroller. Underneath each key is a pushbutton, with one end connected to one row, and the other end connected to one column. These connections are shown in Figure 1.

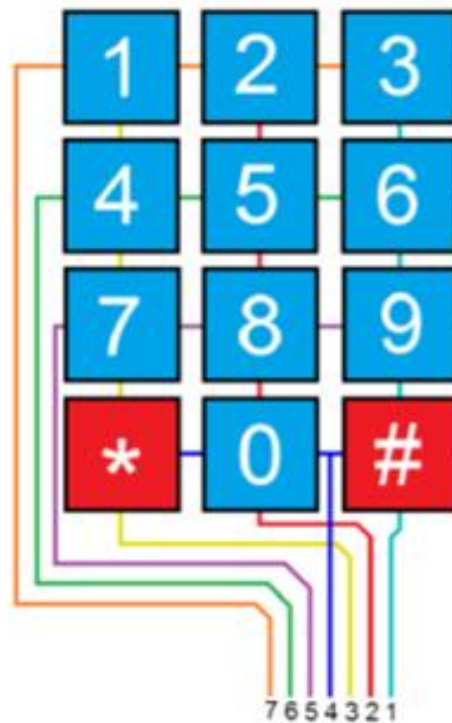


Figure 1: Matrix Keypad Connections

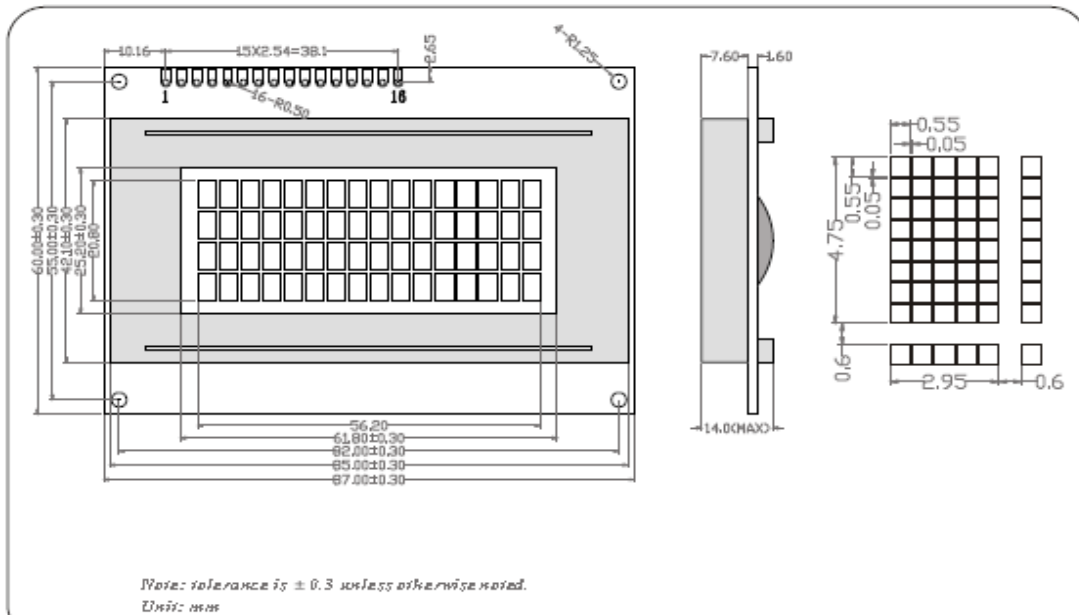
In order for the microcontroller to determine which button is pressed, it first needs to pull each of the four columns (pins 1-4) either low or high one at a time, and then poll the states of the four rows (pins 5-8). Depending on the states of the columns, the microcontroller can tell which button is pressed.

For example, say your program pulls all four columns low and then pulls the first row high. It then reads the input states of each column, and reads pin 1 high. This means that a contact has been made between column 4 and row 1, so button 'A' has been pressed.

■ CHARACTERISTICS:

DISPLAY CONTENT: 16 × 4 CHARACTERS
 LCD TYPE: STN Y/G, STN BLUE, STN GREY
 LED BACKLIGHT: Y/G, WHITE, BLUE, GREEN
 CONTROLLER: KS0066 OR EQUAL
 OPERATING TEMPERATURE: NORMAL(0–50°C); WIDE(–20–70°C)
 POWER SUPPLY: 5.0V
 VIEWING ANGLE: 6H; 12H

■ DIMENSIONS/DISPLAY CONTENT



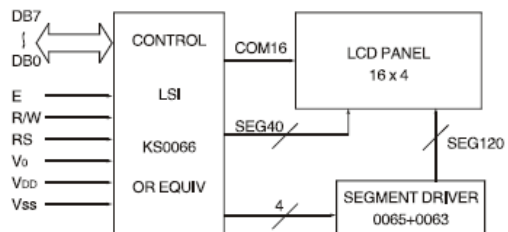
■ PIN CONFIGURATION

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----------------|----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Vss | VDD | V ₀ | RS | R/W | E | DB0 | DB1 | DB2 | DB3 | DB4 | DB5 | DB6 | DB7 | LEDK | LEDA |

■ PARAMETER (VDD=5.0 ± 10%, Vss=0V, Ta=25°C)

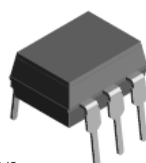
| Parameter | Symbol | Standard Values | | | Unit | |
|-------------------|-----------------|-----------------|------|-----|------|-----------------|
| | | Min. | Typ. | Max | | |
| Supply voltage | VDD-Vss | 4.5 | 5.0 | 5.5 | V | |
| Input voltage | H | V _{IH} | 2.2 | - | | V _{DD} |
| | L | V _{IL} | -0.3 | - | | 0.6 |
| LCD Drive Voltage | - | - | 4.7 | - | | |
| Operating current | I _{DD} | - | 1.2 | 3.0 | mA | |

■ APPLICATION CIRCUIT

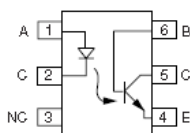


4N25, 4N26, 4N27, 4N28

Vishay Semiconductors

**Optocoupler, Phototransistor Output, with Base Connection**

21842



11700045

FEATURES

- Isolation test voltage 5000 V_{RMS}
- Interfaces with common logic families
- Input-output coupling capacitance < 0.5 pF
- Industry standard dual-in-line 6 pin package
- Compliant to RoHS directive 2002/95/EC and in accordance to WEEE 2002/96/EC

RoHS
COMPLIANT**APPLICATIONS**

- AC mains detection
- Reed relay driving
- Switch mode power supply feedback
- Telephone ring detection
- Logic ground isolation
- Logic coupling with high frequency noise rejection

AGENCY APPROVALS

- UL 1577, file no. E52744
- BSI: EN 60065:2002, EN 60950:2000
- FIMKO: EN 60950, EN 60065, EN 60335

DESCRIPTION

The 4N25 family is an industry standard single channel phototransistor coupler. This family includes the 4N25, 4N26, 4N27, 4N28. Each optocoupler consists of gallium arsenide infrared LED and a silicon NPN phototransistor.

ORDER INFORMATION

| PART | REMARKS |
|------|-------------------|
| 4N25 | CTR > 20 %, DIP-6 |
| 4N26 | CTR > 20 %, DIP-6 |
| 4N27 | CTR > 10 %, DIP-6 |
| 4N28 | CTR > 10 %, DIP-6 |

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ⁽¹⁾

| PARAMETER | TEST CONDITION | SYMBOL | VALUE | UNIT |
|-------------------------------------|----------------|-------------------|-------|------|
| INPUT | | | | |
| Reverse voltage | | V _R | 5 | V |
| Forward current | | I _F | 60 | mA |
| Surge current | t ≤ 10 μs | I _{FSM} | 3 | A |
| Power dissipation | | P _{diss} | 100 | mW |
| OUTPUT | | | | |
| Collector emitter breakdown voltage | | V _{CE0} | 70 | V |
| Emitter base breakdown voltage | | V _{EB0} | 7 | V |
| Collector current | | I _C | 50 | mA |
| | t ≤ 1 ms | I _C | 100 | mA |
| Power dissipation | | P _{diss} | 150 | mW |



4N25, 4N26, 4N27, 4N28

Optocoupler, Phototransistor Output, Vishay Semiconductors
with Base Connection

| ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ⁽¹⁾ | | | | |
|--|--|-----------|---------------|------------------|
| PARAMETER | TEST CONDITION | SYMBOL | VALUE | UNIT |
| COUPLER | | | | |
| Isolation test voltage | | V_{ISO} | 5000 | V_{RMS} |
| Creepage distance | | | ≥ 7 | mm |
| Clearance distance | | | ≥ 7 | mm |
| Isolation thickness between emitter and detector | | | ≥ 0.4 | mm |
| Comparative tracking index | DIN IEC 112/VDE 0303, part 1 | | 175 | |
| Isolation resistance | $V_{IO} = 500 \text{ V}, T_{amb} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ | R_{IO} | 10^{12} | Ω |
| | $V_{IO} = 500 \text{ V}, T_{amb} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ | R_{IO} | 10^{11} | Ω |
| Storage temperature | | T_{stg} | - 55 to + 125 | $^\circ\text{C}$ |
| Operating temperature | | T_{amb} | - 55 to + 100 | $^\circ\text{C}$ |
| Junction temperature | | T_j | 125 | $^\circ\text{C}$ |
| Soldering temperature ⁽²⁾ | max. 10 s dip soldering; distance to seating plane $\geq 1.5 \text{ mm}$ | T_{sld} | 260 | $^\circ\text{C}$ |

Notes

⁽¹⁾ $T_{amb} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise specified.

Stresses in excess of the absolute maximum ratings can cause permanent damage to the device. Functional operation of the device is not implied at these or any other conditions in excess of those given in the operational sections of this document. Exposure to absolute maximum ratings for extended periods of the time can adversely affect reliability.

⁽²⁾ Refer to reflow profile for soldering conditions for surface mounted devices (SMD). Refer to wave profile for soldering conditions for through hole devices (DIP).

| ELECTRICAL CHARACTERISTICS ⁽¹⁾ | | | | | | | |
|--|--|------|---------------|------|------|------|------------------|
| PARAMETER | TEST CONDITION | PART | SYMBOL | MIN. | TYP. | MAX. | UNIT |
| INPUT | | | | | | | |
| Forward voltage ⁽²⁾ | $I_F = 50 \text{ mA}$ | | V_F | | 1.3 | 1.5 | V |
| Reverse current ⁽²⁾ | $V_R = 3 \text{ V}$ | | I_R | | 0.1 | 100 | μA |
| Capacitance | $V_R = 0 \text{ V}$ | | C_O | | 25 | | pF |
| OUTPUT | | | | | | | |
| Collector base breakdown voltage ⁽²⁾ | $I_C = 100 \text{ } \mu\text{A}$ | | BV_{CBO} | 70 | | | V |
| Collector emitter breakdown voltage ⁽²⁾ | $I_C = 1 \text{ mA}$ | | BV_{CEO} | 30 | | | V |
| Emitter collector breakdown voltage ⁽²⁾ | $I_E = 100 \text{ } \mu\text{A}$ | | BV_{ECO} | 7 | | | V |
| $I_{CEO}(\text{dark})$ ⁽²⁾ | $V_{CE} = 10 \text{ V}$, (base open) | 4N25 | | | 5 | 50 | nA |
| | | 4N26 | | | 5 | 50 | nA |
| | | 4N27 | | | 5 | 50 | nA |
| | | 4N28 | | | 10 | 100 | nA |
| $I_{CBO}(\text{dark})$ ⁽²⁾ | $V_{CB} = 10 \text{ V}$, (emitter open) | | | | 2 | 20 | nA |
| Collector emitter capacitance | $V_{CE} = 0$ | | C_{CE} | | 6 | | pF |
| COUPLER | | | | | | | |
| Isolation test voltage ⁽²⁾ | Peak, 60 Hz | | V_{IO} | 5000 | | | V |
| Saturation voltage, collector emitter | $I_{CE} = 2 \text{ mA}, I_F = 50 \text{ mA}$ | | $V_{CE(sat)}$ | | | 0.5 | V |
| Resistance, input output ⁽²⁾ | $V_{IO} = 500 \text{ V}$ | | R_{IO} | 100 | | | $\text{G}\Omega$ |
| Capacitance, input output | $f = 1 \text{ MHz}$ | | C_{IO} | | 0.6 | | pF |

Notes

⁽¹⁾ $T_{amb} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, unless otherwise specified.

Minimum and maximum values are testing requirements. Typical values are characteristics of the device and are the result of engineering evaluation. Typical values are for information only and are not part of the testing requirements.

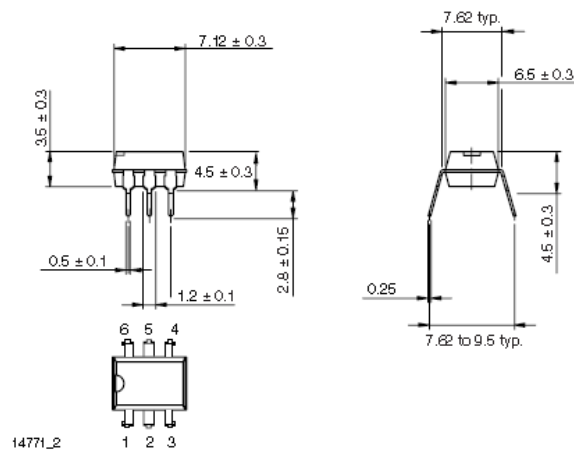
⁽²⁾ JEDEC registered values are 2500 V, 1500 V, 1500 V, and 500 V for the 4N25, 4N26, 4N27, and 4N28 respectively.



