ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MICROPROCESADO PARA ADQUISICIÓN DE DATOS EN FORMA REMOTA DE UN MEDIDOR DIGITAL DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA TIPO INDUSTRIAL, MEDIANTE TELEFONÍA CELULAR

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

CHRISTIAN MAURICIO FLORES JIMÉNEZ

JOSÉ LUIS RIVADENEIRA ALBARRACIN

DIRECTOR: ING. JAIME VELARDE

Quito, Noviembre 2006

CONTENIDO

CAPÍTULO I 1

1. FUNDAMENTO TEÓRICO 5
1.1 INTRODUCCIÓN 5
1.2 PÉRDIDAS EN EL SECTOR ELÉCTRICO 5
1.2.1PÉRDIDAS TÉCNICAS 5
1.2.2 PÉRDIDAS NO TÉCNICAS 6
1.2.1.1 Pérdidas Sociales. 6
1.2.1.2 Pérdidas Administrativas. 6
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO MANUAL DE LA TOMA DE LECTURA EN EL MEDIDORES ACTUALES. 7
1.4 MEDIDORES ELECTRÓNICOS DIGITALES 7
1.4.1 BENEFICIOS DE LOS MEDIDORES ELECTRÓNICOS DIGITALES 9
1.4.2 RAZONES PARA SU USO 10
1.5 FORMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS EN UN MEDIDOR ELECTRÓNICO DIGITAL 10
1.5.1 ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN 11
1.5.2 TIPOS DE COMUNICACIÓN 11
1.5.3 NORMAS Y ESTÁNDARES DE COMUNICACIÓN 12
1.5.3.1 ANSI C12.20 13
1.5.3.2 ANSI C12.18 13
1.5.3.3 ANSI C12.19 13
1.5.3.4 ANSI C12.21 14
1.5.3.5 ANSI C12.22 14
1.6. TELEMETRÍA 14
1.6.1 TERMINAL 15
1.6.2 UNIDADES REMOTAS 16
1.6.3 SISTEMA DE COMUNICACIONES 16
1.7 TRANSMISIÓN DE DATOS MEDIANTE EL USO DE LA TELEFONÍA CELULAR 17
1.7.1 GSM 17
1.7.2 TDMA 18
1.7.3 CDMA 19
1.7.4 2.5G 19
1.7.4.1 GPRS 19
1.7.4.2 EDGE 20
1.7.4.3 IS-95 20
1.7.4.4 IMode. 20
1.7.5 3G 20
1.7.6 SERVICIO SMS EN LA TELEFONÍA CELULAR 22
1.7.6.1 ¿Qué son los SMS? 23
1.7.6.2 Envío de un SMS 24
1.7.7 NUEVOS SERVICIOS EN LA TELEFONÍA CELULAR 26
1.7.7.1 WAP (Wireless Access Protocol) 26
1.7.7.2 Conectividad de Datos sobre la Red de Telefonía Celular (3G): 26
1.7.7.3 MMS (Multimedia Messaging Service) 26

BIBLIOGRAFÍA CAPÍTULO I 28

CAPÍTULO II 29

2. DISEÑO DEL PROTOTIPO PARA EL ENLACE DE DATOS. 29
2.1 SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR PARA EL PROTOTIPO. 31
2.1.1 VELOCIDAD DE PROCESAMIENTO 32
2.1.2 PUERTOS REQUERIDOS 32
2.1.3 FACILIDAD DE PROGRAMACIÓN 33
2.1.4 RELACIÓN COSTO BENEFICIO 33
2.1.5 MEMORIA 33
2.1.6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROCESADOR AVR ATMEGA8.[5] 34
2.1.7 DIAGRAMA DE PINES DEL ATMEGA8 34
2.2 TIPOS DE TRANSMISIÓN 35
2.2.1 COMUNICACIÓN PARALELA 35
2.2.2 COMUNICACIÓN SERIAL: 35
2.2.2.1 Sincrónica: 36
2.3.2.2. Asincrónica: 36
2.3.3 COMUNICACIÓN SERIAL CON LA NORMA RS-232 37
2.3.4 CIRCUITO INTEGRADO MAX-232 PARA LA COMUNICACIÓN SERIAL. [8] 38
2.4 IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO 39
2.4.1 DISEÑO PARA LA COMUNICACIÓN CON EL MEDIDOR ELECTRÓNICO DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA. 41
2.4.1.1 Alimentación del circuito. 41
2.4.1.2 Diseño del circuito para la comunicación con el celular. 42
2.4.1.3 Diseño del circuito para la comunicación con el medidor electrónico 44
2.4.2 DISEÑO DEL PROTOTIPO EN EL CENTRO DE MONITOREO 47
2.5 VISTA FINAL DEL PROTOTIPO 47
BIBLIOGRAFÍA CAPÍTULO II 48

CAPÍTULO III 49

3. DISEÑO DE LA APLICACIÓN PARA LAS ESTACIONES DE MONITOREO Y PARA EL COMPUTADOR DE CONTROL. 49
3.1 PROGRAMA PARA EL MICROCONTROLADOR. 50
3.1.1 PROGRAMA PARA EL MICROCONTROLADOR Y EL MEDIDOR ELECTRÓNICO DIGITAL. 51
3.1.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR EN LA ESTACION REMOTA 51
3.1.2.1 Comunicación con el Medidor Electrónico 53
3.1.2.2 Descarga de datos del Medidor Electrónico 55
3.1.2.3 Transferencia de Datos del Teléfono Celular vía Mensajes de Texto 57
3.1.2.4 Petición de datos desde el Centro de Monitoreo. 58
3.2 PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR PARA LA COMUNICACIÓN CON EL COMPUTADOR EN EL CENTRO DE MONITOREO. 59
3.2.1 DESARROLLO DEL PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR EN EL CENTRO DE MONITOREO 60
3.2.1.1 Verificación de datos en el teléfono celular. 61
3.2.1.4 Envío de datos desde el microcontrolador computador del Centro de Monitoreo. 64

3.3 DISEÑO DE LA INTERFAZ DE USUARIO PARA EL CENTRO DE MONITOREO. 65
3.3.1 DISEÑO FUNCIONAL DEL PROGRAMA. 65
3.3.2 DISEÑO DEL PROGRAMA EN VISUAL BASIC 6.0 66
3.4 DESCRIPCIÓN DE LA BASE DE DATOS. [4] 68
3.5 DISEÑO DEL FORMULARIO DE INICIO. 71
3.6 PRESENTACIÓN DE LOS DATOS DEL MEDIDOR ELECTRÓNICO DE ENERGÍA. 72
3.7 FORMATO DE LOS DATOS 74
3.7.1 PLANTILLA DE DATOS 74
3.7.2 BASE DE DATOS 75
BIBLIOGRAFÍA CAPÍTULO III 76

CAPÍTULO IV 77

4.1 PRUEBAS REALIZADAS 77
4.2 PROCESO DE PRUEBAS REALIZADAS 77
4.2.1 COMUNICACIÓN ENTRE EL MEDIDOR ELECTRÓNICO DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y EL PROTOTIPO DE COMUNICACIÓN. 78
4.2.2 VERIFICACIÓN DEL ENVIÓ DE LOS DATOS A TRAVÉS DE LA COMUNICACIÓN CON EL TELÉFONO CELULAR. 79
4.2.3 RECEPCIÓN DEL MENSAJE DE TEXTO EN EL CENTRO DE MONITOREO. 81
4.2.4 ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS EN EL CENTRO DE MONITOREO. 81
4.2.5 ACTUALIZACIÓN DE LOS DATOS DESDE EL CENTRO DE MONITOREO. 87
4.3 ANÁLISIS FINANCIERO 89
4.3.1 JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA. 89
4.3.2 SISTEMAS SIMILARES 90
4.3.3 JUSTIFICACIÓN FINANCIERA 90
4.3.4 FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO 91
4.3.5 INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO 91
4.3.5.1 VAN (Valor Actual Neto) 91
4.3.5.2 TIR (Tasa interna de retorno) 92
4.3.5.3 Relación Beneficio/Costo 93
4.3.5.4 Periodo de Recuperación de la Inversión 93
4.3.6 CÁLCULO DE LOS COSTOS DEL PROTOTIPO 94
4.3.6.1 Costo del producto de monitoreo 94
4.3.6.2 Gastos de Administración 94
4.3.6.3 Costos de operación 96
4.3.6.4 Detalle de activos de la empresa 96
4.3.6.5 Gastos de administrativos y operacionales 97
4.3.6.6 Cálculo de depreciación y amortización de los activos 97
4.3.6.7 Cálculo del flujo de caja 98
BIBLIOGRAFÍA CAPÍTULO IV 100

CAPÍTULO V 101

5.1 CONCLUSIONES 101
5.2 RECOMENDACIONES 103

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1 INTRODUCCIÓN

Con el uso de medidores electrónicos de consumo de energía eléctrica, se incrementan las facilidades en la recolección y lectura de datos, frente a los tradicionales medidores electromecánicos.

Cada día se hace mas riguroso el monitoreo del consumo de energía eléctrica, así como el análisis de los parámetros eléctricos, para mejorar el servicio de facturación de los clientes.

Con este proyecto de titulación se pretende mejorar el proceso de lectura de consumo en los medidores.

1.2 PÉRDIDAS EN EL SECTOR ELÉCTRICO

En el sector eléctrico las pérdidas de energía se clasifican básicamente en dos grupos:

- *Las pérdidas técnicas*
- *Las pérdidas no técnicas*.

1.2.1 PÉRDIDAS TÉCNICAS

Son inevitables, dado que en toda transferencia de energía se genera calor (por ejemplo en las líneas de transmisión), y este es considerado pérdida cuando no es aprovechado para hacer algún trabajo.

1.2.2 PÉRDIDAS NO TÉCNICAS

Mientras las personas hagan mal uso del servicio de energía eléctrica, estas no dejarán de existir, lo que se quiere decir es que estas pérdidas, no tienen relación con la configuración ni con los parámetros de las redes eléctricas de distribución y tampoco con la subdistribución de la empresa, sino con las pérdidas producidas por la deficiente administración o por las infracciones de los usuarios.
Las pérdidas no técnicas se pueden dividir en:

- Pérdidas Sociales
- Pérdidas Administrativas.

1.2.1.1 Pérdidas Sociales.

Las pérdidas sociales son básicamente producidas por el robo o hurto de energía eléctrica, estas pérdidas se pueden subdividir en: Pérdidas por fraude en las instalaciones, que son la manipulación de los medidores de energía y acometidas por parte del consumidor a fin de lograr que sus registros sean inferiores a los que realmente deberían ser.
Y pérdidas por conexión directa sin registro en la empresa; son aquellos consumidores que se encuentran conectados ilegalmente a la red. [1]

1.2.1.2 Pérdidas Administrativas.

Normalmente una Empresa Eléctrica posee pérdidas ocasionadas por malas administraciones, por ejemplo en la toma de la lectura del consumo, se cometen errores como son: lectura errónea, redondeo de la cantidad, etc.

Las pérdidas de energía producidas por una mala administración son factibles de disminuir, dado que estas son generadas internamente en la empresa. Con

cambios en sus procesos, y con inversiones, se puede producir una reducción considerable en las pérdidas de energía de dicha empresa.

El proceso actual de toma de lectura en los medidores electromecánicos es poco confiable y ocasiona pérdidas tanto para el usuario como para la empresa. Con la implementación de los medidores electrónicos de consumo de energía eléctrica se trata de mejorar la toma de lectura de datos.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO MANUAL DE LA TOMA DE LECTURA EN EL MEDIDORES ACTUALES.

La mayoría de empresas eléctricas utilizan el servicio de las tercerizadoras para realizar la recolección de los datos del consumo de energía eléctrica, el proceso general se describe a continuación.

Para realizar el proceso de lectura manual se ejecutan los siguientes pasos, como se indica en la figura 1.1.

1.4 MEDIDORES ELECTRÓNICOS DIGITALES

Los medidores electrónicos digitales en base a indicadores de cifras (displays), muestran los resultados en forma de números. Así los resultados se pueden leer cómodamente y sin error, resulta sencillo el almacenamiento, la transmisión a distancia y la elaboración de reportes de datos.
Existen diversas marcas de medidores de consumo de energía eléctrica, como lo son: General Electric, Siemens, Schlumgerber, Landis & Gear, entre otras, se muestran algunos modelos en la figura 1.2. [2]

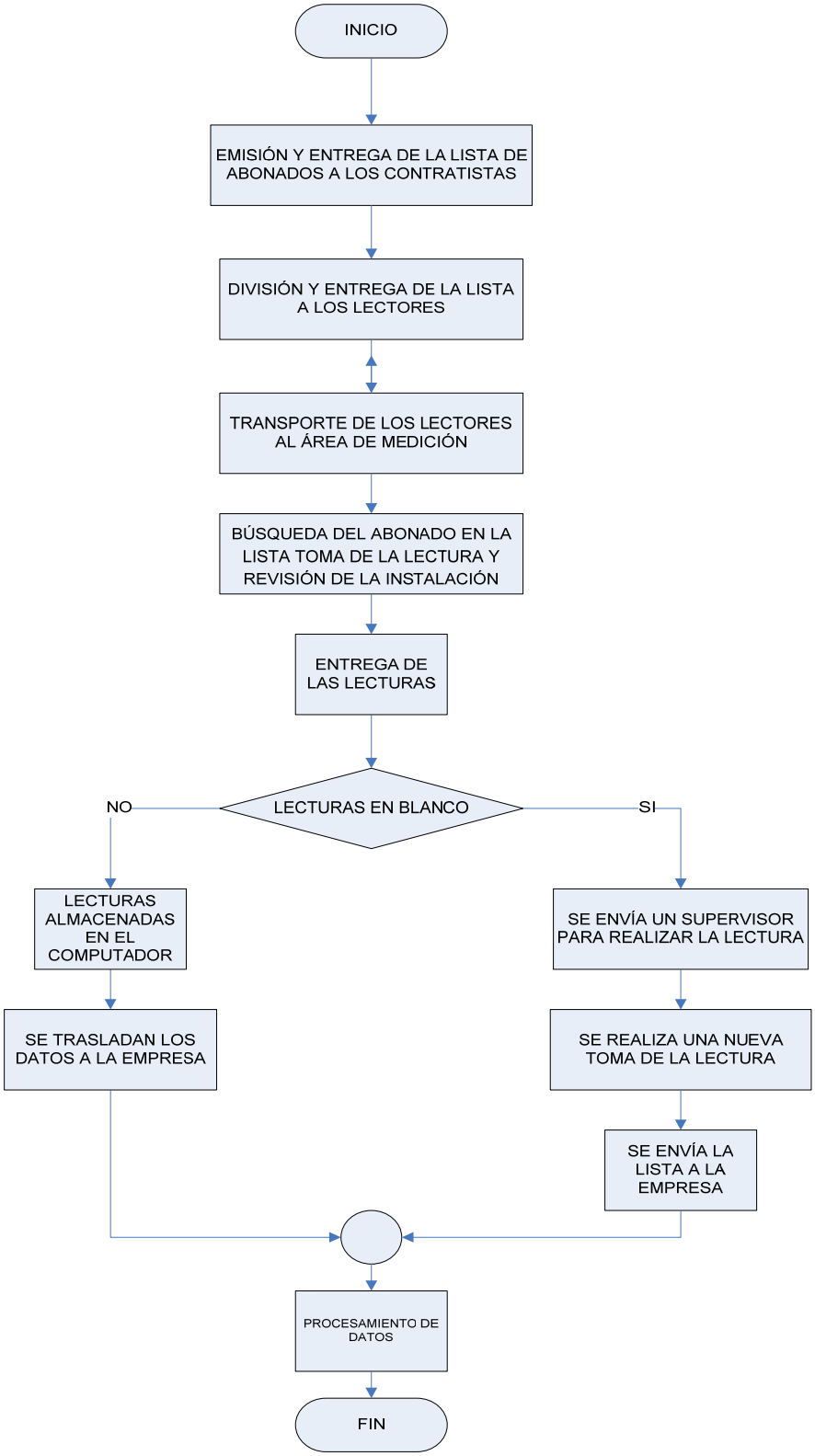


Figura 1.1: Proceso manual de toma de lecturas

Figura 1.2: Tipos de medidores electrónicos

1.4.1 BENEFICIOS DE LOS MEDIDORES ELECTRÓNICOS DIGITALES

Todos los consumidores se pueden beneficiar indirectamente de los medidores electrónicos de energía en los siguientes aspectos:

a. Con los medidores electrónicos AMR (Automated Meter Reading), el servicio al cliente se mejora, con el uso de sistemas de lectura remota .Con una eficiente administración de datos, además de tener pocos errores en las facturas del servicio de energía eléctrica.

b. Los consumidores se pueden beneficiar de la facturación más exacta con el uso de medidores electrónicos controlados con tarjetas inteligentes (smart cards) que reducen los costos operacionales del servicio.

c. Se logra un aumento en la precisión de la medición. Los medidores electromecánicos no son capaces de medir con precisión la energía. La medición electrónica es más robusta y precisa. [3]

1.4.2 RAZONES PARA SU USO

Los medidores electrónicos de energía han superado en funcionamiento a los medidores electromecánicos. La inversión en manufactura, la precisión y calidad de la medición, y la cantidad de información ofrecida por la medición electrónica es indudablemente superior a la del diseño tradicional del medidor electromecánico. [4]

1.5 FORMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS EN UN MEDIDOR ELECTRÓNICO DIGITAL

La mayoría de estos equipos de medición de energía cuentan con tarjetas de comunicación, para el monitoreo remoto de dichos parámetros. Hay varias formas de adquisición de datos de este tipo de medidores electrónicos, como se indica en la figura 1.3 [5], los cuales son detallados por estándares que se describen más adelante, que de ninguna manera se pretende condensar el análisis profundo que contiene su respectivo documento. Pero si enumerar los diferentes tipos de comunicaciones que se puede realizar con este tipo de medidores electrónicos.

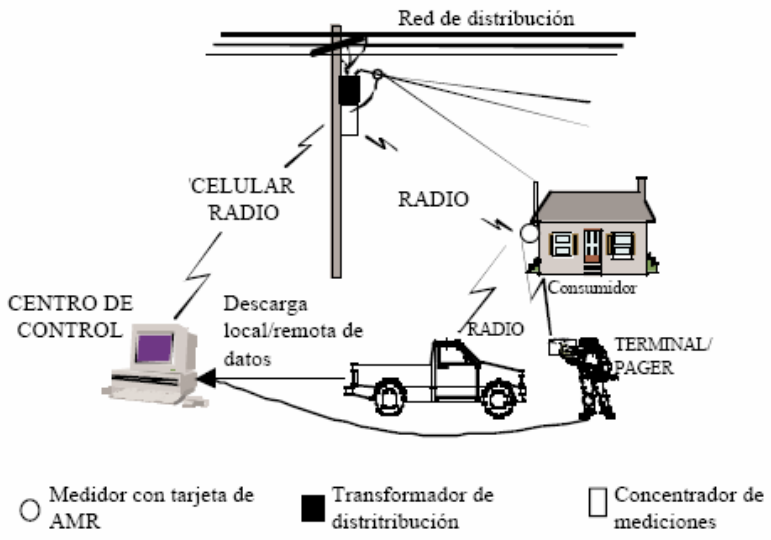


Figura 1.3: Esquema de un sistema de lectura automática de un medidor electrónico.

1.5.1 ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN

La adquisición de la información que se obtiene de un medidor electrónico puede ser leída o descargada de diferentes maneras:

- Telefonía Fija (modem telefónico)
- Telefonía Celular
- TCP/IP
- Red RS485/RS232
- Puerto Óptico (Infrarrojo), etc.

1.5.2 TIPOS DE COMUNICACIÓN

Las comunicación existentes para estos equipos de medición, casi son las mismas para todos los fabricantes, como lo son: RS-232, RS-485, Ethernet, RF, etc.
En la mayoría de las ocasiones encontramos que el equipo solamente cuenta con una de ellas, y para poder usar las demás, hay que adquirir tarjetas de comunicación adicionales.
Por ejemplo, con una tarjeta de comunicación RS-485, se puede monitorear los valores de todas las magnitudes eléctricas que el medidor electrónico digital es capaz de medir de forma instantánea.

Otros en cambio poseen un puerto de comunicaciones ópticas, como lo indica la figura 1.4, de tipo II de ANSI, colocado en el medidor electrónico que provee comunicaciones bi-direccionales entre el registro y un lector o programador externo.