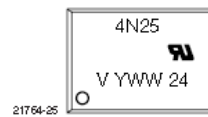
4N25, 4N26, 4N27, 4N28

Optocoupler, Phototransistor Output, Vishay Semiconductors
with Base Connection

PACKAGE DIMENSIONS in millimeters



PACKAGE MARKING





Part No: CEM-1203(42)

Description: magnetic buzzer

Date: 3/13/2006

Unit: mm

Page No: 1 of 5

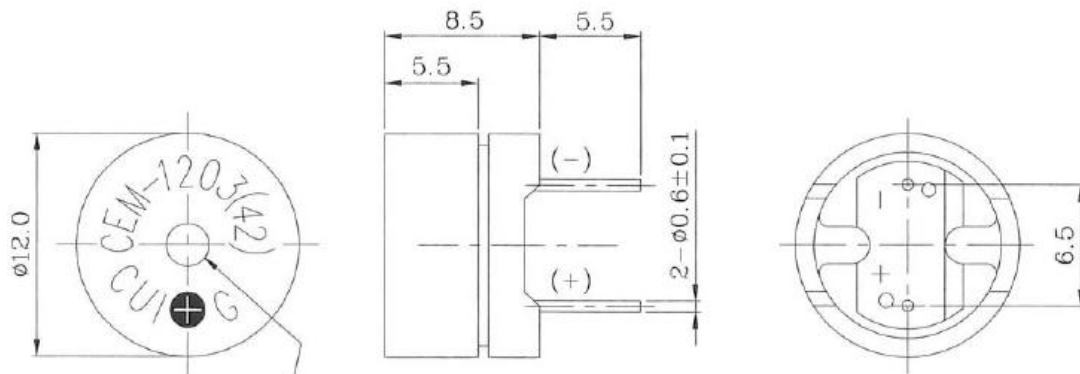
SCOPE

This specification applies to magnetic buzzer, CEM-1203(42)

SPECIFICATION

| No. | Item | Unit | Specification | Condition |
|-----|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|---|
| 1 | Rated Voltage | Vo-p | 3.5 | |
| 2 | Operating Volt. | Vo-p | 3.0~5.0 | |
| 3 | Mean Current | mA | Max. 35 | Applying rated voltage,2048Hz square wave, 1/2duty |
| 4 | Coil Resistance | Ω | 42.0 ± 6.3 | |
| 5 | Sound Output | dBA | Min.85 (Typical 95) | Distance at 10cm(A-weight free air). Applying rated voltage 2048Hz,square wave, 1/2duty |
| 6 | Rated Frequency | Hz | 2048 | |
| 7 | Operating Temp. | $^{\circ}\text{C}$ | -20 ~ +60 | |
| 8 | Storage Temp. | $^{\circ}\text{C}$ | -30 ~ +70 | |
| 9 | Dimension | mm | $\phi 12.0 \times H8.5$ | See attached drawing. |
| 10 | Weight | gram | 1.4 | |
| 11 | Material | | PPO(Black) | |
| 12 | Terminal | | Pin type (Plating Au) | See attached drawing. |
| 13 | Environmental Protection Regulation | | RoHS | |

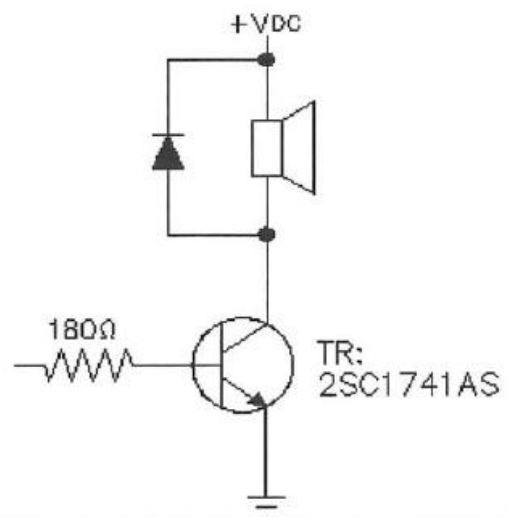
APPEARANCE DRAWING

Tol: ± 0.5

Unit: mm

*Sound
Emission
Hole $\phi 2.3$*

MEASUREMENT METHOD



MECHANICAL CHARACTERISTICS

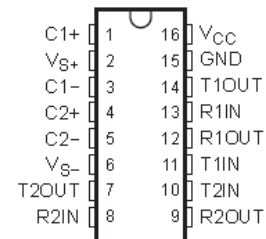
| No. | Item | Test condition | Evaluation standard |
|-----|------------------------------|--|--|
| 1 | Solderability | Lead terminals are immersed in rosin for 5 seconds and then immersed in solder bath of $+270\pm 5^{\circ}\text{C}$ for 3 ± 1 seconds. | 90% min. lead terminals shall be wet with solder. (Except the edge of terminal) |
| 2 | Soldering Heat Resistance | Lead terminal are immersed up to 1.5mm from sounder's body in solder bath of $+260\pm 5^{\circ}\text{C}$ for 3 ± 1 seconds. | No interference in operation |
| 3 | Terminal Mechanical Strength | The force 10 seconds of 9.8N (1.0kg) is applied to each terminal in axial direction. | No damage and cutting off |
| 4 | Vibration | Buzzer shall be measured after being applied vibration of amplitude of 1.5mm with 10 to 55hz band of vibration frequency to each of 3 per-pendicular directions for 2 hours. | After the test the part shall meet specifications with-out any damage in appearance and the SPL should be in $\pm 10\text{dBA}$ compared with initial one. |
| 5 | Drop test | The part only shall be dropped from a height of 75cm onto a 40mm thick wooden board 3 times in 3 axes (X.Y.Z). (a total of 9 times). | |

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047L – FEBRUARY 1989 – REVISED MARCH 2004

- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Operates From a Single 5-V Power Supply With 1.0- μ F Charge-Pump Capacitors
- Operates Up To 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- ± 30 -V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- ESD Protection Exceeds JESD 22
 - 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Upgrade With Improved ESD (15-kV HBM) and 0.1- μ F Charge-Pump Capacitors is Available With the MAX202
- Applications
 - TIA/EIA-232-F, Battery-Powered Systems, Terminals, Modems, and Computers

MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



description/ordering information

The MAX232 is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply TIA/EIA-232-F voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts TIA/EIA-232-F inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V, a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ± 30 -V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into TIA/EIA-232-F levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

ORDERING INFORMATION

| T _A | PACKAGE† | | ORDERABLE PART NUMBER | TOP-SIDE MARKING |
|----------------|-----------|--------------|-----------------------|------------------|
| 0°C to 70°C | PDIP (N) | Tube of 25 | MAX232N | MAX232N |
| | SOIC (D) | Tube of 40 | MAX232D | MAX232 |
| | | Reel of 2500 | MAX232DR | |
| | SOIC (DW) | Tube of 40 | MAX232DW | MAX232 |
| | | Reel of 2000 | MAX232DWR | |
| | SOP (NS) | Reel of 2000 | MAX232NSR | MAX232 |
| -40°C to 85°C | PDIP (N) | Tube of 25 | MAX232IN | MAX232IN |
| | SOIC (D) | Tube of 40 | MAX232ID | MAX232I |
| | | Reel of 2500 | MAX232IDR | |
| | SOIC (DW) | Tube of 40 | MAX232IDW | MAX232I |
| | | Reel of 2000 | MAX232IDWR | |

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.

**MAX232, MAX2321
DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS**

SLLS047L - FEBRUARY 1989 - REVISED MARCH 2004

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

| | |
|---|--------------------------------------|
| Input supply voltage range, V_{CC} (see Note 1) | -0.3 V to 6 V |
| Positive output supply voltage range, V_{S+} | $V_{CC} - 0.3$ V to 15 V |
| Negative output supply voltage range, V_{S-} | -0.3 V to -15 V |
| Input voltage range, V_i : Driver | -0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V |
| Receiver | ± 30 V |
| Output voltage range, V_O : T1OUT, T2OUT | $V_{S-} - 0.3$ V to $V_{S+} + 0.3$ V |
| R1OUT, R2OUT | -0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V |
| Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT | Unlimited |
| Package thermal impedance, θ_{JA} (see Notes 2 and 3): D package | 73°C/W |
| DW package | 57°C/W |
| N package | 67°C/W |
| NS package | 64°C/W |
| Operating virtual junction temperature, T_J | 150°C |
| Storage temperature range, T_{stg} | -85°C to 150°C |

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTES: 1. All voltages are with respect to network GND.

2. Maximum power dissipation is a function of $T_{J(max)}$, θ_{JA} , and T_A . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is $P_D = (T_{J(max)} - T_A) / \theta_{JA}$. Operating at the absolute maximum T_J of 150°C can affect reliability.

3. The package thermal impedance is calculated in accordance with JEDEC 51-7.

recommended operating conditions

| | | MIN | NOM | MAX | UNIT |
|------------|---------------------------------------|---------|-----|----------|------|
| V_{CC} | Supply voltage | 4.5 | 5 | 5.5 | V |
| V_{IH} | High-level input voltage (T1IN, T2IN) | 2 | | | V |
| V_{IL} | Low-level input voltage (T1IN, T2IN) | | | 0.8 | V |
| R1IN, R2IN | Receiver input voltage | | | ± 30 | V |
| T_A | Operating free-air temperature | MAX232 | 0 | 70 | °C |
| | | MAX2321 | -40 | 85 | |

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted) (see Note 4 and Figure 4)

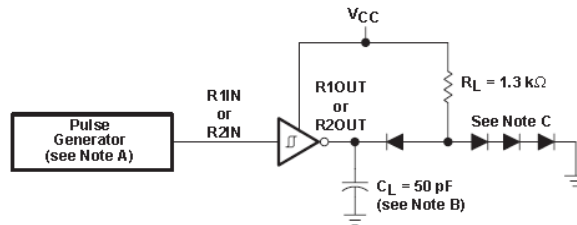
| PARAMETER | TEST CONDITIONS | MIN | TYP† | MAX | UNIT |
|-----------|-----------------|-----|------|-----|------|
| I_{CC} | Supply current | | 8 | 10 | mA |

† All typical values are at $V_{CC} = 5$ V and $T_A = 25^\circ\text{C}$.

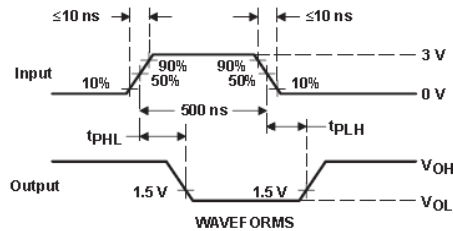
NOTE 4: Test conditions are C1-C4 = 1 μF at $V_{CC} = 5 \pm 0.5$ V.

SLLS047L - FEBRUARY 1989 - REVISED MARCH 2004

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



TEST CIRCUIT



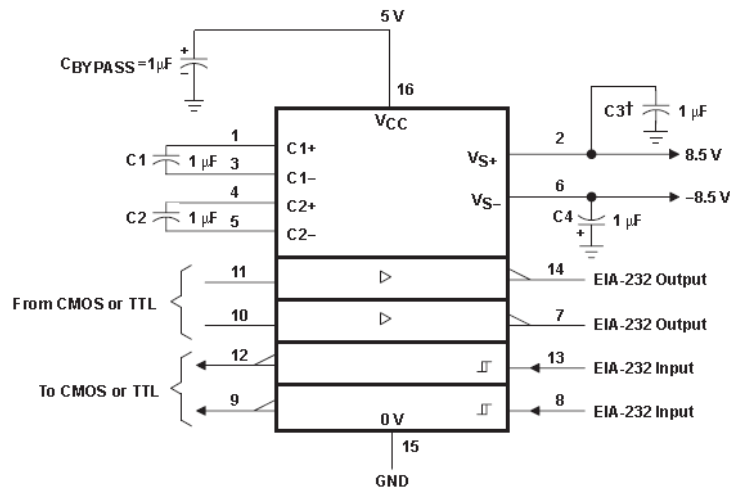
WAVEFORMS

- NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50 \Omega$ duty cycle $\leq 50\%$.
 B. C_L includes probe and jig capacitance.
 C. All diodes are 1N3064 or equivalent.

Figure 1. Receiver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements

SLLS047L - FEBRUARY 1989 - REVISED MARCH 2004

APPLICATION INFORMATION



† C_3 can be connected to V_{CC} or GND.

NOTES: A. Resistor values shown are nominal.

B. Nonpolarized ceramic capacitors are acceptable. If polarized tantalum or electrolytic capacitors are used, they should be connected as shown. In addition to the 1- μF capacitors shown, the MAX202 can operate with 0.1- μF capacitors.

Aplicación del ECA-313

El ECA-313 es un instrumento de medición y registro de uso general en el ámbito de la distribución eléctrica. La facilidad y seguridad operativa, robustez y reducido tamaño, son características que favorecen las aplicaciones en campañas de medición intensiva en campo. Las aplicaciones típicas son:

- Investigación de Curva de Carga y Modalidad de Consumo.
- Estudio de Pérdidas
- Control de suministros
- Análisis de Red
- Control de Calidad de Suministro eléctrico
- Registro de Interrupciones

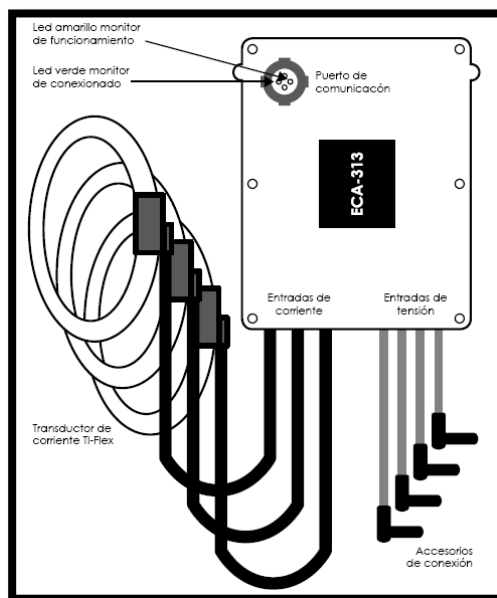


Figura Identificación de partes

a. Instalación y conexión del ECA-313

El registrador ECA-313, de reducido tamaño y la característica de aislamiento total, permite la instalación fácil y segura. Está diseñado para soportar exigentes condiciones de uso. Puede operar directamente en intemperie sin necesidad de protección auxiliar.

b. Conexión de tensión

Para la conexión de tensión dispone de 4 cables del tipo ultra flexible, doble aislamiento de 1,5 mts de longitud, terminados en 4 conectores rectos con terminal normalizado tipo banana de 4 mm (Figura 1.7). El equipo se energiza desde los cables de medición con terminal color Verde y Negro exclusivamente. En la instalación debe tenerse especial cuidado de no conectar los cables con terminal Verde y Negro a tensiones superiores a 300 Vrms.

c. Código de colores para identificar fases

- Cable con terminal color Negro: para conexión a neutro de la red.
- Cable con terminal color Verde: para conexión a Fase R o “Línea 1” de la red.
- Cable con terminal color Amarillo: para conexión a Fase S o “Línea 2” de la red.
- Cable con terminal color Rojo: para conexión a Fase T o “Línea 3” de la red.