La transferencia de información es compatible con un puerto serial de PC con una configuración establecida de la siguiente manera.

- Tasa de transmisión 9600
- Paridad ninguna

- Bits de datos 8
- Bits de parada 1

Puerto Óptico

Figura 1.4: Medidor electrónico de energía con Puerto Óptico.

1.5.3 NORMAS Y ESTÁNDARES DE COMUNICACIÓN

La fabricación de estos equipos de monitoreo, involucran el cumplimiento de ciertos estándares, tal como se indica en la figura 1.5. [6]

DESIGNATION	TITLE
ANSI C12.1-2001	Code for Electricity Metering
ANSI C12.10-1997	Electromechanical Watthour Meters
ANSI C12.18-1996	Protocol Specification for ANSI Type 2 Optical Port
ANSI C12.19a-2001	Utility Industry End Device Tables
ANSI C12.20-1998	Electricity Meters 0.2 and 0.5 Accuracy Class
ANSI C12.21-1999	Protocol Specification for Telephone Modem Communications

Figura 1.5: Estándares de comunicación

Las normas con las que cuentan estos equipos van desde la descripción de la interfaz de comunicación, así como para el control del equipo, monitoreo, parámetros, por mencionar algunas:

- ANSI C12.20 Precisión en la medición
- ANSI C12.18 Puerto Óptico
- ANSI C12.19 Utilidad Industrial de tablas de Dispositivos.
- ANSI C12.21 Comunicación mediante modem telefónico.
- ANSI C12.22 Interfase de comunicación de red de datos.

1.5.3.1 ANSI C12.20

La norma ANSI C12.20 especifica la exactitud de la medición realizada y los límites de precisión de los medidores electrónicos entre el 0.2% y 0.5%. En particular especifica los requisitos para el desempeño de la carga, el factor de potencia, la variación de voltaje, variación de frecuencia, igualdad de circuitos (para los medidores electrónicos multi fases), efecto de calentamiento interno en el proceso de las mediciones, efecto de temperatura ambiente, y de sobrecargas.

1.5.3.2 ANSI C12.18

Este estándar es un protocolo diseñado para transportar estructuras de datos, mediante un puerto óptico. Especifica los detalles como: la velocidad de tráfico binario, detección de errores, y el time out (tiempo fuera). También especifica la consulta log-on /log-off de registro: lea o escriba, y comandos de estructuras, así como las dimensiones y las intensidades ópticas para el puerto óptico del medidor electrónico.

1.5.3.3 ANSI C12.19

Define las tablas de datos del dispositivo de medida (medidor de energía) y las estructuras de los datos por transportar, entre el medidor electrónico y una computadora. Para apoyar la innovación el estándar también permite la inclusión de tablas definidas por el fabricante.
Una descripción breve de las tablas debe incluir las especificaciones para la configuración de consumo (kWh y otros), el mando del display del medidor electrónico, seguridad, tiempo de uso según horario, las definiciones de perfil de carga, que eventos registra, y las tablas definidas por el usuario.

1.5.3.4 ANSI C12.21

El estándar ANSI C12.21 es una extensión de C12.18 que permite el uso de un canal de comunicaciones remoto punto a punto, particularmente para la telefonía. Incluye adiciones para una autenticación, el control del canal conectado,desconectado, y temporizado.

1.5.3.5 ANSI C12.22

Especificación del protocolo para interconectar medidores electrónicos, usando redes de comunicaciones de datos, como por ejemplo TCP/IP sobre Ethernet, C12.22 proporciona una capa de uso común que todos los medidores puedan utilizar.

1.6. TELEMETRÍA

Es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información generada en la medición hacia el operador del sistema de Telemetría. La palabra proviene de las palabras griegas *tele* (lejos) y *metrón* (medida). El envío de información hacia el operador en un sistema de telemetría se realiza típicamente mediante comunicación inalámbrica, aunque también se puede realizar por otros medios (teléfono, redes de computadoras, enlace de fibra óptica).

Los sistemas de Telemetría se caracterizan por disponer de un gran número de registros de datos, ubicados a grandes distancias y provistas de monitoreo mediante técnicas de comunicación en un punto de supervisión.

Un sistema de Telemetría puede convertirse en una herramienta muy eficaz para muchas empresas. Se puede tener más control en los parámetros de medida y obtener los siguientes beneficios:

- Ahorrar dinero en desplazamientos
- Minimizar los tiempos de parada
- Predecir averías
- Ahorrar dinero en llamadas telefónicas
- Mayor calidad y mucho más control con menos esfuerzo.

Sobre todo estos sistemas deben permitir el registro de datos en tiempo real.
La evolución de la Telemetría alcanza los sistemas más sofisticados como por ejemplo; SCADA que es un acrónimo de Supervisory Control and Data Adquisición (control y adquisición de datos de supervisión).

Los sistemas de Telemetría son partes integrales de la mayoría de los ambientes industriales complejos o muy geográficamente dispersos ya que pueden recoger la información de una gran cantidad de fuentes muy rápidamente, y la presentan a un operador en una forma amigable, como puede ser:

- Telecomunicaciones
- Agua.
- Energía.
- Aceite.
- Transporte de gas.
- Plantas de refinamiento.
- Y otras aplicaciones.

En un sistema de telemetría esta compuesto fundamentalmente por la terminal o central de datos, las unidades remotas y el sistema de comunicaciones.

1.6.1 TERMINAL

Es la unidad electrónica de adquisición de datos. Normalmente es un sistema diseñado con un microprocesador o microcontrolador de bajo consumo, que

dispone de los dispositivos de conversión análogo/digital o de las interfaces, necesarias para tomar periódicamente las muestras.

1.6.2 UNIDADES REMOTAS

Las unidades remotas requieren la siguiente funcionalidad:

- Sistema operativo en tiempo real.
- Exploración de entradas de Información, procesamiento y almacenamiento de datos, respondiendo a las peticiones del centro de control sobre la red de comunicaciones.
- Algún método para permitir que las aplicaciones de usuario sean configuradas en la terminal. Ésta puede ser una simple configuración de parámetros, habilitando o deshabilitando entradas-salidas específicas que invalidan o puede representar un ambiente de programación completo para el usuario.

1.6.3 SISTEMA DE COMUNICACIONES

Son los medios que reciben los datos de la terminal remota y los transmiten al centro de supervisión.
La evolución tecnológica de los sistemas de comunicación en los últimos años ha sido constante y continúa evolucionando rápidamente.
Dependiendo de la distribución geográfica *y* de las distancias se puede elegir entre diversas modalidades de comunicación.

- Redes de cables dedicadas (redes de área local)
- Redes de cables públicas
- Fibra óptica
- Radio frecuencia VHF, UHF.
- Telefonía móvil
- Radio microonda
- Satélite, etc.

La elección de un tipo de sistema de comunicación va a depender de la existencia o no de servicios públicos de comunicaciones en el área geográfica, o el costo del tráfico de datos, de la tarifa mensual o anual de los equipos, de la necesidad o no de solicitar frecuencias propias, de la velocidad de transferencia de los datos y del consumo de los equipos.

En los últimos años existe además la posibilidad de utilizar Internet como canal mundial de transferencia de la información, con servidores Web que pueden ubicarse casi en cualquier sistema procesado.

1.7 TRANSMISIÓN DE DATOS MEDIANTE EL USO DE LA TELEFONÍA CELULAR

Los primeros sistemas de telefonía móvil fueron sistemas analógicos con muy pocas prestaciones para transmitir datos. Hasta finales de los años ochenta no aparecieron los primeros sistemas digitales con posibilidades de transmitir datos. A estos sistemas se les ha conocido como sistemas de telefonía celular de segunda generación (2G). Este es el caso de la tecnología europea GSM (*Global System for Mobile Communications*,"Sistema Global para Comunicaciones Moviles") y de la norteamericana CDMA (*Code Division Multiple Access*,"Acceso Múltiple por División de Código").

A continuación se presenta un breve resumen de las tecnologías utilizadas hoy en día, en la telefonía celular.

1.7.1 GSM

GSM es una tecnología estandarizada por el CEPT (*Conference of European Posts and Telecommunications*,"Conferencia de Correos y Telecomunicaciones Europeas") a finales de los años ochenta. Su comercialización se llevo a cabo en Europa durante los primeros años de la década de los noventa y rápidamente alcanzo una cobertura global con cientos de millones de usuarios. GSM puede transmitir datos a 13 Kbps sin necesidad de utilizar módem. Para

conectar un computador o PDA a un teléfono GSM, solo hace falta un cable adaptador y el software apropiado. Un modo especial de transmisión de datos que admite GSM es el envió y recepción de mensajes cortos de texto (hasta 160 caracteres) mediante el servicio SMS (*Short Message Service*, "Servicio de Mensajes Cortos") desde el propio terminal de telefonía móvil. Estos mensajes pueden intercambiarse tanto con otros terminales móviles, como con terminales de telefonía fija e Internet.

GSM es un sistema de comunicaciones móviles que ofrece los siguientes servicios:

- Transmisión/recepción de voz
- Transmisión/recepción de datos
- Envío/recepción de mensajes cortos (Short Message Service, SMS)

1.7.2 TDMA

Tecnología para la telefonía celular digital TDMA (*Time Division Multiple Access*), que distribuye las unidades de información en ranuras (slots) de tiempo proveyendo acceso múltiple a un reducido número de frecuencias (tecnología TDM: Time Division Multiplexing).

De este modo, una única frecuencia (un único canal de comunicación) puede soportar flujos de información procedentes de usuarios diferentes: simplemente se deja pasar el flujo de información de cada usuario en distintos intervalos de tiempo cíclicos - a tiempo 1 pasan los datos del usuario A; a tiempo 2 los del usuario B; a tiempo 3 los del A; a tiempo 4 los del B, etc.

TDMA forma parte de la red GSM. [7]

1.7.3 CDMA

CDMA(*Code Division Multiple Access*,"Acceso Múltiple por División de Código"). Es una tecnología desarrollada por la empresa Qualcomm. El gran mérito de esta tecnología es que supone una nueva forma de establecer comunicaciones inalámbricas multiusuario con un aprovechamiento de la capacidad seis veces mejor que TDMA. CDMA estuvo lista en 1988, aunque, posteriormente, con la ayuda de AT&T, Motorola y otros fabricantes, se desarrollo una nueva versión dual (analógica y digital) a la que se llamo IS-95.
Y que ha sido la que se ha instalado en distintos países. La primera implantación de la tecnología CDMA tuvo lugar en Hong Kong en 1995. CDMA también ofrece el servicio SMS de mensajes cortos.