El mismo código de colores es adoptado para los transductores de corriente, para facilitar la instalación en la necesaria correspondencia durante la medición de potencia.

Transductores de corriente – instalación

Para la correcta medición de energía, los TI-Flex deben instalarse sobre el mismo conductor de fase donde se conecta la tensión, respetando la correspondencia de fase o color entre Tensión y Corriente, como lo muestra la Figura.

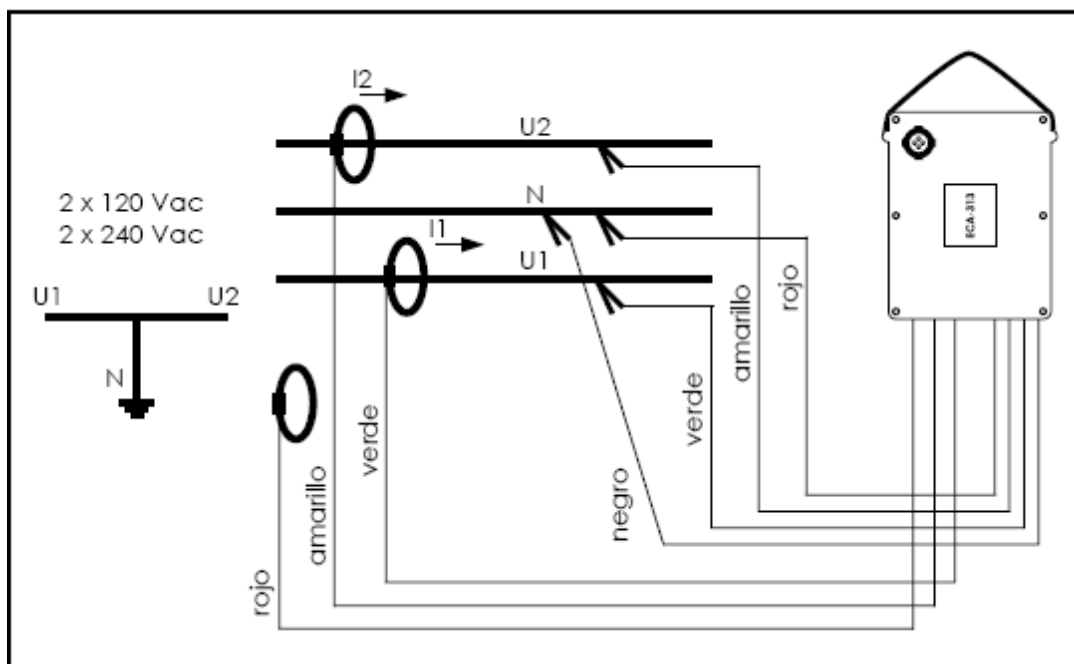
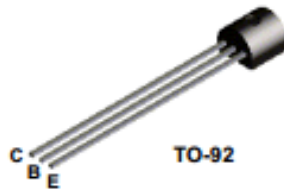
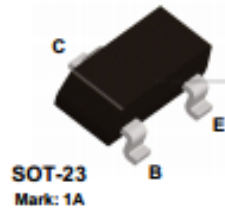
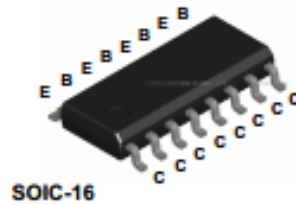
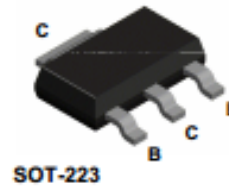


Figura. Esquema de conexión monofásica de 3 hilos

2N3904**MMBT3904****MMPQ3904****PZT3904****NPN General Purpose Amplifier**

This device is designed as a general purpose amplifier and switch. The useful dynamic range extends to 100 mA as a switch and to 100 MHz as an amplifier. Sourced from Process 23.

Absolute Maximum Ratings*

TA = 25°C unless otherwise noted

| Symbol | Parameter | Value | Units |
|----------------|--|-------------|-------|
| V_{CE0} | Collector-Emitter Voltage | 40 | V |
| V_{CB0} | Collector-Base Voltage | 60 | V |
| V_{EB0} | Emitter-Base Voltage | 6.0 | V |
| I_C | Collector Current - Continuous | 200 | mA |
| T_J, T_{stg} | Operating and Storage Junction Temperature Range | -55 to +150 | °C |

*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

NOTES:

1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.

2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

NPN General Purpose Amplifier

(continued)

Electrical Characteristics

TA = 25°C unless otherwise noted

| Symbol | Parameter | Test Conditions | Min | Max | Units |
|--------|-----------|-----------------|-----|-----|-------|
|--------|-----------|-----------------|-----|-----|-------|

OFF CHARACTERISTICS

| | | | | | |
|---------------|-------------------------------------|--|-----|----|----|
| $V_{BR(CEO)}$ | Collector-Emitter Breakdown Voltage | $I_C = 1.0 \text{ mA}, I_B = 0$ | 40 | | V |
| $V_{BR(CBO)}$ | Collector-Base Breakdown Voltage | $I_C = 10 \text{ } \mu\text{A}, I_E = 0$ | 60 | | V |
| $V_{BR(EB0)}$ | Emitter-Base Breakdown Voltage | $I_E = 10 \text{ } \mu\text{A}, I_C = 0$ | 6.0 | | V |
| $I_{B(s)}$ | Base Cutoff Current | $V_{CE} = 30 \text{ V}, V_{CB} = 0$ | | 50 | nA |
| $I_{C(s)}$ | Collector Cutoff Current | $V_{CE} = 30 \text{ V}, V_{CB} = 0$ | | 50 | nA |

ON CHARACTERISTICS*

| | | | | | |
|---------------|--------------------------------------|--|-----------------------------|--------------|---|
| β_{DC} | DC Current Gain | $I_C = 0.1 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 1.0 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 50 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 100 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ | 40 70 100 60 30 | 300 | |
| $V_{CE(sat)}$ | Collector-Emitter Saturation Voltage | $I_C = 10 \text{ mA}, I_B = 1.0 \text{ mA}$ $I_C = 50 \text{ mA}, I_B = 5.0 \text{ mA}$ | | 0.2 0.3 | V |
| $V_{BE(sat)}$ | Base-Emitter Saturation Voltage | $I_C = 10 \text{ mA}, I_B = 1.0 \text{ mA}$ $I_C = 50 \text{ mA}, I_B = 5.0 \text{ mA}$ | 0.65 | 0.85 0.95 | V |

SMALL SIGNAL CHARACTERISTICS

| | | | | | |
|-----------|----------------------------------|---|-----|-----|-----|
| f_T | Current Gain - Bandwidth Product | $I_C = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 20 \text{ V},$ $f = 100 \text{ MHz}$ | 300 | | MHz |
| C_{obo} | Output Capacitance | $V_{CB} = 5.0 \text{ V}, I_C = 0,$ $f = 1.0 \text{ MHz}$ | | 4.0 | pF |
| C_{ibo} | Input Capacitance | $V_{CB} = 0.5 \text{ V}, I_C = 0,$ $f = 1.0 \text{ MHz}$ | | 8.0 | pF |
| NF | Noise Figure (except MMPQ3904) | $I_C = 100 \text{ mA}, V_{CE} = 5.0 \text{ V},$ $R_S = 1.0 \text{ kW}, f = 10 \text{ Hz to } 15.7 \text{ kHz}$ | | 5.0 | dB |

SWITCHING CHARACTERISTICS (except MMPQ3904)

| | | | | | |
|-------|--------------|---|--|-----|----|
| t_d | Delay Time | $V_{CC} = 3.0 \text{ V}, V_{BE} = 0.5 \text{ V},$ | | 35 | ns |
| t_r | Rise Time | $I_C = 10 \text{ mA}, I_{B1} = 1.0 \text{ mA}$ | | 35 | ns |
| t_s | Storage Time | $V_{CC} = 3.0 \text{ V}, I_C = 10 \text{ mA}$ | | 200 | ns |
| t_f | Fall Time | $I_{B1} = I_{B2} = 1.0 \text{ mA}$ | | 50 | ns |

* Pulse Test: Pulse Widths 300 μs , Duty Cycles 2.0%

Spice Model

NPN (Is=6.734f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=74.03 Bf=416.4 Ne=1.259 Ise=6.734 Ikf=66.78m Xtb=1.5 Br=.7371 Nc=2
Isc=0 Ikr=0 Rc=1 Cjc=3.638p Mjc=.3085 Vjc=.75 Fc=.5 Cje=4.493p Mje=.2593 Vje=.75 Tr=239.5n Tf=301.2p
Ilf=.4 Vlf=4 Xlf=2 Rb=10)

ANEXO B

**PROGRAMACIÓN COMPLETA DEL
MICOCONTROLADOR ATMEGA 16 Y DE
VISUAL BASIC 6.0**

ANEXO B-1

PROGRAMACIÓN DEL MICROCONTROLADOR

- SMS_INIT_V2.bas

```
*****  
*****  
'*          DECLARACIÓN DE SUBFUNCIONES          *  
*****  
*****  
Dim B As Byte , I As Byte , J As Byte  
Dim K As Byte  
Dim Key_str As String * 1  
Dim Sret As String * 6  
  
Dim Modem_answer As String * 100  
Dim Mensaje As String * 100          ' GUARDAMOS EL MENSAJE  
RECIBIDO ("ALARMA ON") O EL MENSAJE A ENVIAR  
Dim Len_mensaje As Byte  
  
Dim Datos_sms_recibido As String * 100  
Dim Text_aux As String * 100  
Dim T As Byte  
Dim Arg_text(10) As String * 10  
Dim Numero As String * 13  
Dim Numero_auto As String * 13  
Dim Numero_aux As String * 13  
  
Dim Modem_csq_rssi As String * 4  
Dim Modem_csq_ber As String * 4  
Dim Numero_sms_recibido As String * 15  
Dim Fecha_sms_recibido As String * 10  
Dim Hora_sms_recibido As String * 10  
Dim Cont_comillas As Byte  
  
Numero = "+593979290674"
```

```
'Numero_auto = "+59395368046"
'Numero_aux = "+59384447965"
```

```
Declare Sub Config_inicial()           ' SUBFUNCION PARA CONFIGURACION
INICIAL DEL CELULAR
Declare Sub Getok(s As String)         ' SUBFUNCION PARA OBTENER OK
Declare Sub Limpiarbuffer()           ' SUBFUNCION PARA LIMPIAR BUFFER
Declare Sub Enviarmensaje(s As String , N As String) ' SUBFUNCION PARA
ENVIAR MENSAJE
Declare Sub Recibirmensaje()          ' SUBFUNCION PARA RECIBIR
MENSAJE
Declare Sub Validarmensaje(s As String) ' SUBFUNCION PARA VALIDAR
MENSAJE
Declare Sub Set_rtc()
```

- SMS_END_V2.bas

\$nocompile

```
*****
'*          DESARROLLO DE SUBFUNCIONES          *
*****

'++++++
'++++++ SUBROUTINA DE CONFIGURACION INICIAL ++++++
'++++++

' SE ENVIA AT          -> SE ESPERA "OK" -> INICIAR COMUNICACION
' SE ENVIA ATE0        -> SE ESPERA "OK" -> APAGAR EL ECO DE RESPUESTA
' SE ENVIA AT+CMGF=1   -> SE ESPERA "OK" -> CONFIGURAMOS RESPUESTA EN MODO
TEXTO
' SE ENVIA AT+CNMI=3,2,0,0,0 -> SE ESPERA "OK" -> CUANDO ENTRA MENSAJE ENVIARLO
POR CABLE
```

```
Sub Config_inicial()
```

```
Clear Serialin
```

Limpiarbuffer

Enable Interrupts

For I = 1 To 12

Toggle Led_modem

Toggle Led_gsm

Waitms 500

Next

Reset Led_modem

Reset Led_gsm

' Wait 6

Modem_answer = ""

'(

Do

If Ischarwaiting() = 1 Then

Set Led_gsm

Do

B = Inkey()

Select Case B

Case 10 : If Modem_answer <> "" Then Exit Do

Case 13 :

Case Else:

Modem_answer = Modem_answer + Chr(b)

End Select

Loop

Exit Do

End If

Loop 'Until Modem_answer <> ""

Waitms 100

Reset Led_gsm

Print #5 , Modem_answer

```
Clear Serialin
```

```
For I = 1 To 12
```

```
  Toggle Led_gsm
```

```
  Waitms 15
```

```
Next
```

```
Modem_answer = ""
```

```
Do
```

```
  If Ischarwaiting() = 1 Then
```

```
    Set Led_modem
```

```
    Do
```

```
      B = Inkey()
```

```
      Select Case B
```

```
        Case 10 : If Modem_answer <> "" Then Exit Do
```

```
        Case 13 :
```

```
        Case Else:
```

```
          Modem_answer = Modem_answer + Chr(b)
```

```
      End Select
```

```
    Loop
```

```
    Exit Do
```

```
  End If
```

```
Loop 'Until Modem_answer <> ""
```

```
Waitms 100
```

```
Reset Led_modem
```

```
Reset Led_gsm
```

```
Print #5 , Modem_answer
```

```
)
```

```
,
```

```
' Cls
```

```
' Lcd "CPIN"
```

```
Clear Serialin
```

```
Print #5 , "MODEM LISTO"
```

```
For I = 1 To 12
  Toggle Led_gsm
  Waitms 15
Next
' Waitms 1500

Limpiarbuffer

Clear Serialin

Reset Led_modem
Reset Led_gsm

' Print #5 , "AT -> OK"
' Print Chr(13);

Set Led_gsm
Waitms 100
Reset Led_gsm

For I = 0 To 25
  Toggle Led_modem
  Waitms 25
Next

Do
  Print "AT" ; Chr(13);
  Getok Modem_answer
'   Print #1 , Modem_answer
Loop Until Modem_answer = "OK"

Print #5 , "AT -> OK"

Set Led_gsm
Waitms 100
Reset Led_gsm

Limpiarbuffer
```

```

For I = 0 To 5
  Toggle Led_modem
  Waitms 25
Next

' Print #1 , "AT -> OK"

Do
  Print "ATE0" ; Chr(13);           ' APAGAMOS EL ECO DEL MODEM
  Getok Modem_answer
Loop Until Modem_answer = "OK"

Set Led_gsm
Waitms 100
Reset Led_gsm

Limpiarbuffer
For I = 0 To 5
  Toggle Led_modem
  Waitms 25
Next
Print #5 , "ATE0 -> OK"

Do
  Print "AT+IPR=115200" ; Chr(13);   ' COMUNICACION A 115200 BPS
  Getok Modem_answer
Loop Until Modem_answer = "OK"

Set Led_gsm
Waitms 100
Reset Led_gsm

Limpiarbuffer
For I = 0 To 5
  Toggle Led_modem
  Waitms 25
Next