1.7.4 2.5G

Aunque los sistemas 2G (segunda generación), tienen ciertas capacidades de transmisión de datos, fundamentalmente se trata de un sistema que da soporte a servicios de voz. Para ofrecer servicios de datos, se ha pensado en una nueva generación de redes celulares, la tercera generación. No obstante, mientras se desarrolla convenientemente la tecnología para poder ofrecer servicios 3G, se ha creado una ampliación de la tecnología 2G a la que se ha llamado 2.5G. Esta tecnología de transición, añade nuevas capacidades de transmisión de datos a la infraestructura de red celular existente.

Existen distintas tecnologías 2.5G, que a continuación se detallan.

1.7.4.1 GPRS

(*General Packet Radio Service*, "Servicio general de radio Paquetes"). Esta tecnología añade a las redes GSM la posibilidad de transmitir paquetes de datos. Utiliza la misma infraestructura GSM para enviar la voz y añade una infraestructura de red que permite utilizar un conjunto de protocolos para la

transmisión de paquetes de datos. La tecnología GPRS permite transmitir datos a velocidades de hasta 171 Kbps. Esta tecnología se ha implementado fundamentalmente en Europa, aunque expandiendo a aquellas otras regiones con sistemas GSM.

1.7.4.2 EDGE

(*Enhanced Data Rates for GSM Evolution*, "Velocidades Mejoradas de Datos para la Evolución de GSM"). Se trata de una variación de la tecnología GPRS que permite alcanzar velocidades de transmisión de datos de hasta 384 Kbps. Para conseguir esto, se utiliza parte del canal de voz.

1.7.4.3 IS-95

Esta tecnología añade la capacidad de trasmitir datos a 64 Kbps a las redes CDMA (IS-95). Esta tecnología se ha implementado principalmente en Corea, Japón y Norteamérica

1.7.4.4 IMode.

Esta tecnología desarrollada en Japón es complementaria de la redes CDMA: permite entregar correo electrónico y navegar por los servicios ofrecidos por los proveedores de información. La velocidad de transmisión es de 9.6 Kbps

1.7.5 3G

En el paso de las redes celulares analógicas a las digitales, cada una de las tres regiones importantes desde el punto de vista del desarrollo tecnológico de la tecnología celular (Europa, Norteamérica y Asia) tomaron caminos distintos. De hecho, incluso dentro de cada región ha habido sus variaciones. En cualquier caso, es evidente que lo ideal seria que la tercera generación (3G) se

afrontará con el objetivo de conseguir un sistema global común. No obstante, esto es extremadamente complicado debido a los distintos intereses económicos, políticos y regulatorios que tiene cada parte.

Se puede decir que la tecnología celular de tercera generación comenzó en 1985 cuando la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones, conocida en ingles por ITU, *Internacional Telecommunications Union*) anuncio su iniciativa de crear un nuevo sistema de comunicaciones móviles al que llamó FPLMTS (*Future Public Land Mobile Telecommunications System*, "Futuro Sistema Público de Telecomunicaciones Móviles Terrestre").
Esta iniciativa se concreto en 1996 con la creación de IMT2000 (*International Mobile Communications*,"Comunicaciones Móviles Internacionales"). El número 2000 se el puso porque se esperaba que la nueva tecnología estuviera lista para la primera década del nuevo milenio y por que la banda de frecuencia asignada era de 2GHz.

El objetivo de IMT2000 es definir un marco dentro del cual puedan coexistir distintas tecnologías 3G, asegurándose a interoperatividad de servicios (*roaming*, portabilidad, multimedia, etc.). De hecho, IMT2000 pretende ir más allá de un acuerdo entre tecnologías celulares.
La visión es disponer de un sistema universal de comunicaciones que cubra todo tipo de redes: con cables y sin cables, terrestres y satelitales.

Después de muchas luchas entre todos los grupos, finalmente se llegó a un acuerdo de tecnología única en marzo de 1999. Esta tecnología se basa en un base única, conocida como *WCDMA* (*Wideband* CDMA, "CDMA de banda ancha desarrollada en Japón por NTT DoCoMo). Sobre la que se desarrollan tres modos opcionales:

- **UMTS** (*Universal Mobile Telecomunications System*, "Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles"). Es el estándar europeo creado como evolución de la arquitectura GSM MAP basada en WCDMA. Ofrece servicios de voz, fax, mensajes multimedia, así como servicios a velocidades de hasta 2Mbps.

- **CDMA-2000.** Es una evolución del estándar americano CDMAOne. La particularidad de esta tecnología es que, a fines del año 2000, se convirtió en la primera tecnología 3G que ve el mercado. Los primeros en comercializarla fueron empresas coreanas SK Telecom, LG Telecom y KT Freetel. Esta primera versión, CDMA-2000-1x, Permite transmitir a 300 Kbps.

- **TD-SCDMA.** (Time *Division-Synchronous Code Division Muttiple Access*, 'División de Tiempo-Acceso Múltiple Sincrónico por División de Código'). Es una combinación de las técnicas TDMA y CDMA. Esta tecnología ha sido desarrollada por Siemens y CATT, academia china para la tecnología de las telecomunicaciones. Su mayor ventaja es que permite ínter operar con las redes 2G.

Desde el punto de vista de la transmisión de datos, la tercera generación define sus modalidades de transmisión: 144 Kbps para usuarios de mucha movilidad, 384 Kbps para usuarios con una movilidad limitada (de a pie) y 2 Mbps para usuarios sin movilidad. [8]

1.7.6 SERVICIO SMS EN LA TELEFONÍA CELULAR

El servicio de mensajes cortos, SMS, y está siendo mucho más utilizado de lo que inicialmente se estimó. En este trabajo se describe el servicio SMS desde un punto de vista práctico, haciendo hincapié en cómo es posible realizar aplicaciones que utilicen este servicio.

El servicio de mensajes cortos o SMS (*Short Message Service*) es un servicio disponible en los teléfonos celulares que permite el envío de mensajes cortos entre teléfonos móviles, teléfonos fijos y otros dispositivos de mano.

1.7.6.1 ¿Qué son los SMS?

El servicio de mensajes cortos (SMS) es el servicio inalámbrico aceptado globalmente, que posibilita el envío y recepción de mensajes de texto hacia y desde teléfonos móviles y a otros sistemas externos tales como buscapersonas, buzones de voz y diversos dispositivos portátiles, donde el texto puede contener palabras, números o una combinación alfanumérica de caracteres. El SMS fue creado para incorporarlo dentro de GSM que es el estándar europeo para teléfonos móviles digitales. [8]

Cada sistema de mensajería exige una fuente de mensajes, un sistema con memoria para conservarlos, un dispositivo para presentarlos, un sistema de control y, frecuentemente, hay también algún tipo de sistema de notificación de mensaje en espera.

Con el uso del envió de mensajes cortos es posible un gran número de aplicaciones que satisfacen a algunos de estos requerimientos:

- Confirmación de órdenes de trabajo.
- Transmisión de noticias, estado de transito, teletexto.
- Comunicación con computadores de mano (Palm, entre otros).
- Como herramienta de control y telemetría.
- Tele marketing y puesto de venta.
- Control de distribución, envió y recepción de productos.
- Mensajera despacho y seguridad móvil, en vehiculo o personas.
- Interacción con Servidor de datos remoto WAP [9]

SMS fue diseñado originariamente como parte del estándar de telefonía móvil digital GSM, pero en la actualidad está disponible en una amplia variedad de redes, incluyendo las redes 3G.

Su bajo costo y prestaciones son considerados como alternativa de implementación, para soluciones de transmisión de datos a teléfonos celular o módulos de telefonía celular.

Por otra parte, el uso masivo de SMS no está ligado exclusivamente a las personas. Es posible realizar sistemas inteligentes que se encuentren geográficamente distribuidos y que se comuniquen con otros sistemas mediante SMS. [9]

Esto fue una de las principales razones por la cual el servicio de mensajes de texto (SMS) se usa como medio de comunicación para el desarrollo del prototipo de nuestra tesis.

1.7.6.2 Envío de un SMS

El servicio de transmisión de datos SMS permite transferir un mensaje de texto entre una estación móvil (MS) y otra entidad (SME) a través de un centro de servicio (SC), como se indica la figura 1.6. El servicio final ofrecido es una comunicación extremo-extremo entre la estación móvil (MS) y la entidad (SME). La entidad puede ser otra estación móvil o puede estar situado en una red fija. En el caso de envío de un mensaje entre dos móviles, ambas partes son estaciones móviles.

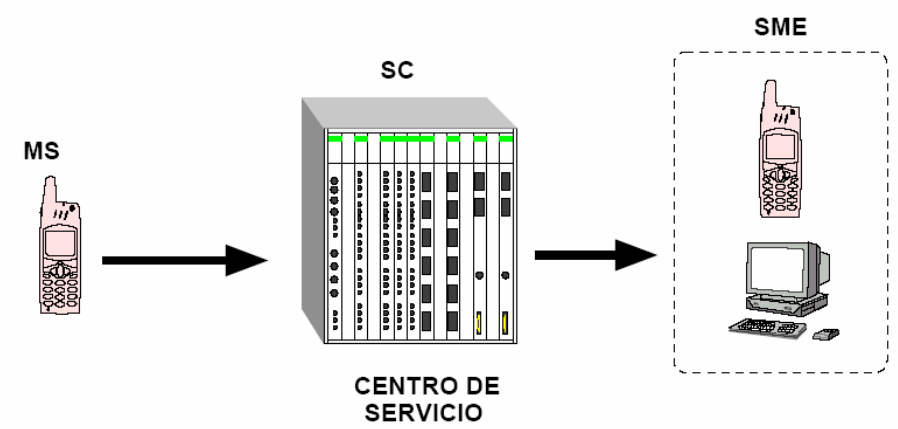


Figura 1.6: Servicio SMS

El servicio SMS se divide en dos servicios Básicos**,** como se indica en la figura 1.7:

- **SM MO** (**S**hort **M**essage **M**obile **O**riginated Point-to-Point). Servicio de envío de un mensaje desde una **MS** hasta un **SC**, obteniéndose un informe sobre lo ocurrido.

- **SM MT** (**S**hort **M**essage **M**obile **T**erminated Point-to-Point). Servicio de entrega de un mensaje desde el **SC** hasta una **MS**, obteniéndose un informe sobre lo ocurrido.

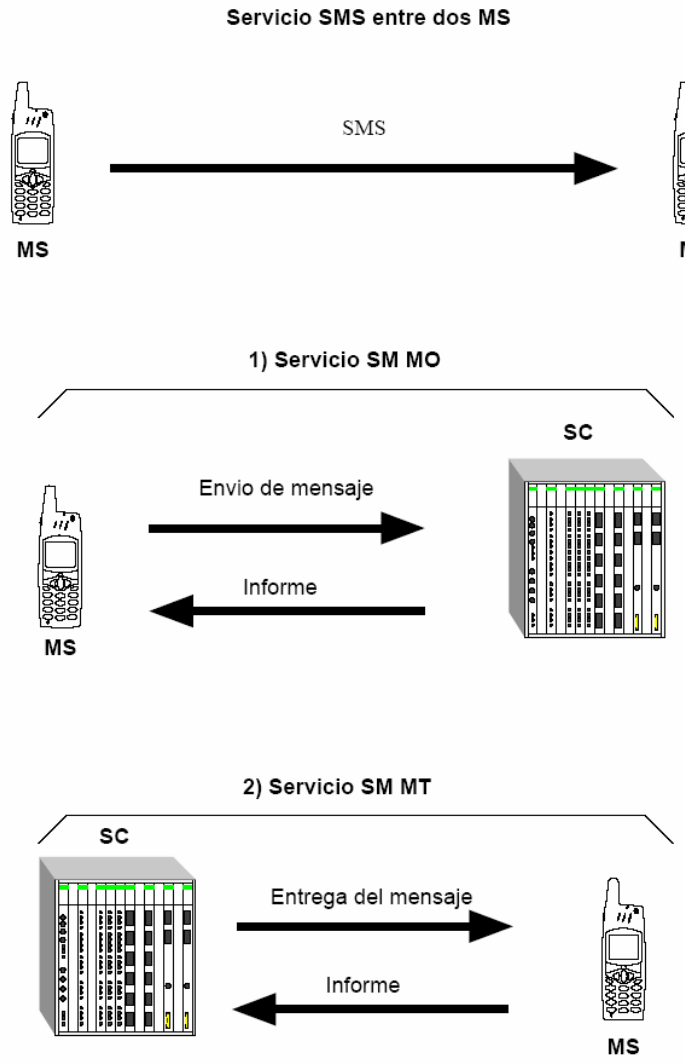


Figura 1.7: Servicios básicos SMS

1.7.7 NUEVOS SERVICIOS EN LA TELEFONÍA CELULAR

A continuación se indican un breve resumen de algunos de los servicios disponibles que hoy en día se encuentran en auge en la telefonía celular.

1.7.7.1 WAP (Wireless Access Protocol)

Es el protocolo de aplicaciones inalámbricas. El lenguaje de programación específico para este protocolo es el WML(Wireless Markup Languaje) este lenguaje esta basado en el XML, y es parecido al HTML. Para poder utilizar el WML es necesario que el teléfono tenga instalado un micronavegador. Que fue desarrollado para permitir la navegación en dispositivos inalámbricos, sin teclado y con pantallas de reducido tamaño. Los fundadores de este sistema, fueron las compañías Nokia, Ericsson y Motorola. [10]

También llamado Mini-Browser es un navegador que maximiza la capacidad de acceso a la Internet. Posibilita al usuario un rápido acceso a sus más importantes informaciones: e-mail, calendario, lista de contactos, sitios de Internet, etc.

1.7.7.2 Conectividad de Datos sobre la Red de Telefonía Celular (3G):

Permite conexión móvil de alta velocidad al Internet y a bases de datos corporativas a través de la red celular, usando su PDA (personal digital assistant) tales como Palm, Pocket PC o su Laptop, mediante teléfono celular o tarjeta inalámbrica 3G.

1.7.7.3 MMS (Multimedia Messaging Service)

Es la migración de los servicios de mensajería (SMS) a 3ra. Generación donde los usuarios tendrán la capacidad de enviar mensajes con, texto sonido video e imágenes. [11]

El servicio MMS puede replicar el comportamiento de un *e-mail* con archivos adjuntos, y como valor añadido y diferenciador permite utilizar presentaciones animadas. Esto es posible mediante la inclusión en el mensaje de un elemento de presentación llamado *SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language)*. El mensaje puede estar com puesto por varias páginas consecutivas, denominadas *slides (diapositivas)*, con un tiempo de presentación de cada página que se determina al componer el mensaje. Cada una de ellas puede contener uno o varios de los siguientes campos: texto, imágenes (simples o animadas), sonido e incluso vídeo en los terminales que lo soporten como se indica en la figura 1.8. [12]

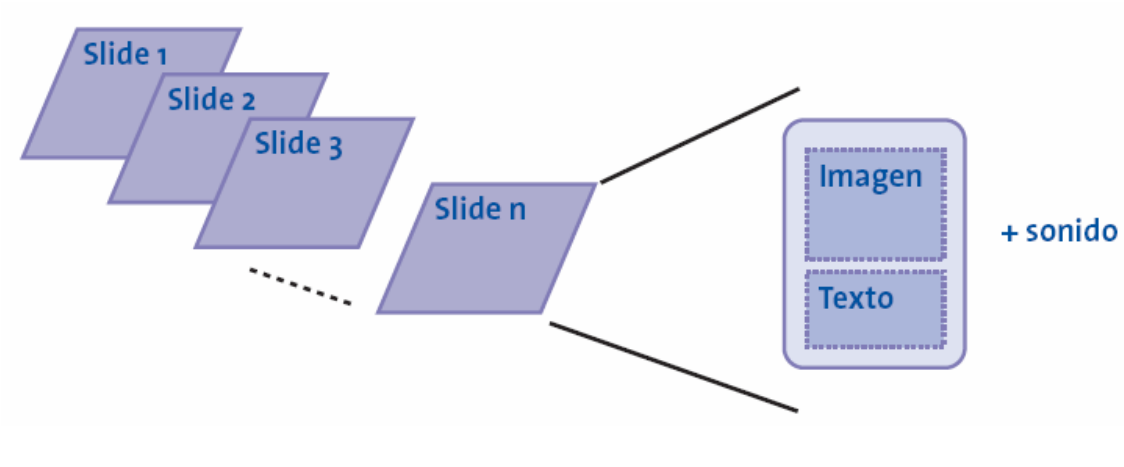


Figura 1.8: Esquema de composición de páginas en un mensaje MMS

BIBLIOGRAFÍA CAPÍTULO I

[1] http://www.vanguardia.co.cu/foros/viewtopic.php

[2] www.nansen.com.br y www.meteringinternational.com

[3] Publicado en 1998, Edición 4 de Metering International

[4] Por Paul Daigle, (Product Manager), Analog Devices Inc., Wilmington, Massachusetts

[5] Boletín IIE, enero-febrero del 2001

[6] http://www.elsterelectricity.com/)

[7] http://www.terra.es/tecnologia/glosario/ficha.cfm?id_termino=1437

[8] WI – FI: Como construir una red inalámbrica: José A. Carballar
EDITORIAL: Alfa-Omega

[9] www.soluziona.com

[10]http://soportes.paginasamarillas.es/jsp/faq_wap.jsp;jsessionid=HNLEMBOMGNCD

[11] www.telefonica.es/sociedaddelainformacion/pdf/publicaciones/movilidad/capitulo_15.pdf

[12] http://www.ahcietmovil.com/comun/pags/agenda/eventos/2004/110/ponencias/CarloSantos.ppt.

CAPÍTULO II

2. DISEÑO DEL PROTOTIPO PARA EL ENLACE DE DATOS.

El primer paso consiste en obtener la información, considerando el caso del medidor electrónico de consumo de energía (LANDIS + GYR). [1]

Este almacena todas las lecturas en su memoria, y para ser descargadas se necesita un programa llamado 1132Com-S4 Reader/Programmer. En el cual se puede escoger la interfaz de comunicación que dispone el medidor electrónico, tal como se muestra en la figura 2.1

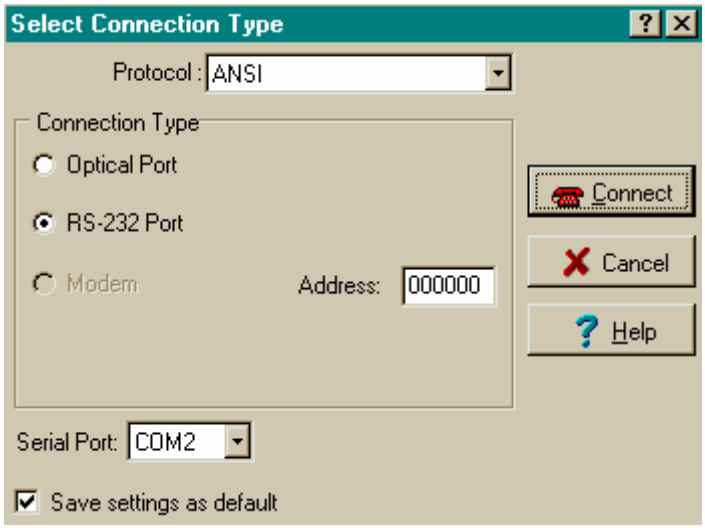


Figura 2.1: Selección del tipo de conexión [2]

Una vez establecida la comunicación, el programa presenta la información recolectada por el medidor electrónico como se indica en la figura 2.2.