```

```
Print #5 , "AT+IPR=115200 -> OK"
```

```
Do
```

```
Print "AT+CMGF=1" ; Chr(13);
```

```
' CONFIGURAMOS PARA ENVIAR Y RECIBIR
```

```
TEXTO
```

```
Getok Modem_answer
```

```
Loop Until Modem_answer = "OK"
```

```
Set Led_gsm
```

```
Waitms 100
```

```
Reset Led_gsm
```

```
Limpiarbuffer
```

```
For I = 0 To 5
```

```
Toggle Led_modem
```

```
Waitms 25
```

```
Next
```

```
Print #5 , "AT+CMGF=1 -> OK"
```

```
Do
```

```
Print "AT+CNMI=3,2,0,0,0" ; Chr(13);
```

```
' CONFIGURAMOS PARA Q AL RECIBIR
```

```
MENSAJE ENVIE EL MISMO POR TX DEL MODEM
```

```
Getok Modem_answer
```

```
Loop Until Modem_answer = "OK"
```

```
Set Led_gsm
```

```
Waitms 100
```

```
Reset Led_gsm
```

```
Limpiarbuffer
```

```
For I = 0 To 5
```

```
Toggle Led_modem
```

```
Waitms 25
```

```
Next
```

```
Print #5 , "AT+CNMI=3,2,0,0,0 -> OK"
```

```
Do
```

```
Modem_csq_rssi = ""
```



```

Modem_csq_ber = ""
Do
  Print "AT+CSQ" ; Chr(13);           ' RESPONDE LA SEÑAL DEL CELULAR
  Getok Modem_answer
Loop Until Modem_answer <> ""
For I = 0 To 5
  Toggle Led_modem
  Waitms 20
Next
Modem_csq_rssi = Mid(modem_answer , 7 , 2)
Modem_csq_ber = Mid(modem_answer , 10 , 2)
Waitms 100
Loop Until Modem_csq_rssi <> "" And Modem_csq_ber <> "" And Modem_csq_rssi <>
"99" And Modem_csq_ber <> "99"      'Until Modem_csq_rssi <> "99" And Modem_csq_ber
<> "99"

Print #5 , "+CSQ: " ; Modem_csq_rssi ; "," ; Modem_csq_ber
Set Led_gsm
Waitms 100
Reset Led_gsm

For I = 0 To 5
  Toggle Led_modem
  Waitms 20
Next

' Clear Serialin

Do
  Print "AT&W" ; Chr(13);           ' GUARDAR LA CONFIGURACION LA
CONFIGURACION ACTUAL
  Getok Modem_answer
Loop Until Modem_answer = "OK"

Set Led_gsm
Waitms 100
Reset Led_gsm

```

```
Limpiarbuffer
For I = 0 To 5
  Toggle Led_modem
  Waitms 25
Next
Print #5 , "AT&W -> OK"
```

```
Limpiarbuffer
Set Led_modem
Reset Led_gsm
Clear Serialin
End Sub
```

```
'+++++
'++++++ SUBROUTINA DE ESPERA RESPUESTA OK ++++++
'++++++
```

```
' ESPERAMOS LA RESPUESTA DEL CELULAR -> "OK"
```

```
Sub Getok(s As String)
  S = ""
  Do
    If Ischarwaiting() = 1 Then
      B = Inkey()
      Select Case B
        Case 10 : If S <> "" Then Exit Do
        Case 13 :
        Case Else:
          S = S + Chr(b)
      End Select
    End If
  Loop
End Sub
```

```
'+++++
'++++++ SUBROUTINA DE ESPERA RESPUESTA OK ++++++
'++++++
```

```
' DEJAR LIMPIO LOS CANALES DE COMUNICACION ENTRE MICRO Y CELULAR
```

```
Sub Limpiarbuffer()
  Do
    B = Inkey()
  Loop Until B = 0
  Do
    B = Inkey(#2)
  Loop Until B = 0
End Sub
```

```
'+++++
'+----- SUBROUTINA DE ESPERA RESPUESTA OK -----
'+-----
```

```
Sub Enviarmensaje(s As String , N As String)
  Clear Serialin
  Print #5 , "AT+CMGS=" ; Chr(34) ; N ; Chr(34) ; Chr(13);
  Waitms 500
```

Test_envio:

```
Print "AT+CMGS=" ; Chr(34) ; N ; Chr(34) ; Chr(13) ; Chr(13); ' COMANDO PARA
ENVIAR MENSAJE
```

```
Sret = ""

Do
  B = Inkey()
  Select Case B
    Case 0
    Case 13
    Case 10
  Case 10 : If Sret <> "" Then Exit Do
  Case 62 : Exit Do
  Case 32 : Exit Do
  Case Else :
    Sret = Sret + Chr(b)
```

If Sret = "ERROR" Then

Sret = ""

Print #5 , "AT+CMGS=" ; Chr(34) ; N ; Chr(34) ; Chr(13);

Waitms 500

Clear Serialin

Sret = ""

Print "AT+CMGS=" ; Chr(34) ; N ; Chr(34) ; Chr(13)

End If

End Select

Loop

Clear Serialin

Limpiarbuffer

Print #5 , S

Clear Serialin

Waitms 500

Print S ; Chr(26);

Do

Sret = ""

Do

If Ischarwaiting() = 1 Then

B = Inkey()

Select Case B

Case 10 : If Sret <> "" Then Exit Do

Case 13 :

Case Else:

Sret = Sret + Chr(b)

End Select

End If

```
Loop
' Getok Sret
Loop Until Sret = "OK" Or Sret = "ERROR"
```

```
Waitms 500
' Print #5 , "OK"
Clear Serialin
Print #5 , "MENSAJE ENVIADO"
Clear Serialin
```

```
S = ""
End Sub
```

```
Sub Recibirmensaje()
```

```
Modem_answer = ""
Do
B = Inkey()
Select Case B
Case 10 : If Modem_answer <> "" Then Exit Do
Case 13:
Case Else
Modem_answer = Modem_answer + Chr(b)
End Select
Loop
```

```
If Modem_answer = "+CFUN: 1" Or Modem_answer = "+CPIN: READY" Then
Print #5 , "CPIN O CFUN RECIBIDO"
Wait 3
Print #5 , "RETORNO A INICIO PROGRAMA"
Goto Inicio_prog
End If
```

```
Datos_sms_recibido = Modem_answer
```

```
Modem_answer = ""
Do
```

```

B = Inkey()
Select Case B
  Case 10 : If Modem_answer <> "" Then Exit Do
  Case 13:
  Case Else
    Modem_answer = Modem_answer + Chr(b)
  End Select
Loop
Mensaje = Modem_answer

Len_mensaje = Len(datos_sms_recibido)
Numero_sms_recibido = ""

For I = 8 To Len_mensaje
  Key_str = ""
  Key_str = Mid(datos_sms_recibido , I , 1)
  If Key_str = Chr(34) Then
    Exit For
  Else
    Numero_sms_recibido = Numero_sms_recibido + Key_str
'Mid(datos_sms_recibido , I , 1)
  End If
Next

J = I + 4
Fecha_sms_recibido = Mid(datos_sms_recibido , J , 8)
I = J + 9
Hora_sms_recibido = Mid(datos_sms_recibido , I , 8)

Limpiarbuffer

Print #5 , Numero_sms_recibido
Print #5 , Mensaje
Print #5 , Hora_sms_recibido
Print #5 , Fecha_sms_recibido

End Sub

```

Sub Validarmensaje(s As String)

Print #5 , Numero_sms_recibido

Print #5 , Mensaje

If Numero_sms_recibido = Numero_auto Or Numero_sms_recibido = Numero Or
Numero_sms_recibido = Numero_aux Then

Select Case S

Case "INIT_STA"

Flag_zona1 = Flag_zona1_eep

Flag_zona2 = Flag_zona2_eep

Flag_casa1 = Flag_casa1_eep

Flag_casa2 = Flag_casa2_eep

Flag_casa3 = Flag_casa3_eep

Flag_casa4 = Flag_casa4_eep

Flag_casa5 = Flag_casa5_eep

Mensaje = ""

Mensaje = "INSTA"

If Flag_zona1 = 1 And Flag_zona2 = 1 Then

Mensaje = Mensaje + "1"

Else

Mensaje = Mensaje + "0"

End If

Mensaje = Mensaje + Str(flag_zona1) + Str(flag_zona2) + Str(flag_casa1) +
Str(flag_casa2) + Str(flag_casa3) + Str(flag_casa4) + Str(flag_casa5)

Enviarmensaje Mensaje , Numero

Mensaje = ""

Waitms 500

Case "OFF Z1 Z2"

Print #5 , "S1"

Set Mainr1
Set Mainr2
Flag_zona1_eep = 1
Flag_zona2_eep = 1
Flag_zona1 = Flag_zona1_eep
Flag_zona2 = Flag_zona2_eep

Case "OFF Z1"
Print #5, "S2"
Set Mainr1
Flag_zona1_eep = 1
Flag_zona1 = Flag_zona1_eep

Case "OFF Z2"
Print #5, "S3"
Set Mainr2
Flag_zona2_eep = 1
Flag_zona2 = Flag_zona2_eep

Case "ACTON Z1 Z2"
Print #5, "S4"
Reset Mainr1
Reset Mainr2
Flag_zona1_eep = 0
Flag_zona2_eep = 0
Flag_zona1 = Flag_zona1_eep
Flag_zona2 = Flag_zona2_eep

Case "ACTON Z1"
Print #5, "S5"
Reset Mainr1
Flag_zona1_eep = 0
Flag_zona1 = Flag_zona1_eep

Case "ACTON Z2"
Print #5, "S6"
Reset Mainr2
Flag_zona2_eep = 0

Flag_zona2 = Flag_zona2_eep

Case "ALARM OFF"

Buzzer = 0

Flag_alarma_act = 0

Flag_apertura = 0

Reset Mainr1

Reset Mainr2

Flag_zona1_eep = 0

Flag_zona2_eep = 0

Flag_zona1 = Flag_zona1_eep

Flag_zona2 = Flag_zona2_eep

Case "HOME1 OFF"

Set Home1

Flag_casa1_eep = 1

Flag_casa1 = Flag_casa1_eep

Case "HOUSE1 ON"

Reset Home1

Flag_casa1_eep = 0

Flag_casa1 = Flag_casa1_eep

Case "HOME2 OFF"

Set Home2

Flag_casa2_eep = 1

Flag_casa2 = Flag_casa2_eep

Case "HOUSE2 ON"

Reset Home2

Flag_casa2_eep = 0

Flag_casa2 = Flag_casa2_eep

Case "HOME3 OFF"

Set Home3

Flag_casa3_eep = 1

Flag_casa3 = Flag_casa3_eep

```
Case "HOUSE3 ON"  
  Reset Home3  
  Flag_casa3_eep = 0  
  Flag_casa3 = Flag_casa3_eep
```

```
Case "HOME4 OFF"  
  Set Home4  
  Flag_casa4_eep = 1  
  Flag_casa4 = Flag_casa4_eep
```

```
Case "HOUSE4 ON"  
  Reset Home4  
  Flag_casa4_eep = 0  
  Flag_casa4 = Flag_casa4_eep
```

```
Case "HOME5 OFF"  
  Set Home5  
  Flag_casa5_eep = 1  
  Flag_casa5 = Flag_casa5_eep
```

```
Case "HOUSE5 ON"  
  Reset Home5  
  Flag_casa5_eep = 0  
  Flag_casa5 = Flag_casa5_eep
```

```
End Select
```

```
For K = 1 To Len(s)  
  If Mid(s , K , 5) = "APAGA" Then  
    Text_aux = S  
    T = Split(text_aux , Arg_text(1) , "+")
```

```
  If Arg_text(2) = "1" Then  
    Home1 = 1  
  Else
```

```
    Home1 = 0  
End If
```

```
    If Arg_text(3) = "1" Then  
        Home2 = 1  
    Else  
        Home2 = 0  
    End If
```

```
    If Arg_text(4) = "1" Then  
        Home3 = 1  
    Else  
        Home3 = 0  
    End If
```

```
    If Arg_text(5) = "1" Then  
        Home4 = 1  
    Else  
        Home4 = 0  
    End If
```

```
    If Arg_text(6) = "1" Then  
        Home5 = 1  
    Else  
        Home5 = 0  
    End If
```

```
End If  
Next
```

```
For K = 1 To Len(s)  
    If Mid(s , K , 8) = "ENCIENDE" Then  
        Text_aux = S  
        T = Split(text_aux , Arg_text(1) , "+")  
  
        If Arg_text(2) = "0" Then
```

```
    Home1 = 1
Else
    Home1 = 0
End If
```

```
If Arg_text(3) = "0" Then
    Home2 = 1
Else
    Home2 = 0
End If
```

```
If Arg_text(4) = "0" Then
    Home3 = 1
Else
    Home3 = 0
End If
```

```
If Arg_text(5) = "0" Then
    Home4 = 1
Else
    Home4 = 0
End If
```

```
If Arg_text(6) = "0" Then
    Home5 = 1
Else
    Home5 = 0
End If
```

```
'    Home1 = Val(arg_text(2))
'    Home2 = Val(arg_text(3))
'    Home3 = Val(arg_text(4))
'    Home4 = Val(arg_text(5))
'    Home5 = Val(arg_text(6))

'
'    Cls
'    Lcd Arg_text(1) ; " " ; Arg_text(2)
```

```

'       Locate 2 , 1
'       Lcd Arg_text(3) ; " " ; Arg_text(4)
'       Locate 3 , 1
'       Lcd Arg_text(5) ; " " ; Arg_text(6)
'       Locate 4 , 1
'       Lcd Arg_text(7) ; " " ; Arg_text(8)
'       Wait 2
      End If
    Next

  For K = 1 To Len(s)
    If Mid(s , K , 4 ) = "NVCL" Then
      B = K + 5
      Clave_gms_sms = ""
      Clave_gms_sms = Mid(s , B , 4)
      Clave_eeprom = Clave_gms_sms
      Clave_gms_sms = Clave_eeprom
      Cls
      Lcd "NUEVA CLAVE"
      Locate 2 , 1
      Lcd " RECIBIDA "
      Locate 3 , 1
      Lcd Clave_gms_sms
    End If
  Next
Else
  Cls
  Lcd " MENSAJE NUMERO "
  Locate 2 , 1
  Lcd "  NO VALIDO "
End If
End Sub

```

- **GSM_CTRL_MED.bas**

```
$regfile = "m16adef.dat"
```

\$crystal = 11059200

\$baud = 115200

Config Serialin = Buffered , Size = 150

Open "comB.3:9600,8,n,1,inverted" For Output As #5

Disable Interrupts

Print #5 , "TEST SERIAL"

Print #5 , "TEST SERIAL"

Cls

Cursor Off

Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portd.4 , Db5 = Portd.5 , Db6 = Portd.6 , Db7 = Portd.7 , E =
Portd.3 , Rs = Portd.2

Config Lcd = 16 * 4

Config Kbd = Portc

Ddra = 255 : Porta = 0

Ddrb.0 = 0 : Portb.0 = 1

Ddrb.1 = 1 : Portb.1 = 0

Ddrb.2 = 1 : Portb.2 = 0

Ddrb.3 = 1 : Portb.3 = 0

Ddrb.4 = 1 : Portb.4 = 0

Ddrb.5 = 1 : Portb.5 = 0

Ddrb.6 = 0 : Portb.6 = 1

Sensor1 Alias Pinb.0

Led_gsm Alias Portb.4

Led_modem Alias Portb.5

Led_door Alias Portb.6

Mainr1 Alias Porta.0
Mainr2 Alias Porta.1
Home1 Alias Porta.2
Home2 Alias Porta.3
Home3 Alias Porta.4
Home4 Alias Porta.5
Home5 Alias Porta.6
Buzzer Alias Porta.7

***** TEST GSM *****

Disable Interrupts

Dim Key_kbd As Byte

\$include "SMS_INIT_V2.BAS"

Cls

Lcd "CONECTANDO MODEM"

Config_inicial

Locate 2 , 1

Lcd " MODEM -> OK "

Disable Interrupts

Clear Serialin

Led_gsm = 0

Led_modem = 0

Led_door = 0

Enable Interrupts

Print #5, "INICIO PROGRAMA"

```
Dim Key_cont As Byte
Dim Clave_in As String * 5 : Clave_in = ""
Dim Clave_gms_sms As String * 5
Dim Aux_eram As Eram Byte
Dim Clave_eeprom As Eram String * 5
Dim Flag_alarma_act As Byte
```

```
Dim Flag_apertura As Byte
Dim Flag_alarma_on As Byte
```

```
Dim Y As String * 1
Dim Pos As Byte
```

```
Dim Flag_zona1 As Byte
Dim Flag_zona2 As Byte
Dim Flag_casa1 As Byte
Dim Flag_casa2 As Byte
Dim Flag_casa3 As Byte
Dim Flag_casa4 As Byte
Dim Flag_casa5 As Byte
```

```
Dim Flag_zona1_eep As Eram Byte
Dim Flag_zona2_eep As Eram Byte
Dim Flag_casa1_eep As Eram Byte
Dim Flag_casa2_eep As Eram Byte
Dim Flag_casa3_eep As Eram Byte
Dim Flag_casa4_eep As Eram Byte
Dim Flag_casa5_eep As Eram Byte
```

```
$eeprom
Data 0, &H31, &H32, &H33, &H34, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
$data
```

```
'Clave_eeprom = "1234"
Clave_gms_sms = Clave_eeprom
```


Inicio_prog:

Wait 1

Cls

Lcd "SISTEMA CONTROL"

Locate 2 , 1

Lcd " MEDIDORES "

Flag_alarma_act = 0

Flag_apertura = 0

Flag_alarma_on = 0

Flag_zona1 = Flag_zona1_eep

Flag_zona2 = Flag_zona2_eep

Flag_casa1 = Flag_casa1_eep

Flag_casa2 = Flag_casa2_eep

Flag_casa3 = Flag_casa3_eep

Flag_casa4 = Flag_casa4_eep

Flag_casa5 = Flag_casa5_eep

Mainr1 = Flag_zona1

Mainr2 = Flag_zona2

Home1 = Flag_casa1

Home2 = Flag_casa2

Home3 = Flag_casa3

Home4 = Flag_casa4

Home5 = Flag_casa5

Do

Locate 1 , 1

Lcd "SISTEMA CONTROL"

Locate 2 , 1

Lcd " TABLERO DE "

Locate 3 , 1

Lcd " MEDIDORES "

```

Clave_in = ""
Locate 4 , 1
Lcd "CLAVE IN: "
Key_cont = 0
Pos = 10

Do

    Key_kbd = Getkbd()
    Waitms 50
    Toggle Led_gsm
    If Ischarwaiting() = 1 Then          ' SI SE RECIBE UN MENSAJE
        Recibirmensaje
        Cls
        Lcd "MENSAJE RECIBIDO"
        Locate 2 , 1
        Lcd Mensaje
        Print #5 , "MENSAJE: " ; Mensaje
        Validarmensaje Mensaje
        Waitms 500

        Locate 1 , 1
        Lcd "SISTEMA CONTROL"
        Locate 2 , 1
        Lcd "  TABLERO DE  "
        Locate 3 , 1
        Lcd "  MEDIDORES  "
        Clave_in = ""
        Locate 4 , 1
        Lcd "CLAVE IN: "
        Key_cont = 0
        Pos = 10
    End If

    If Sensor1 = 1 Then                ' SE ABRE
        Waitms 500

        If Flag_alarma_act = 0 And Flag_apertura = 0 Then

```

Waitms 250

Mainrl1 = 1

Mainrl2 = 1

Buzzer = 1

Cls

Lcd "ENVIANDO MENSAJE"

Locate 2 , 1

Lcd "ALARMA ON"

Mensaje = ""

Mensaje = "ALARMA ON"

Enviarmensaje Mensaje , Numero

Mensaje = ""

Flag_apertura = 1

Waitms 500

Cls

Locate 1 , 1

Lcd "SISTEMA CONTROL"

Locate 2 , 1

Lcd " TABLERO DE "

Locate 3 , 1

Lcd " MEDIDORES "

Clave_in = ""

Locate 4 , 1

Lcd " ALARMA ON "

Flag_alarma_on = 1

Key_cont = 0

Pos = 10

End If

If Flag_alarma_act = 1 Then

Cls

Lcd "PUERTA ABIERTA"

Do

Waitms 50

Toggle Led_gsm

If Ischarwaiting() = 1 Then ' SI SE RECIBE UN MENSAJE

Recibirmensaje

Cls

Lcd "MENSAJE RECIBIDO"

Locate 2 , 1

Lcd Mensaje

Print #5 , "MENSAJE: " ; Mensaje

Validarmensaje Mensaje

Waitms 500

End If

Loop Until Sensor1 = 0

Waitms 1500

,

' If Sensor1 = 0 Then

' End If

Cls

Locate 1 , 1

Lcd "SISTEMA CONTROL"

Locate 2 , 1

Lcd " TABLERO DE "

Locate 3 , 1

Lcd " MEDIDORES "

Clave_in = ""

Locate 4 , 1

Lcd "CLAVE IN: "

Key_cont = 0

Pos = 10

```
Flag_alarma_act = 0
```

```
Flag_apertura = 0
```

```
End If
```

```
End If
```

```
If Key_kbd <> 16 And Key_kbd <> 0 And Key_kbd <> 4 And Key_kbd <> 8 And Key_kbd <> 12 Then
```

```
Set Buzzer
```

```
Waitms 150
```

```
Reset Buzzer
```

```
Y = Lookupstr(key_kbd , Tecla)
```

```
Clave_in = Clave_in + Y
```

```
Incr Pos
```

```
Locate 4 , Pos
```

```
Lcd Y
```

```
Incr Key_cont
```

```
Waitms 100
```

```
End If
```

```
Y = Lookupstr(key_kbd , Tecla)
```

```
' If Flag_alarma_on = 1 Then
```

```
' Buzzer = 1
```

```
' Else
```

```
' Buzzer = 0
```

```
' End If
```

```
Loop Until Key_cont > 3
```

```
'Y = "*" Or I>
```

```
Waitms 500
```

```
If Clave_in = Clave_gms_sms Then
```

```
Cls
```

```
Lcd " CLAVE CORRECTA "
```

```
' Locate 2 , 1 : Lcd A
```

```
Set Buzzer
```

```
Waitms 500
```

Reset Buzzer

Flag_alarma_act = 1

Flag_alarma_on = 0

Buzzer = 0

Reset Mainr1

Reset Mainr2

Flag_zona1_eep = 0

Flag_zona2_eep = 0

Flag_zona1 = Flag_zona1_eep

Flag_zona2 = Flag_zona2_eep

Clave_in = ""

If Flag_apertura = 1 Then

 Cls

 Lcd "ENVIANDO MENSAJE"

 Locate 2 , 1

 Lcd "ALARMA APAGADA"

 Mensaje = ""

 Mensaje = "ALARMA APAGADA"

 Enviarmensaje Mensaje , Numero

 Mensaje = ""

 Flag_apertura = 0

 Flag_alarma_act = 0

 Reset Buzzer

 Flag_alarma_on = 0

 Waitms 500

 Cls

 Locate 1 , 1

 Lcd "SISTEMA CONTROL"

 Locate 2 , 1

 Lcd " TABLERO DE "

 Locate 3 , 1

 Lcd " MEDIDORES "

 Clave_in = ""

```
Locate 4 , 1
Lcd "CLAVE IN: "
Key_cont = 0
Pos = 10
```

```
End If
```

```
Else
```

```
Cls
Lcd "CLAVE INCORRECTA"
For I = 0 To 3
  Set Buzzer
  Waitms 75
  Reset Buzzer
  Waitms 75
Next
Clave_in = ""
Flag_alarma_act = 0
Flag_apertura = 0
```

```
If Flag_alarma_on = 1 Then
  Buzzer = 1
Else
  Buzzer = 0
End If
```

```
End If
Y = "0"
Loop
```

```
End
```

```
$include "SMS_END_V2.BAS"
```

```
Tecla:
```

```
Data "D" , "#" , "0" , "*" , "C" , "9" , "8" , "7" , "B" , "6" , "5" , "4" , "A" , "3" , "2" , "1" , " "
```

ANEXO B-2

Programacion de VISUAL BASI 6.0

- **MODULO GEN (Declaraciones)**

Option Explicit

Global passLock As String

Global passGSM As String

Public Declare Sub Sleep Lib "kernel32" (ByVal dwMilliseconds As Long)

Global flag_tmr1 As Byte

Global text_in As String

Global text_out As String

Global i As Byte, j As Byte, k As Byte, n As Byte, interv As Byte, w As Byte, u
As Byte, v As Byte

Global flag_envio As Boolean

Global num_sms_in As String

Global name_contact As String

Global fecha_sms As String

Global hora_sms As String

Global sms_texto As String

Global tmp_char As String

Global arg() As String

Global X As Byte

Global flag_home1 As Byte

Global flag_home2 As Byte

Global flag_home3 As Byte

Global flag_home4 As Byte

Global flag_home5 As Byte

Global NUM_MODEM_RX As String

Global flag_commport As Byte

Global newPassGsm As Byte

Global Casa1_stat As Byte

Global Casa2_stat As Byte

Global Casa3_stat As Byte

Global Casa4_stat As Byte

Global Casa5_stat As Byte

Global flag_zona_total As Byte

Global flag_zona1 As Byte

Global flag_zona2 As Byte

Global zonas_stat(1 To 10) As String

Global zonas_stat_eep As String

Global flag_envio_sms As Byte

Global tipo_mensaje As Byte

- **Formulario Inicio**

Private Sub Command1_Click()

 If txtUser.Text = "admin" Or txtUser.Text = "Admin" Or txtUser.Text =
 "ADMIN" Then

 If txtPass.Text = passLock Then

 MsgBox ("BIENVENIDO ADMINISTRADOR")

 Load CENTRAL

 ' MsgBox ("CENTRAL CARGADO")

 ' MsgBox ("VAMOS A MOSTRAR")

 CENTRAL.Show

 txtPass.Text = ""

```
Else
    MsgBox ("CLAVE INCORRECTA")
    txtPass.Text = ""
End If
```

```
Else
    MsgBox ("USUARIO NO EXISTE")
    txtUser.Text = ""
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command2_Click()
```

```
End
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
txtUser.Text = ""
```

```
txtPass.Text = ""
```

```
passLock = GetSetting(App.Title, "Datos", "PW")
```

```
' MsgBox "La contraseña es: " & passLock
```

```
passGSM = GetSetting(App.Title, "DatosGSM", "PW")
```

```
' MsgBox "La contraseña GSM es: " & passGSM
```

```
' zonas_stat_eep = "1111111111"
' SaveSetting App.Title, "ESTADO", "PW", zonas_stat_eep

zonas_stat_eep = GetSetting(App.Title, "ESTADO", "PW")

' MsgBox "El estado inicial es: " & zonas_stat_eep
' Command1.SetFocus
```