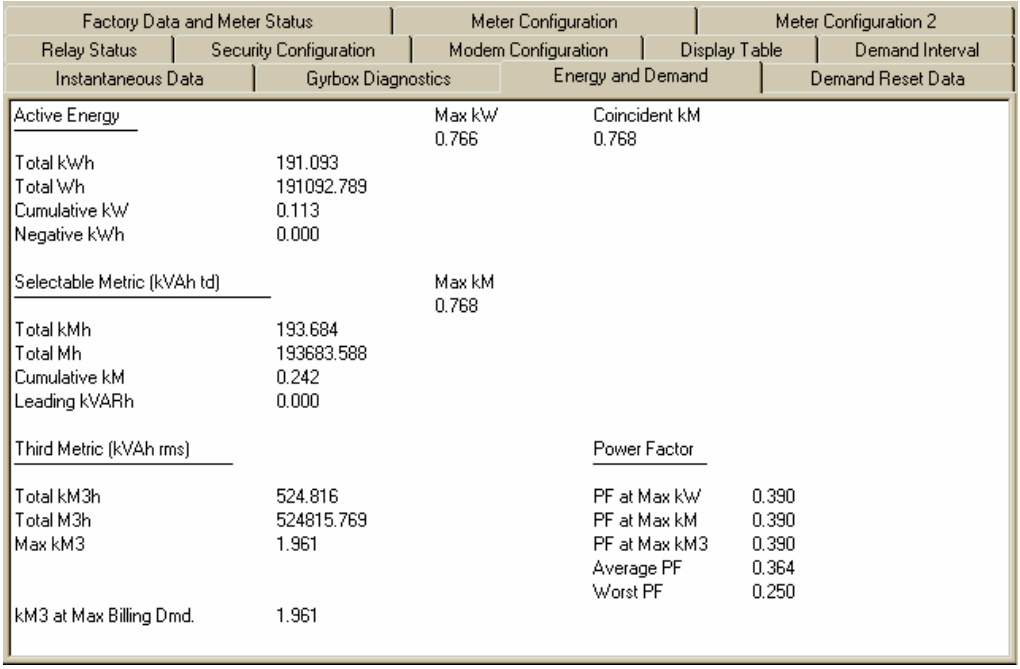
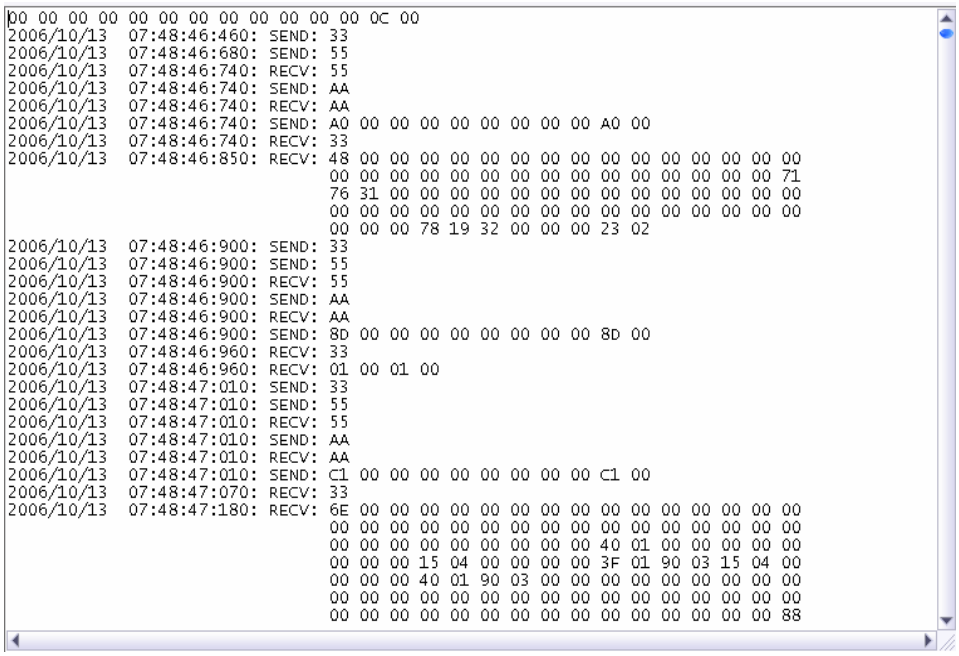


Figura 2.2: Presentación de datos en el programa 1132Com-S4 [2].

La información descargada se guarda en una tabla de datos, tal como se indica en la figura 2.3. Donde se puede observar como se realiza la transmisión y recepción entre el programa y el medidor electrónico al momento de realizar una actualización de datos.



```
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0C 00
2006/10/13  07:48:46:460: SEND: 33
2006/10/13  07:48:46:680: SEND: 55
2006/10/13  07:48:46:740: RECV: 55
2006/10/13  07:48:46:740: SEND: AA
2006/10/13  07:48:46:740: RECV: AA
2006/10/13  07:48:46:740: SEND: A0 00 00 00 00 00 00 00 00 A0 00
2006/10/13  07:48:46:740: RECV: 33
2006/10/13  07:48:46:850: RECV: 48 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
                                00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 71
                                76 31 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
                                00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
                                00 00 00 78 19 32 00 00 00 23 02
2006/10/13  07:48:46:900: SEND: 33
2006/10/13  07:48:46:900: SEND: 55
2006/10/13  07:48:46:900: RECV: 55
2006/10/13  07:48:46:900: SEND: AA
2006/10/13  07:48:46:900: RECV: AA
2006/10/13  07:48:46:900: SEND: 8D 00 00 00 00 00 00 00 00 8D 00
2006/10/13  07:48:46:960: RECV: 33
2006/10/13  07:48:46:960: RECV: 01 00 01 00
2006/10/13  07:48:47:010: SEND: 33
2006/10/13  07:48:47:010: SEND: 55
2006/10/13  07:48:47:010: RECV: 55
2006/10/13  07:48:47:010: SEND: AA
2006/10/13  07:48:47:010: RECV: AA
2006/10/13  07:48:47:010: SEND: C1 00 00 00 00 00 00 00 00 C1 00
2006/10/13  07:48:47:070: RECV: 33
2006/10/13  07:48:47:180: RECV: 6E 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
                                00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
                                00 00 00 00 00 00 00 00 00 40 01 00 00 00 00 00
                                00 00 00 15 04 00 00 00 00 3F 01 90 03 15 04 00
                                00 00 00 40 01 90 03 00 00 00 00 00 00 00 00 00
                                00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
                                00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 88
```

Figura 2.3: Transmisión y recepción de de datos [2].

Una vez verificada la forma de comunicación entre el medidor electrónico de energía eléctrica y el programa de descarga de datos, se procedió a emular la transmisión de datos que realiza el programa mediante la ayuda de un microcontrolador.

La comunicación de prueba se la realizo por la interfaz RS-232 ubicado en la parte posterior del medidor electrónico con su respectivo cable de conexión y conectado al computador vía puerto serial, con dicha información se efectuó el reconocimiento de la forma de intercambio de datos que realiza con el computador, con este análisis previo se empezó el diseño de la placa de transmisión, la cual consta de las siguientes etapas:

2.1 SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR PARA EL PROTOTIPO.

La oferta actual de microcontroladores con arquitecturas que difieren mucho entre si es enorme. El aprendizaje requerido para familiarizarse con una nueva arquitectura no es simple. En muchos desarrollos puede apreciarse que pesa más la formación previa que los diseñadores tengan con una u otra familia, que las verdaderas características técnicas requeridas por el sistema.

Existe una gran diversidad de microcontroladores. Quizá la clasificación más importante sea entre microcontroladores de 4, 8, 16 ó 32 bits. Aunque las prestaciones de los microcontroladores de 16 y 32 bits son superiores a los de 4 y 8 bits, la realidad es que los microcontroladores de 8 bits dominan el mercado y los de 4 bits se resisten a desaparecer.

La razón de esta tendencia es que los microcontroladores de 4 y 8 bits son apropiados para la gran mayoría de las aplicaciones, lo que hace absurdo emplear micros más potentes y consecuentemente más caros

En la práctica cada fabricante de microcontroladores oferta un elevado número de modelos diferentes, desde los más sencillos hasta los más poderosos. Es posible seleccionar la capacidad de las memorias, el número de líneas de E/S, la cantidad y potencia de los elementos auxiliares, la velocidad de funcionamiento, etc.
Por todo ello, un aspecto muy destacado del diseño es la selección del microcontrolador a utilizar. [4]

Los siguientes son los principales puntos que se tomaron en cuenta para seleccionar el microcontrolador:

2.1.1 VELOCIDAD DE PROCESAMIENTO

Puede ser necesario que el microcontrolador realice cálculos críticos en un tiempo limitado. En ese caso se debe asegurar la selección un dispositivo suficientemente rápido para ello. Por otro lado, habrá que tener en cuenta la precisión de los datos a manejar: si no es suficiente con un microcontrolador de 8 bits, puede ser necesario acudir a microcontroladores de 16 ó 32 bits, o incluso a hardware de coma flotante.

2.1.2 PUERTOS REQUERIDOS

Para determinar las necesidades de Entrada/Salida del sistema es conveniente dibujar un diagrama de bloques del mismo, de tal forma que sea sencillo identificar la cantidad y tipo de señales a controlar. Una vez realizado este análisis puede ser necesario añadir periféricos externos o cambiar a otro microcontrolador más adecuado.

2.1.3 FACILIDAD DE PROGRAMACIÓN

A la hora de escoger el microcontrolador a emplear en un diseño concreto hay que tener en cuenta multitud de factores, como la documentación y herramientas de desarrollo disponibles y su precio, la cantidad de fabricantes que lo producen y por supuesto las características del microcontrolador (tipo de memoria de programa, número de temporizadores, interrupciones, etc.):

2.1.4 RELACIÓN COSTO BENEFICIO

El microcontrolador debe ajustarse a las necesidades de funcionalidad como son bajo consumo de potencia, fácil de familiarizarse, facilidad de obtención dimensiones físicas, peso y costo, entre las más importantes, estudiando de esta manera su practicidad y relación costo-beneficio

Como es lógico, los fabricantes de microcontroladores compiten duramente para vender sus productos. Hoy en día existen en el mercado una gran variedad de marcas por tal razón la competencia permite al consumidor tener a su alcance gran variedad de modelos los cuales sirven para distintos propósitos, obteniendo así beneficios tanto en costo como eficiencia de los microcontroladores.

2.1.5 MEMORIA

En los microcontroladores la memoria de programa y datos está integrada en el propio chip. Una parte debe ser no volátil, tipo ROM, y se destina a contener el programa de instrucciones que gobierna la aplicación. Otra parte de memoria será tipo RAM, volátil, y se destina a guardar las variables y los datos.
La RAM en estos dispositivos es de poca capacidad pues sólo debe contener las variables y los cambios de información que se produzcan en el transcurso del programa. Por otra parte, como sólo existe un programa activo, no se

requiere guardar una copia del mismo en la RAM pues se ejecuta directamente desde la ROM.