End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)

End

End Sub

- **Formulario Central**

Dim X As Integer

Private Sub cmdCerrar_Click()

If flag_commport = 1 Then
smsComm.PortOpen = False

End If

End

End Sub

Private Sub cmdConectar_Click()

If smsComm.PortOpen = True Then
MsgBox ("MODEM YA CONECTADO")

Else

```
smsComm.CommPort = Text2.Text  
If flag_commport = 0 Then
```

```
cmdUsuario.Enabled = True  
cmdModem.Enabled = True  
cmdNewGSM.Enabled = True
```

```
text_in = ""
```

```
smsComm.PortOpen = True  
smsComm.Output = Chr(13)  
tmrInput.Enabled = True  
smsComm.Output = Chr(13)  
smsComm.Output = "AT" + Chr(13)  
Call Sleep(150)
```

```
smsComm.Output = "ATE0" + Chr(13)  
Call Sleep(100)
```

```
smsComm.Output = "AT+CMGF=1" + Chr(13)  
Call Sleep(100)
```

```
smsComm.Output = "AT+CNMI=3,2,0,0,0" + Chr(13)  
Call Sleep(100)
```

```
smsComm.Output = "AT&W" + Chr(13)  
Call Sleep(100)
```

```
MsgBox ("MODEM OK")  
flag_commport = 1
```

```
End If
```

```
End If
```

Call Sleep(1500)

text_out = ""
text_out = "INIT_STA"

smsComm.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + NUM_MODEM_RX +
Chr(34) + Chr(13)
Call Sleep(200)
smsComm.Output = text_out + Chr(26)

End Sub

Private Sub cmdAlarma_Click()

If lblAlarma.Caption = "APAGADA" Then
MsgBox ("ALARMA NO ENCENDIDA")
Else

If flag_commport = 1 Then
text_in = ""
smsComm.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + NUM_MODEM_RX +
Chr(34) + Chr(13)
Call Sleep(200)
smsComm.Output = "ALARM OFF" + Chr(26)
lblAlarma.Caption = "APAGADA"
End If
End If
End Sub

Private Sub cmdApagatotal_Click()

If flag_commport = 1 Then

flag_envio_sms = 0
text_in = ""

```
    smsComm.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + NUM_MODEM_RX +  
Chr(34) + Chr(13)  
    Call Sleep(200)
```

```
    If flag_zona_total = 0 Then  
        smsComm.Output = "OFF Z1 Z2" + Chr(26)  
        tmrSendSms.Enabled = True  
        tipo_mensaje = 1  
    Else  
        smsComm.Output = "ACTON Z1 Z2" + Chr(26)  
        tmrSendSms.Enabled = True  
        tipo_mensaje = 2  
    End If
```

```
End If  
End Sub
```

```
Private Sub cmdApagaZona1_Click()
```

```
    If flag_commport = 1 Then  
        text_in = ""  
        smsComm.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + NUM_MODEM_RX +  
Chr(34) + Chr(13)  
        Call Sleep(200)
```

```
    If flag_zona1 = 0 Then  
        smsComm.Output = "OFF Z1" + Chr(26)  
        tmrSendSms.Enabled = True  
        tipo_mensaje = 3  
    Else  
        smsComm.Output = "ACTON Z1" + Chr(26)  
        tmrSendSms.Enabled = True
```

```
        tipo_mensaje = 4
    End If
    ' flag_zona2 As Byte
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub cmdApagaZona2_Click()
```

```
    If flag_commport = 1 Then
        text_in = ""
        smsComm.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + NUM_MODEM_RX +
        Chr(34) + Chr(13)
        Call Sleep(200)
```

```
        If flag_zona2 = 0 Then
            smsComm.Output = "OFF Z2" + Chr(26)
            tmrSendSms.Enabled = True
            tipo_mensaje = 5
        Else
            smsComm.Output = "ACTON Z2" + Chr(26)
            tmrSendSms.Enabled = True
            tipo_mensaje = 6
        End If
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub cmdEncender_Click()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub cmdHome1_Click()
```

```
tmrColores.Enabled = True 'para activar los colores
```

```
    If flag_commport = 1 Then
        text_in = ""
```



```
smsComm.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + NUM_MODEM_RX +  
Chr(34) + Chr(13)  
Call Sleep(200)
```

```
If Casa1_stat = 0 Then  
    smsComm.Output = "HOME1 OFF" + Chr(26)  
    tmrSendSms.Enabled = True  
    tipo_mensaje = 7
```

```
Else  
    smsComm.Output = "HOUSE1 ON" + Chr(26)  
    tmrSendSms.Enabled = True  
    tipo_mensaje = 8
```

```
End If  
End If  
End Sub
```

```
Private Sub cmdHome2_Click()  
tmrColores.Enabled = True 'para activar los colores
```

```
If flag_commport = 1 Then  
    text_in = ""  
    smsComm.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + NUM_MODEM_RX +  
Chr(34) + Chr(13)  
    Call Sleep(200)
```

```
If Casa2_stat = 0 Then  
    smsComm.Output = "HOME2 OFF" + Chr(26)  
    tmrSendSms.Enabled = True  
    tipo_mensaje = 9
```

```
Else  
    smsComm.Output = "HOUSE2 ON" + Chr(26)  
    tmrSendSms.Enabled = True  
    tipo_mensaje = 10
```

End If
End If

End Sub

Private Sub cmdHome3_Click()

tmrColores.Enabled = True 'para activar los colores

If flag_commport = 1 Then
text_in = ""
smsComm.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + NUM_MODEM_RX +
Chr(34) + Chr(13)
Call Sleep(200)

If Casa3_stat = 0 Then
smsComm.Output = "HOME3 OFF" + Chr(26)
tmrSendSms.Enabled = True
tipo_mensaje = 11
Else
smsComm.Output = "HOUSE3 ON" + Chr(26)
tmrSendSms.Enabled = True
tipo_mensaje = 12
End If
End If

End Sub

Private Sub cmdHome4_Click()

tmrColores.Enabled = True 'para activar los colores

If flag_commport = 1 Then
text_in = ""
smsComm.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + NUM_MODEM_RX +
Chr(34) + Chr(13)
Call Sleep(200)

If Casa4_stat = 0 Then

```

        smsComm.Output = "HOME4 OFF" + Chr(26)
        tmrSendSms.Enabled = True
        tipo_mensaje = 13
    Else
        smsComm.Output = "HOUSE4 ON" + Chr(26)
        tmrSendSms.Enabled = True
        tipo_mensaje = 14
    End If
End If

End Sub

Private Sub cmdHome5_Click()
    tmrColores.Enabled = True 'para activar los colores

    If flag_commport = 1 Then
        text_in = ""
        smsComm.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + NUM_MODEM_RX +
Chr(34) + Chr(13)
        Call Sleep(200)

        If Casa5_stat = 0 Then
            smsComm.Output = "HOME5 OFF" + Chr(26)
            tmrSendSms.Enabled = True
            tipo_mensaje = 15

        Else
            smsComm.Output = "HOUSE5 ON" + Chr(26)
            tmrSendSms.Enabled = True
            tipo_mensaje = 16

        End If
    End If

End Sub

```

Private Sub cmdModem_Click()

GSMLOCK.Show

End Sub

Private Sub cmdNewGSM_Click()

If newPassGsm = 1 Then

text_in = ""

smsComm.Output = "AT+CMGS=" + Chr(34) + NUM_MODEM_RX +
Chr(34) + Chr(13)

Call Sleep(200)

smsComm.Output = "NVCL " + passGSM + Chr(26)

Else

MsgBox ("NO HAY NUEVA CLAVE INGRESADA")

End If

newPassGsm = 0

End Sub

Private Sub cmdUsuario_Click()

USUARIO.Show

End Sub

Private Sub Form_Load()

tmrAlarma.Enabled = False 'PARA QUE NO SE PRENDA LA ALARMA
AL INICIAR (COLORES)

'PARA CAMBIAR LOS COLORES DE LOS CUADRADOS DE ZONAS

'ZONA1 colores

If cmdApagaZona1.Caption = "ENCENDER ZONA1" Then

picz11.Visible = True

picz12.Visible = False

Else

```
picz12.Visible = True
picz11.Visible = False
End If
```

```
'ZONA2 colores
If cmdApagaZona2.Caption = "ENCENDER ZONA1" Then
    picz21.Visible = True
    picz22.Visible = False
```

```
Else
    picz22.Visible = True
    picz21.Visible = False
End If
```

```
'PARA CAMBIAR LOS COLORES DE LOS CUADRADOS DE TOTAL
TOTAL colores
If cmdApagatotal.Caption = "ENCENDIDO TOTAL" Then
    pict1.Visible = True
    pict2.Visible = False
```

```
Else
    pict2.Visible = True
    pict1.Visible = False
End If
```

```
'PARA CAMBIAR LOS COLORES DE LOS CUADRADOS DE LAS
CASAS
```

```
'casa1 colores
If cmdHome1.Caption = "DESCONECTAR" Then
    pic12.Visible = True
    pic11.Visible = False
```

```
Else
    pic11.Visible = True
    pic12.Visible = False
```

End If

'casa2 colores

If cmdHome2.Caption = "DESCONECTAR" Then

pic22.Visible = True

pic21.Visible = False

Else

pic21.Visible = True

pic22.Visible = False

End If

'casa3 colores

If cmdHome3.Caption = "DESCONECTAR" Then

pic32.Visible = True

pic31.Visible = False

Else

pic31.Visible = True

pic32.Visible = False

End If

'casa4 colores

If cmdHome4.Caption = "DESCONECTAR" Then

pic42.Visible = True

pic41.Visible = False

Else

pic41.Visible = True

pic42.Visible = False

End If

'casa5 colores

If cmdHome5.Caption = "DESCONECTAR" Then

pic52.Visible = True

pic51.Visible = False

```

Else
    pic51.Visible = True
    pic52.Visible = False
End If

' Unload INICIO

INICIO.Hide
NUM_MODEM_RX = "0979268960"

smsComm.CommPort = Text2.Text
smsComm.Settings = "115200,n,8,1"

flag_home1 = 0
flag_home2 = 0
flag_home3 = 0
flag_home4 = 0
flag_home5 = 0
flag_commport = 0

newPassGsm = 0
cmdUsuario.Enabled = False
cmdModem.Enabled = False
cmdNewGSM.Enabled = False

tipo_mensaje = 0
tmrSendSms.Enabled = False

Call actualizar_caption

End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    If flag_commport = 1 Then
        smsComm.PortOpen = False
    End If

```

End
End Sub

Private Sub lblAlarma_Change()

'ALARMA DE COLORES

If lblAlarma.Caption = "ENCENDIDA" Then
picAlarma.Visible = True
tmrAlarma.Enabled = True

Else
picAlarma.Visible = False
tmrAlarma.Enabled = False

End If

'ZONA1 colores

If lblAlarma.Caption = "ENCENDIDA" Then
cmdApagaZona1.Caption = "ENCENDER ZONA1"

Else
cmdApagaZona1.Caption = "APAGAR ZONA1"
End If

'ZONA2 colores

If lblAlarma.Caption = "ENCENDIDA" Then
cmdApagaZona2.Caption = "ENCENDER ZONA2"

Else
cmdApagaZona2.Caption = "APAGAR ZONA2"
End If

'TOTAL colores

If lblAlarma.Caption = "ENCENDIDA" Then
cmdApagatotal.Caption = "ENCENDIDO TOTAL"


```
Else
    cmdApagatotal.Caption = "APAGADO TOTAL"
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub tmrAlarma_Timer()
X = X + 1
If X > 2 Then
X = 1
End If
Select Case X
    Case 1:
        picAlarma.Picture = picazul.Picture
    Case 2:
        picAlarma.Picture = picrojo.Picture
```

```
End Select
```

```
End Sub
```

```
Private Sub tmrColores_Timer()
'PARA CAMBIAR LOS COLORES DE LOS CUADRADOS DE LAS
CASAS
```

```
'casa1 colores
```

```
If cmdHome1.Caption = "DESCONECTAR" Then
```

```
    pic12.Visible = True
```

```
    pic11.Visible = False
```

```
Else
```

```
    pic11.Visible = True
```

```
    pic12.Visible = False
```

```
End If
```

```
'casa2 colores
```

```
If cmdHome2.Caption = "DESCONECTAR" Then
```

```
    pic22.Visible = True
```

pic21.Visible = False

Else

pic21.Visible = True

pic22.Visible = False

End If

'casa3 colores

If cmdHome3.Caption = "DESCONECTAR" Then

pic32.Visible = True

pic31.Visible = False

Else

pic31.Visible = True

pic32.Visible = False

End If

'casa4 colores

If cmdHome4.Caption = "DESCONECTAR" Then

pic42.Visible = True

pic41.Visible = False

Else

pic41.Visible = True

pic42.Visible = False

End If

'casa5 colores

If cmdHome5.Caption = "DESCONECTAR" Then

pic52.Visible = True

pic51.Visible = False

Else

pic51.Visible = True

pic52.Visible = False

End If

```
'PARA CAMBIAR LOS COLORES DE LOS CUADRADOS
TOTAL colores
If cmdApagatotal.Caption = "ENCENDIDO TOTAL" Then
    pict1.Visible = True
    pict2.Visible = False

Else
    pict2.Visible = True
    pict1.Visible = False
End If

'ZONA1 colores
If cmdApagaZona1.Caption = "ENCENDER ZONA1" Then
    picz11.Visible = True
    picz12.Visible = False

Else
    picz12.Visible = True
    picz11.Visible = False
End If

'ZONA2 colores
If cmdApagaZona2.Caption = "ENCENDER ZONA2" Then
    picz21.Visible = True
    picz22.Visible = False

Else
    picz22.Visible = True
    picz21.Visible = False
End If

End Sub

Private Sub tmrInput_Timer()
    text_in = smsComm.Input
```

```

If text_in <> "" Then
    txtInput.Text = text_in
    Text1 = Len(text_in)
    For i = 1 To Len(text_in)

        If Mid(text_in, i, 6) = "+CMGS:" Then
            ' {10}{13}+CMGS:87{10}{13}OK{10}{13}
            MsgBox "MENSAJE ENVIADO CORRECTAMENTE"

            Exit For
        End If

        If Mid(text_in, i, 5) = "ERROR" Then
            MsgBox "ERROR SMS"
            tipo_mensaje = 0
            Exit For
        End If

        If Mid(text_in, i, 4) = "+CMT" Then
            '
            MsgBox ("MENSAJE RECIBIDO")
            '+CMT: "+593998338059", "nelson o", "12/10/07,17:41:20-20"
            'Texto
            '+CMT: "+593998338059", "12/10/07,17:41:20-20"
            'Texto

            arg() = Split(text_in, Chr(34))
            '
            MsgBox (arg(0))
            '
            MsgBox (arg(1))
            '
            MsgBox (arg(2))
            '
            MsgBox (arg(3))
            '
            MsgBox (arg(4))

            num_sms_in = ""
            name_contact = ""
            fecha_sms = ""