Los usuarios de computadores personales están habituados a manejar MegaBytes de memoria, pero, los diseñadores con microcontroladores trabajan con capacidades de ROM comprendidas entre 512 bytes y 8 k bytes y de RAM comprendidas entre 20 y 512 bytes.

Finalmente se optó por la familia de ATMEL AVR. El procesador seleccionado para esta placa particular es el ***ATMEGA8***, en montaje DIP de 28 pines. Sus características más destacables se presentan a continuación:

2.1.6 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROCESADOR AVR ATMEGA8.[5]

- Velocidad de reloj hasta 20Mhz.
- Todas las instrucciones de un ciclo de reloj (hasta 20MIPS)
- Multiplicador 8 bits por hardware
- Compilador GNU C de licencia libre
- 8Kb FLASH para memoria de código
- 1Kb RAM memoria de datos
- 512 bytes EEPROM no volátil
- 6 canales A/D 10 bits
- 3 Timers de propósito general (1, 8bits y 2 de 16bits)
- 3 Canales de PWM rápida por hardware
- Puertos de comunicación SPI, I2C y RS232 por hardware
- Watchdog programable
- Comparador analógico

2.1.7 DIAGRAMA DE PINES DEL ATMEGA8

El diagrama de pines se indica en la figura 2.4.

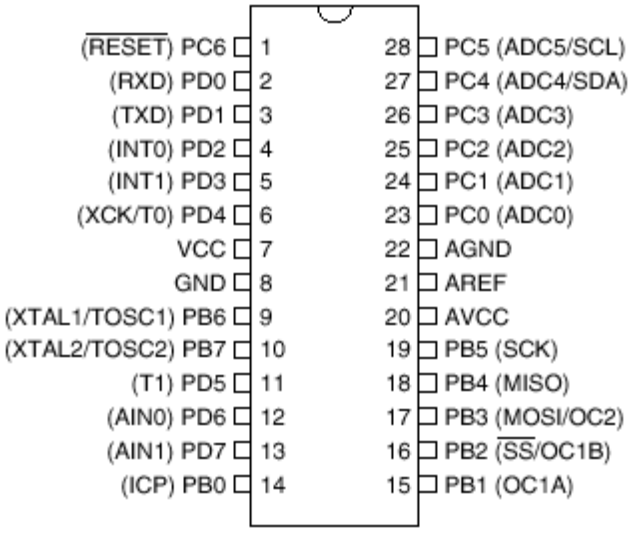


Figura 2.4: Diagrama de pines del AtMega8. [6]

2.2 TIPOS DE TRANSMISIÓN

Existen dos formas de intercambiar información binaria:

- Paralela.
- Serial.

2.2.1 COMUNICACIÓN PARALELA

Transmite todos los bits de un dato de manera simultánea, por lo tanto la velocidad de transferencia es rápida, sin embargo tiene la desventaja de utilizar una gran cantidad de líneas, por lo tanto se vuelve más costoso y tiene la desventaja de atenuarse a grandes distancias. [7]

2.2.2 COMUNICACIÓN SERIAL:

Existen dos tipos de comunicaciones seriales:

- Sincrónica
- Asincrónica.

2.2.2.1 Sincrónica:

En este tipo de transmisión es necesario que el transmisor y el receptor utilicen la misma frecuencia de reloj en ese caso la transmisión se efectúa en bloques, debiéndose definir dos grupos de bits denominados delimitadores, mediante los cuales se indica el inicio y el fin de cada bloque.
http://www.textoscientificos.com/redes/comunicaciones/modos

2.3.2.2. Asincrónica:

No son necesarios los pulsos de reloj. La duración de cada bit está determinada por la velocidad con la cual se realiza la transferencia de datos. La figura 2.5, muestra la estructura de un carácter que se trasmite en forma serial asincrónico.

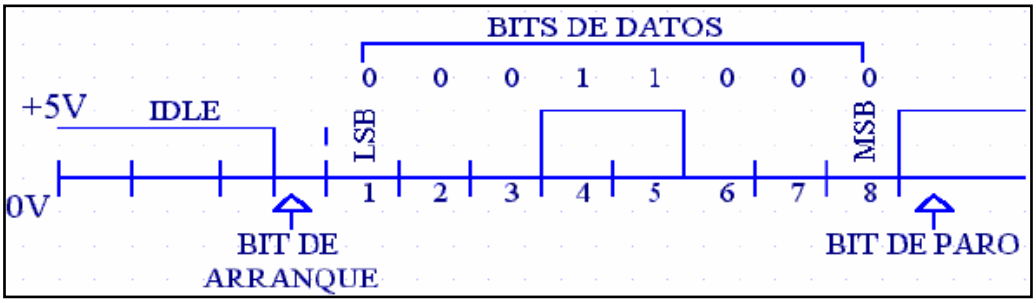


Figura 2.5: Estructura de un carácter. [7]

Normalmente cuando no se realiza ninguna transferencia de datos, la línea del transmisor se encuentra estado alto.

Para iniciar la transmisión de datos, el transmisor coloca esta línea en bajo durante determinado tiempo, lo cual se le conoce como bit de inicio (start bit) y a continuación empieza a transmitir con un intervalo de tiempo los bits

correspondientes al dato, empezando siempre por el bit menos significativo (LSB), y terminando con el bit mas significativo.

Por lo tanto el transmisor y el receptor deberán tener los mismos parámetros de velocidad, paridad, número de bits del dato transmitido y de BIT de parada.
En los circuitos digitales, cuyas distancias son relativamente cortas, se pueden manejar transmisiones en niveles lógicos TTL (0-5V), pero cuando las distancias aumentan, estas señales tienden a distorsionarse debido al efecto capacitivo de los conductores y su resistencia eléctrica. El efecto se incrementa a medida que se incrementa la velocidad de la transmisión.

Una de las soluciones mas lógica es aumentar los márgenes de voltaje con que se transmiten los datos, de tal manera que las perturbaciones a causa del aumento en la distancia se pueda corregir.

2.3.3 COMUNICACIÓN SERIAL CON LA NORMA RS-232

Ante la gran variedad de equipos, sistemas y protocolos que existen surgió la necesidad de un acuerdo que permitiera a los equipos de varios fabricantes comunicarse entre si. La EIA (Electronics Industry Association) elaboró la norma RS-232, la cual define la interfaz mecánica, los pines, las señales y los protocolos que debe cumplir la comunicación serial Todas las normas RS-232 cumplen con los siguientes niveles de voltaje:

- Un “1” lógico es un voltaje comprendido entre –5v y –15v en el transmisor y entre -3v y –25v en el receptor.
- Un “0” lógico es un voltaje comprendido entre +5v y +15v en el trasmisor y entre +3v y +25 v en el receptor.

Así el puerto serial de las computadoras es conocido como puerto RS-232, la ventaja de este puerto es que todas las computadoras traen al menos un puerto serial, permite las comunicaciones entre otros dispositivos tales como otra computadora, mouse, impresora y para los microcontroladores.

El envío de niveles lógicos (bits) a través de cables o líneas de transmisión necesita la conversión a voltajes apropiados. En los microcontroladores para representar un 0 lógico se trabaja con voltajes inferiores a 0.8v, y para un 1 lógico con voltajes mayores a 2.0V. En general cuando se trabaja con familias TTL y CMOS se asume que un “0” lógico es igual a cero Voltios y un “1” lógico es igual a cinco Voltios.

La importancia de conocer esta norma, radica en los niveles de voltaje que maneja el puerto serial del ordenador, ya que son diferentes a los que utilizan los microcontroladores y los demás circuitos integrados. Por lo tanto se necesita de una interfase que haga posible la conversión de niveles de voltaje a los estándares manejados por los circuitos integrados TTL.

2.3.4 CIRCUITO INTEGRADO MAX-232 PARA LA COMUNICACIÓN SERIAL. [8]

Es un circuito integrado que regula los niveles de voltaje cuando se requiere enviar unas señales digitales sobre una línea RS-232. Este integrado se utiliza en aquellas aplicaciones donde no se dispone de fuentes bipolares de +12 y –12 Voltios. El MAX–232 necesita solamente una fuente de +5V para su operación, internamente tiene un elevador de voltaje que convierte el voltaje de +5V al de doble polaridad de +12V y –12V. (ANEXO A).

Su funcionamiento: El circuito integrado lleva internamente 2 conversores de nivel de TTL a RS-232 y otros 2 de RS-232 a TTL con lo que en total se maneja 4 señales del puerto serie del computador, pero en este caso solo se utilizará un par para el prototipo.

Para que el MAX–232, funcione correctamente se debe colocar condensadores externos, todo esto se indica en la figura 2.6, en la que solo se han cableado las líneas TX y RX que son las más usadas para casi cualquier aplicación.

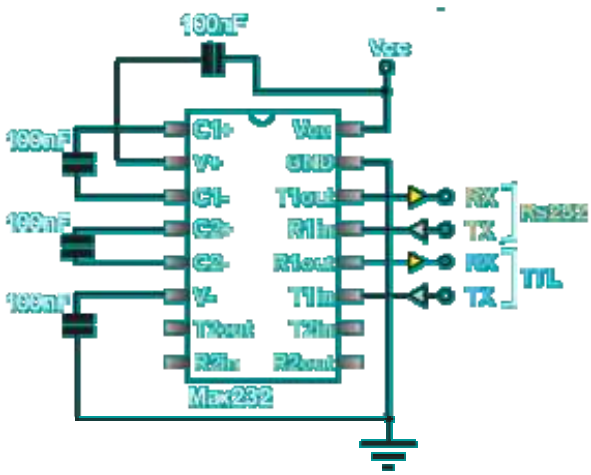


Figura 2.6: Diagrama de conexión Max–232. [8]

2.4 IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

En el diseño se consideró los periféricos necesarios para cada parte del sistema, tanto en lado de la lectura de datos en la que se encuentra el medidor electrónico y en lado de almacenamiento donde se encuentra el computador que en este caso se lo llama centro de monitoreo, a continuación se indica el diagrama general del prototipo y sus partes en la figura 2.7.