```

```

hora_sms = ""
sms_texto = ""

num_sms_in = arg(1)

If arg(2) = "," Then
    name_contact = arg(3)
    fecha_sms = arg(5)
    sms_texto = ""
    For j = 1 To Len(arg(6))
        tmp_char = Mid(arg(6), j, 1)
        If Asc(tmp_char) >= 32 And Asc(tmp_char) < 127 Then
            sms_texto = sms_texto + tmp_char
            MsgBox (sms_texto)
        End If
    Next j
Else
    If arg(2) = ",," Then
        name_contact = ""
        fecha_sms = arg(3)
        sms_texto = ""
        For j = 1 To Len(arg(4))
            tmp_char = Mid(arg(4), j, 1)
            If Asc(tmp_char) >= 32 And Asc(tmp_char) < 127 Then
                sms_texto = sms_texto + tmp_char
                MsgBox (sms_texto)
            End If
        Next j
    End If
End If

'    MsgBox "MENSAJE RECIBIDO:" & vbCrLf & "Num: " &
num_sms_in & vbCrLf & "SMS: " & sms_texto
'    MsgBox (sms_texto)

If num_sms_in = "+593979268960" Then

```

```

If sms_texto = "ALARMA ON" Then
    MsgBox ("ALARMA ENCENDIDA EDIFICIO ACROPOLIS")
    lblAlarma.Caption = "ENCENDIDA"
Else
    If sms_texto = "ALARMA APAGADA" Then
        MsgBox ("ALARMA APAGADA EDIFICIO ACROPOLIS")
        lblAlarma.Caption = "APAGADA"
    Else
        For w = 1 To Len(sms_texto)
            If Mid(sms_texto, w, 5) = "INSTA" Then
                u = w + 5
                zonas_stat_eep = ""
                zonas_stat_eep = Mid(sms_texto, u, 8)

                SaveSetting App.Title, "ESTADO", "PW", zonas_stat_eep
            ' MsgBox zonas_stat_eep

            Call actualizar_caption

            Exit For
        Else
            MsgBox ("MENSAJE ERRONEO")
        End If
    Next
End If
End If
End If
End If
Next

'- {10}{13}ERROR{10}{13}
End If
End Sub

```

```
Private Sub tmrLogo_Timer()  
'PARA MOVER EL LOGO  
picLogo.Left = picLogo.Left + 50  
If picLogo.Left > 5520 Then  
tmrLogo.Enabled = False  
tmrLogo2.Enabled = True
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub tmrLogo1_Timer()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub tmrLogo2_Timer()  
picLogo.Left = picLogo.Left - 50  
If picLogo.Left < 120 Then  
tmrLogo2.Enabled = False  
tmrLogo.Enabled = True  
End If
```

```
End Sub
```

```
'+CMT: "+593998338059","nelson o","12/10/07,17:45:30-20"  
'Textual
```

```
Private Sub tmrSendSms_Timer()
```

```
tmrSendSms.Enabled = False
```

```
Select Case tipo_mensaje
```

```
Case 0:
```

```
MsgBox "ERROR EN MENSAJE ENVIADO"
```

Case 1:

```
flag_zona_total = 1
```

```
cmdApagatotal.Caption = "ENCENDIDO TOTAL"  
cmdApagaZona1.Caption = "ENCENDER ZONA1"  
cmdApagaZona2.Caption = "ENCENDER ZONA2"
```

```
zonas_stat(1) = "1"  
zonas_stat(2) = "1"  
zonas_stat(3) = "1"
```

Case 2:

```
flag_zona_total = 0  
cmdApagatotal.Caption = "APAGADO TOTAL"  
cmdApagaZona1.Caption = "APAGAR ZONA1"  
cmdApagaZona2.Caption = "APAGAR ZONA2"
```

```
zonas_stat(1) = "0"  
zonas_stat(2) = "0"  
zonas_stat(3) = "0"
```

Case 3:

```
flag_zona1 = 1  
cmdApagaZona1.Caption = "ENCENDER ZONA1"  
zonas_stat(2) = "1"
```

```
If flag_zona2 = 1 Then  
    flag_zona_total = 1  
    cmdApagatotal.Caption = "ENCENDIDO TOTAL"  
    zonas_stat(1) = "1"  
End If
```


Case 4:

```
flag_zona1 = 0  
cmdApagaZona1.Caption = "APAGAR ZONA1"  
zonas_stat(2) = "0"
```

```
If flag_zona2 = 0 Then  
    flag_zona_total = 0  
    cmdApagatotal.Caption = "APAGADO TOTAL"  
    zonas_stat(1) = "0"
```

End If

Case 5:

```
flag_zona2 = 1  
cmdApagaZona2.Caption = "ENCENDER ZONA2"  
zonas_stat(3) = "1"
```

```
If flag_zona1 = 1 Then  
    flag_zona_total = 1  
    cmdApagatotal.Caption = "ENCENDIDO TOTAL"  
    zonas_stat(1) = "1"
```

End If

Case 6:

```
flag_zona2 = 0  
cmdApagaZona2.Caption = "APAGAR ZONA2"  
zonas_stat(3) = "0"
```

```
If flag_zona1 = 0 Then  
    flag_zona_total = 0  
    cmdApagatotal.Caption = "APAGADO TOTAL"  
    zonas_stat(1) = "0"
```

End If

Case 7:

```
Casa1_stat = 1  
cmdHome1.Caption = "CONECTAR"  
zonas_stat(4) = "1"
```

Case 8:

```
Casa1_stat = 0  
cmdHome1.Caption = "DESCONECTAR"  
zonas_stat(4) = "0"
```

Case 9:

```
Casa2_stat = 1  
cmdHome2.Caption = "CONECTAR"  
zonas_stat(5) = "1"
```

Case 10:

```
Casa2_stat = 0  
cmdHome2.Caption = "DESCONECTAR"  
zonas_stat(5) = "0"
```

Case 11:

```
Casa3_stat = 1  
cmdHome3.Caption = "CONECTAR"  
zonas_stat(6) = "1"
```

Case 12:

```
Casa3_stat = 0  
cmdHome3.Caption = "DESCONECTAR"  
zonas_stat(6) = "0"
```

Case 13:

```
Casa4_stat = 1
```

```
cmdHome4.Caption = "CONECTAR"  
zonas_stat(7) = "1"
```

Case 14:

```
Casa4_stat = 0  
cmdHome4.Caption = "DESCONECTAR"  
zonas_stat(7) = "0"
```

Case 15:

```
Casa5_stat = 1  
cmdHome5.Caption = "CONECTAR"  
zonas_stat(8) = "1"
```

Case 16:

```
Casa5_stat = 0  
cmdHome5.Caption = "DESCONECTAR"  
zonas_stat(8) = "0"
```

End Select

```
zonas_stat_eep = ""  
For i = 1 To 10  
    zonas_stat_eep = zonas_stat_eep + zonas_stat(i)  
Next
```

```
SaveSetting App.Title, "ESTADO", "PW", zonas_stat_eep
```

```
' MsgBox "DEMO: " + zonas_stat_eep
```

End Sub

Private Sub actualizar_caption()

```
For i = 1 To 8  
    zonas_stat(i) = Mid(zonas_stat_eep, i, 1)  
Next
```

```
If zonas_stat(1) = "1" Then
    flag_zona_total = 1
    cmdApagatotal.Caption = "ENCENDIDO TOTAL"
Else
    flag_zona_total = 0
    cmdApagatotal.Caption = "APAGADO TOTAL"
End If
```

```
If zonas_stat(2) = "1" Then
    flag_zona1 = 1
    cmdApagaZona1.Caption = "ENCENDER ZONA1"
Else
    flag_zona1 = 0
    cmdApagaZona1.Caption = "APAGAR ZONA1"
End If
```

```
If zonas_stat(3) = "1" Then
    flag_zona2 = 1
    cmdApagaZona2.Caption = "ENCENDER ZONA2"
Else
    flag_zona2 = 0
    cmdApagaZona2.Caption = "APAGAR ZONA2"
End If
```

```
If zonas_stat(4) = "1" Then
    Casa1_stat = 1
    cmdHome1.Caption = "CONECTAR"
Else
    Casa1_stat = 0
    cmdHome1.Caption = "DESCONECTAR"
End If
```

```
If zonas_stat(5) = "1" Then
    Casa2_stat = 1
```

```
cmdHome2.Caption = "CONECTAR"
```

```
Else
```

```
  Casa2_stat = 0
```

```
  cmdHome2.Caption = "DESCONECTAR"
```

```
End If
```

```
If zonas_stat(6) = "1" Then
```

```
  Casa3_stat = 1
```

```
  cmdHome3.Caption = "CONECTAR"
```

```
Else
```

```
  Casa3_stat = 0
```

```
  cmdHome3.Caption = "DESCONECTAR"
```

```
End If
```

```
If zonas_stat(7) = "1" Then
```

```
  Casa4_stat = 1
```

```
  cmdHome4.Caption = "CONECTAR"
```

```
Else
```

```
  Casa4_stat = 0
```

```
  cmdHome4.Caption = "DESCONECTAR"
```

```
End If
```

```
If zonas_stat(8) = "1" Then
```

```
  Casa5_stat = 1
```

```
  cmdHome5.Caption = "CONECTAR"
```

```
Else
```

```
  Casa5_stat = 0
```

```
  cmdHome5.Caption = "DESCONECTAR"
```

```
End If
```

End Sub

- **Formulario GSMLOCK**

Private Sub Command1_Click()

' passGSM = GetSetting(App.Title, "DatosGSM", "PW")

MsgBox "La contraseña GSM es: " & passGSM

If Text1.Text = passGSM Then

SaveSetting App.Title, "DatosGSM", "PW", Text2.Text

' MsgBox "Contraseña GSM registrada: " & Text2.Text

passGSM = Text2.Text

Text1 = ""

Text2 = ""

newPassGsm = 1

GSMLOCK.Hide

Unload GSMLOCK

Else

MsgBox "Contraseña GSM ANTERIOR INCORRECTA"

newPassGsm = 0

End If

Text1 = ""

Text2 = ""

End Sub

Private Sub Command2_Click()

GSMLOCK.Hide

Unload GSMLOCK

End Sub

Private Sub Form_Load()

Text1 = ""

Text2 = ""

End Sub

- **Formulario USUARIO**

Private Sub Command1_Click()

MsgBox "La contraseña lock es: " & passLock

If Text1.Text = passLock Then

SaveSetting App.Title, "Datos", "PW", Text2.Text

' MsgBox "Contraseña LOCK registrada: " & Text2.Text

passLock = Text2.Text

Text1 = ""

Text2 = ""

USUARIO.Hide

Unload USUARIO

Else

MsgBox "CONTRASEÑA ANTERIOR INCORRECTA "

End If

Text1 = ""

Text2 = ""

End Sub

Private Sub Command2_Click()

 USUARIO.Hide

 Unload USUARIO

End Sub

Private Sub Form_Load()

 Text1.Text = ""

 Text2.Text = ""

 Text1.Enabled = True

 ' Text1 = passLock

 ' sCar = GetSetting(App.Title, "Datos", "PW")

 ' Text1 = sCar

End Sub

ANEXO C

**MANUAL DE OPERACIÓN Y PLAN DE
MANTENIMIENTO DE LOS MODULOS**

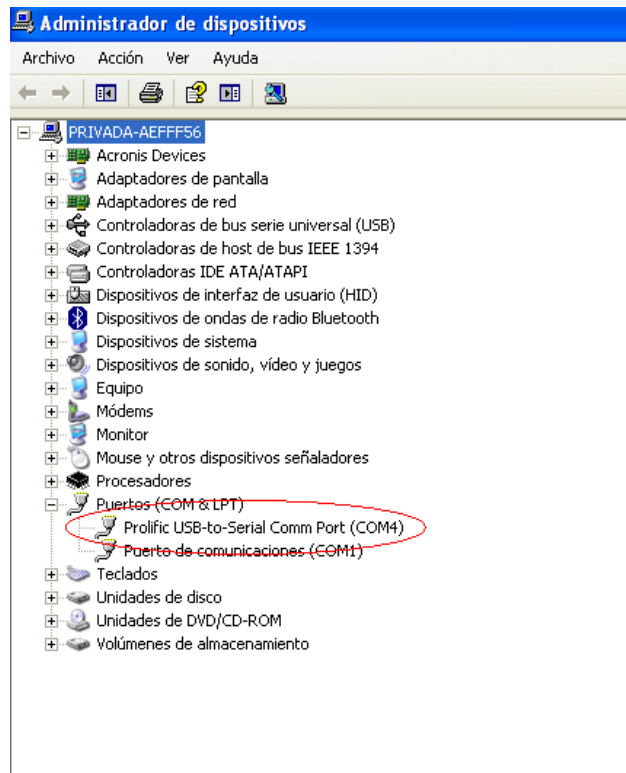
ANEXO C-1

Manual de Operación

1. Conectar el cable conversor conectado al modem en cualquier puerto usb del computador.



2. Comprobar en Propiedades del sistema / Hardware /administrador de dispositivos, el número del puerto al cual se está conectados.



3. Abrir el software CONTROL DE TABLERO DE MEDIDORES, e introducir el número del puerto y presionar el botón de conectar, luego espera a que se generen dos mensajes: uno de modem ok y otro de mensaje enviado correctamente.



4. Con estos pasos ya se tiene la ventana completa lista para operar.



5. Para desconectar cualquiera de los circuitos solamente se debe presionar el botón correspondiente y esperar que aparezca el cuadro de texto indicando: Mensaje enviado correctamente y el cuadro de color azul se vuelva rojo.





6. Al momento en que se genere una alarma aparecerá en la pantalla ALARMA ENCENDIDA con una ventana que cambie de color rojo a azul; esta alarma se puede apagar al instante de forma remota presionando el botón de APAGA ALARMA o en el sitio introduciendo la clave.



7. CAMBIOS DE CLAVE

7.1 Para cambiar la clave de apertura en sitio se realiza lo siguiente: dar un clic en el botón MODEM en el cuadro de cambios de clave.



7.2 Ingresar clave anterior , nueva y guardar



8. Dar clic en el botón de Enviar clave GSM



8.1 Llegara un mensaje de confirmación de actualización de clave.



8.2 Para cambiar la clave del usuario simplemente se debe dar clic en cambio de clave USUARIOS, se ingresa la anterior y la nueva clave, se da clic en grabar.



ANEXO C-2

HOJAS DE RCM Y PLAN DE MANTENIMIENTO

| | | | | |
|---|-------|---|----------------------|------------|
| ELEMENTO: <i>Teclado matricial4x3</i> | Nº:1 | Realizado por: Pazmiño C. Romero D. | Fecha: 31-01-2013 | Hoja: 1 |
| COMPONENTE: <i>Teclado matricial4x3</i> | Ref:1 | Revisado por : | Fecha: 31-01-2013 | De: 1 |

| FUNCION | | FALLA FUNCIONAL | | MODO DE FALLA | | EFFECTOS DE LAS FALLAS |
|---------|---|-----------------|--|---------------|------------------------|---|
| 1 | Permitir ingresar la clave de acceso al personal autorizado | A | Incapaz de permitir el ingreso de la clave | 1 | Conexiones Flojas. | No permitir acceso de personal autorizado. |
| | | | | 2 | Teclado en mal estado. | No permitir desactivación de alarma en sitio. |

| | | | | |
|---|------------------|--|-----------------------------|-------------------|
| ELEMENTO: <i>Teclado matricial 4x3</i> | Nº: 1 | Realizado por: Pazmiño C. Romero D. | Fecha: 31-01-2013 | Hoja: 1 |
| COMPONENTE: <i>Teclado matricial 4 x3</i> | Ref: 1 | Revisado por : | Fecha: 31-01-2013 | De: 1 |

| Referencia De Información | | | Evaluación de Las consecuencias | | | | H1 S1 O1 N1 | H2 S2 O2 N2 | H3 S3 O3 N3 | Tareas "a falta de " | | | Tareas Propuestas | Frecuencia Inicial | A realizar Por: |
|---------------------------|----|----|---------------------------------|---|---|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--|--|----------------------------------|--------------------|-----------------|
| F | FF | FM | H | S | E | O | H4 | H5 | S4 | | | | | | |
| 1 | A | 1 | S | N | S | N | S | | | S | | | Examinar conexiones del teclado | En forma anual | Mtto. Eléctrico |
| 1 | A | 2 | S | N | S | N | S | | | S | | | Comprobar el estado del teclado. | En forma anual | Mtto. Eléctrico |

| | | | | |
|--|------------------|--|-----------------------------|-------------------|
| ELEMENTO: <i>Visualizador LCD 16x4</i> | N°: 1 | Realizado por: Pazmiño C. Romero D. | Fecha: 31-01-2013 | Hoja: 1 |
| COMPONENTE: <i>Visualizador LCD 16x4</i> | Ref: 1 | Revisado por : | Fecha: 31-01-2013 | De: 1 |

| FUNCION | | FALLA FUNCIONAL | | MODO DE FALLA | | EFECTOS DE LAS FALLAS | |
|---------|---|-----------------|---------------------------------------|---------------|-----------------------------|--|--|
| 1 | Permitir observar el ingreso de la clave de acceso. | A | Incapaz de ver el ingreso de la clave | 1 | Conexiones Flojas. | No permitir ver el ingreso de clave. | |
| | | | | 2 | Pantalla LCD en mal estado. | Error al ingresar la clave sin estar seguros del número ingresado. | |

| | | | | |
|--|------------------|---|-----------------------------|-------------------|
| ELEMENTO: <i>Visualizador LCD 16x4</i> | Nº: 1 | Realizado por: Pazmiño C. Romero D. | Fecha: 31-01-2013 | Hoja: 1 |
| COMPONENTE: <i>Visualizador LCD 16x4</i> | Ref: 1 | Revisado por : | Fecha: 31-01-2013 | De: 1 |

| Referencia De Información | | | Evaluación de Las consecuencias | | | | H1 S1 O1 | H2 S2 O2 | H3 S3 O3 | Tareas "a falta de " | | | Tareas Propuestas | Frecuencia Inicial | A realizar Por: |
|---------------------------|----|----|---------------------------------|---|---|---|----------------|----------------|----------------|----------------------|----|----|---|--------------------|-----------------|
| F | FF | FM | H | S | E | O | N1 | N2 | N3 | H4 | H5 | S4 | | | |
| 1 | A | 1 | S | N | S | N | S | | | S | | | Examinar conexiones de la pantalla LCD | En forma anual | Mtto. Eléctrico |
| 1 | A | 2 | S | N | S | N | S | | | S | | | Comprobar el estado de la pantalla LCD. | En forma anual | Mtto. Eléctrico |

| | | | | |
|------------------------------------|--------------|--|-----------------------------|-------------------|
| ELEMENTO: <i>Relés</i> | Nº:1 | Realizado por: Pazmiño C. Romero D. | Fecha: 31-01-2013 | Hoja: 1 |
| COMPONENTE: <i>Relés</i> | Ref:1 | Revisado por : | Fecha: 31-01-2013 | De: 1 |

| FUNCION | | FALLA FUNCIONAL | | MODO DE FALLA | | EFECTOS DE LAS FALLAS | |
|---------|--|-----------------|--|---------------|--------------------|---|---|
| 1 | Permitir la energización de los contactores. | A | Incapaz de permitir la energización de los contactores | 1 | Conexiones Flojas. | No permitir conexión/desconexión en forma automática. | |
| | | | | | 2 | Relés en mal estado. | No permitir desconexión automática ante un ingreso no autorizado. |

| | | | | |
|------------------------------------|------------------|---|-----------------------------|-------------------|
| ELEMENTO: <i>Relés</i> | Nº: 1 | Realizado por: Pazmiño C. Romero D. | Fecha: 31-01-2013 | Hoja: 1 |
| COMPONENTE: <i>Relés</i> | Ref: 1 | Revisado por : | Fecha: 31-01-2013 | De: 1 |

| Referencia De Información | | | Evaluación de Las consecuencias | | | | H1 | H2 | H3 | Tareas "a falta de " | | | Tareas Propuestas | Frecuencia Inicial | A realizar Por: |
|---------------------------|----|----|---------------------------------|---|---|---|----|----|----|----------------------|----|----|--|--------------------|-----------------|
| F | FF | FM | H | S | E | O | S1 | S2 | S3 | H4 | H5 | S4 | | | |
| 1 | A | 1 | S | N | S | N | S | | | S | | | Examinar conexiones de los Relés. | En forma anual | Mtto. Eléctrico |
| 1 | A | 2 | S | N | S | N | S | | | S | | | Comprobar el estado de cada uno de los Relés | En forma anual | Mtto. Eléctrico |

| | | | | |
|--|-------|-------------------------------------|-------------------|---------|
| ELEMENTO: <i>Contactores</i> | Nº:1 | Realizado por: Pazmiño C. Romero D. | Fecha: 31-01-2013 | Hoja: 1 |
| COMPONENTE: <i>Bobina</i> | Ref:1 | Revisado por : | Fecha: 31-01-2013 | De: 1 |

| FUNCION | | FALLA FUNCIONAL | | MODO DE FALLA | | EFECTOS DE LAS FALLAS | |
|---------|---|-----------------|--|---------------|----------------------------|---|--|
| 1 | Permitir la conexión y desconexión de las líneas de alimentación al medidor | A | Incapaz de permitir la conexión y desconexión de las líneas de alimentación al medidor | 1 | Conexiones Flojas. | No permitir conexión/desconexión en forma automática. | |
| | | | | 2 | Contactores en mal estado. | No realizar ningún efecto de corte de energía cuando exista apertura no autorizada. | |

| | | | | |
|--|------------------|--|-----------------------------|-------------------|
| ELEMENTO: <i>Contactores</i> | N°: 1 | Realizado por: Pazmiño C. Romero D. | Fecha: 31-01-2013 | Hoja: 1 |
| COMPONENTE: <i>Bobina</i> | Ref: 1 | Revisado por : | Fecha: 31-01-2013 | De: 1 |

| Referencia De Información | | | Evaluación de Las consecuencias | | | | H1 | H2 | H3 | Tareas "a falta de " | | | Tareas Propuestas | Frecuencia Inicial | A realizar Por: |
|---------------------------|----|----|---------------------------------|---|---|---|----|----|----|----------------------|----|----|---|--------------------|-----------------|
| F | FF | FM | H | S | E | O | O1 | O2 | O3 | H4 | H5 | S4 | | | |
| 1 | A | 1 | S | N | S | N | S | | | S | | | Examinar conexiones de los contactores. | En forma anual | Mtto. Eléctrico |
| 1 | A | 2 | S | N | S | N | S | | | S | | | Comprobar el estado de cada uno de los Contactores, realizando un puente en cada uno de ellos | En forma anual | Mtto. Eléctrico |

| | | | | |
|---|-------|-------------------------------------|-------------------|---------|
| ELEMENTO: <i>Modems de comunicación</i> | Nº:1 | Realizado por: Pazmiño C. Romero D. | Fecha: 31-01-2013 | Hoja: 1 |
| COMPONENTE: <i>Modems de comunicación</i> | Ref:1 | Revisado por : | Fecha: 31-01-2013 | De: 1 |

| FUNCION | | FALLA FUNCIONAL | | MODO DE FALLA | | EFECTOS DE LAS FALLAS | |
|---------|--|-----------------|--------------------------------------|---------------|-----------------------------|--|--|
| 1 | Enviar los mensajes de alarma y actualización de estado del circuito | A | Incapaz de enviar y recibir mensajes | 1 | Conexiones Flojas. | No permitir alertar sobre aperturas no autorizadas. | |
| | | | | 2 | Modems en mal estado. | No permitir actualizar datos sobre el estado del circuito. | |
| | | | | 3 | Plan de mensajes terminado. | No permitir conexión/desconexión de las líneas de alimentación de forma remota | |

| | | | | |
|---|------------------|--|-----------------------------|-------------------|
| ELEMENTO: <i>Modems de comunicación</i> | Nº: 1 | Realizado por: Pazmiño C. Romero D. | Fecha: 31-01-2013 | Hoja: 1 |
| COMPONENTE: <i>Modems de comunicación</i> | Ref: 1 | Revisado por : | Fecha: 31-01-2013 | De: 1 |

| Referencia De Información | | | Evaluación de Las consecuencias | | | | H1 | H2 | H3 | Tareas "a falta de " | | | Tareas Propuestas | Frecuencia Inicial | A realizar Por: | |
|---------------------------|----|----|---------------------------------|---|---|---|----|----|----|----------------------|----|----|-------------------|--|-----------------|-----------------|
| F | FF | FM | H | S | E | O | S1 | S2 | S3 | O1 | O2 | O3 | | | | H4 |
| 1 | A | 1 | S | N | S | N | S | | | | S | | | Examinar conexiones de los modems. | En forma anual | Mtto. Eléctrico |
| 1 | A | 2 | S | N | S | N | S | | | | S | | | Reemplazar los módems por unos nuevos. | En forma anual | Mtto. Eléctrico |
| 1 | A | 3 | S | N | S | N | S | | | | S | | | Recontratar planes de mensajes. | En forma anual | Mtto. Eléctrico |

| | | | | |
|--|-------------|--|-----------------------------|-------------------|
| ELEMENTO: <i>Sensores Magnéticos</i> | Nº: | Realizado por: Pazmiño C. Romero D. | Fecha: 31-01-2013 | Hoja: 1 |
| COMPONENTE: <i>Sensores Magnéticos</i> | Ref: | Revisado por : | Fecha: 31-01-2013 | De: 1 |

| FUNCIÓN | | FALLA FUNCIONAL | | MODO DE FALLA | | EFECTOS DE LAS FALLAS | |
|---------|---|-----------------|--|---------------|--------------------|---|--|
| 1 | Detección de apertura de gabinetes no autorizada. | A | Incapaz de detectar aperturas no autorizadas | 1 | Conexiones Flojas. | No permitir alertar sobre aperturas no autorizadas. | |

| | | | | |
|--|------------------|---|-----------------------------|-------------------|
| ELEMENTO: <i>Sensores Magnéticos</i> | Nº: 1 | Realizado por: Pazmiño C. Romero D. | Fecha: 31-01-2013 | Hoja: 1 |
| COMPONENTE: <i>Sensores Magnéticos</i> | Ref: 1 | Revisado por : | Fecha: 31-01-2013 | De: 1 |

| Referencia De Información | | | Evaluación de Las consecuencias | | | | H1 | H2 | H3 | Tareas "a falta de " | | | Tareas Propuestas | Frecuencia Inicial | A realizar Por: |
|---------------------------|----|----|---------------------------------|---|---|---|----|----|----|----------------------|----|----|--|--------------------|-----------------|
| F | FF | FM | H | S | E | O | O1 | O2 | O3 | H4 | H5 | S4 | | | |
| 1 | A | 1 | S | N | S | N | S | | | S | | | Examinar conexiones de los sensores conectados en serie entre ellos. | En forma anual | Mtto. eléctrico |

Latacunga, Abril 2013.

El presente trabajo fue desarrollado en su totalidad por:

CARLOS ANDRÉS PAZMIÑO CISNEROS

DENNYS MARCELO ROMERO VENEGAS

APROBADO POR:

ING. WILSON SÁNCHEZ O.

DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICADO POR:

DR. RODRIGO VACA

SECRETARIO ACADÉMICO.