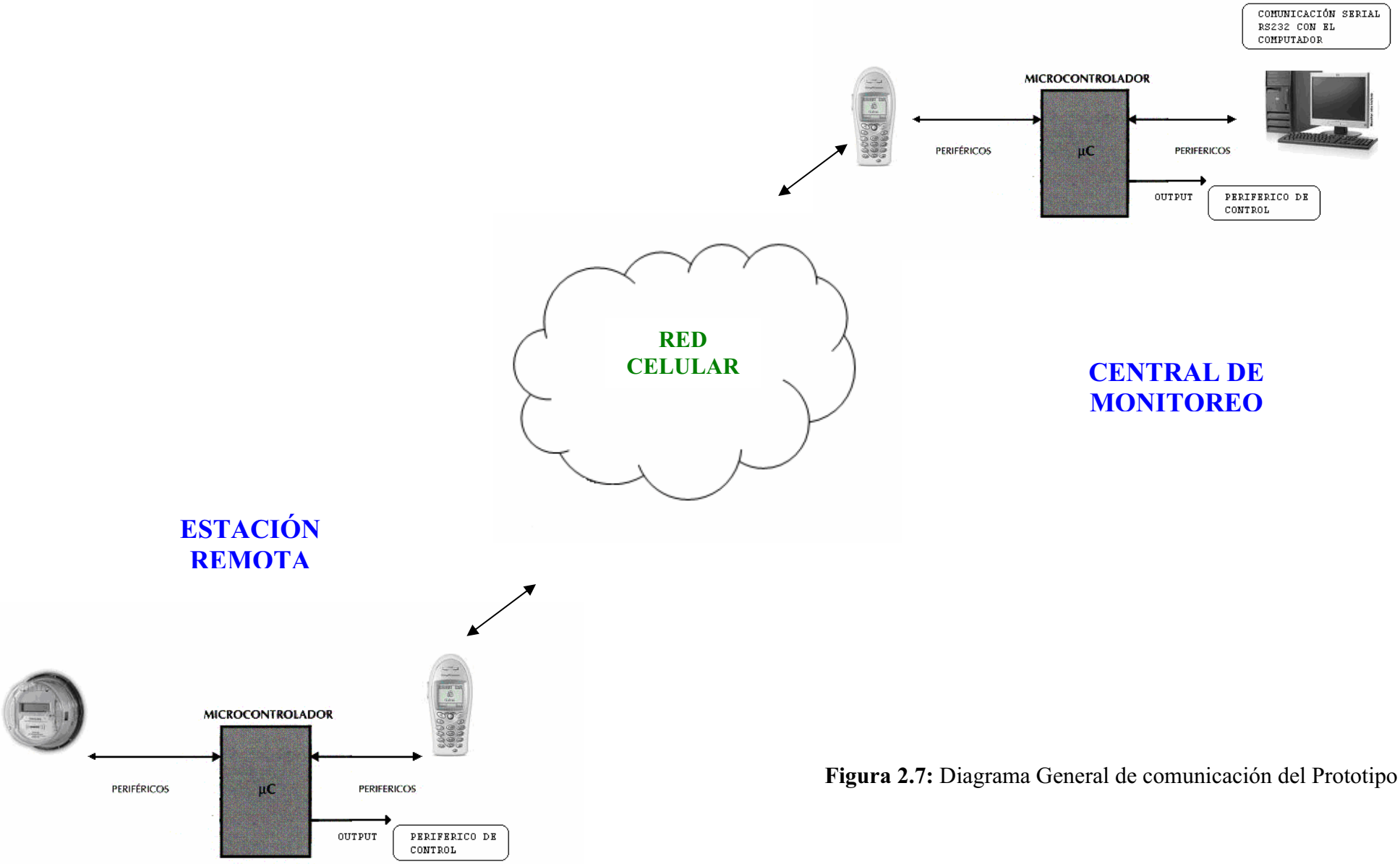


Figura 2.7: Diagrama General de comunicación del Prototipo

2.4.1 DISEÑO PARA LA COMUNICACIÓN CON EL MEDIDOR ELECTRÓNICO DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

En primer lugar se debe analizar cada una de las etapas, en las cuales el prototipo debe funcionar para realizar la comunicación con el medidor electrónico, como son el intercambio de comandos para la extracción de información, el almacenamiento temporal y el envió mediante el teléfono celular usando el servicio de mensajes de texto (SMS).

A continuación se explica el diseño de cada una de las partes que conforman el circuito para realizar esta tarea.

2.4.1.1 Alimentación del circuito.

Para la alimentación del circuito se utiliza un adaptador de voltaje 120vAC/9vDC, este se conecta directamente al prototipo en donde un regulador de voltaje de 5 voltios (LM7805), entrega el voltaje indicado para energizar a todo el circuito, tal como se indica en la figura 2.8.

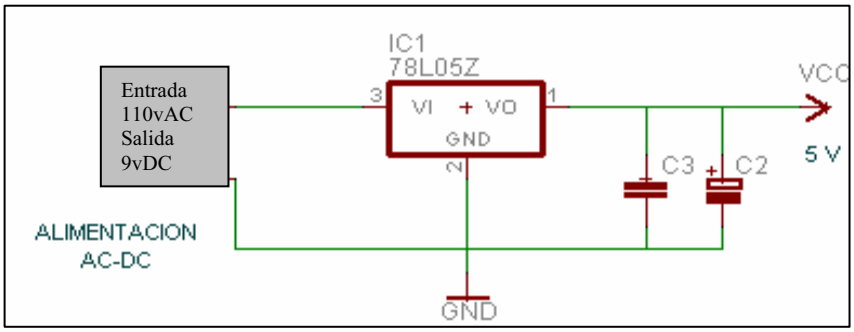


Figura 2.8: Circuito de alimentación

En el circuito de alimentación del prototipo de la figura 2.9, se introduce un filtro para evitar el ruido proveniente del voltaje alterno de la red de energía eléctrica, esto para evitar inconvenientes con el mal funcionamiento del sistema.

2.4.1.2 Diseño del circuito para la comunicación con el celular.

En primera instancia se requiere conocer las características que se utilizan en la transmisión de datos del teléfono. Los cuales se indican a continuación:

- Tipo de transmisión digital asincrónica
- Niveles de voltaje (+V = 3.3 ,-V = 0)
- Batería interna 3.7V

Primero se adaptan los niveles de voltaje que utiliza el teléfono celular que son de 3.3v a los niveles que maneja el microcontrolador que son de 5v (niveles TTL). Luego por medio de tres diodos rectificadores 1N4007 en serie, se realiza la caída de tensión hasta obtener el voltaje necesario como se indica en la figura 2.9.

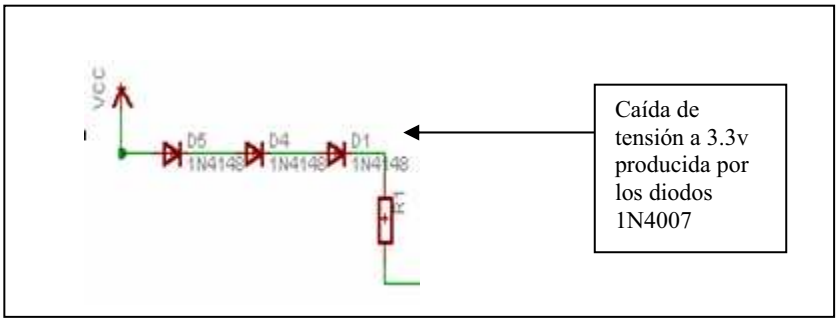


Figura 2.9: Diodos rectificadores en serie.

Seguidamente se utiliza un inversor de voltaje tipo 74LS14, el cual permite obtener los valores de voltaje adecuados que necesita el teléfono celular para establecer la comunicación;

El 74LS14 (Hex Schmitt Trigger Inverter), es un disparador Schmitt, toma la señal de entrada y la invierte, así cuando se tiene a la entrada un nivel de voltaje alrededor de 3.5v lo toma como un '1' lógico y a la salida se obtiene un '0'; para voltajes en la entrada menores a 0.5v lo toma como un '0' lógico y a la salida se tiene un '1', su diagrama de pines se indica en la figura 2.10.

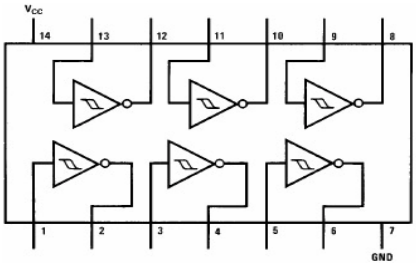


Figura 2.10: Diagrama del Integrado 74LS14

Finalmente para obtener los niveles lógicos no invertidos, conectamos en serie a otra entrada del circuito integrado 74LS14 para que sin ningún problema se establezca la comunicación con el teléfono celular como se indica en la figura 2.11, además se observa como se conectan en serie los diodos 1N4007.

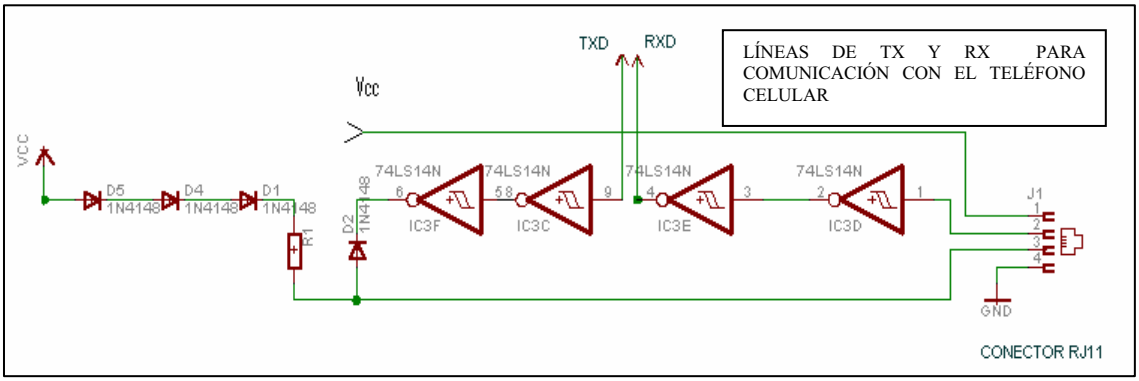


Figura 2.11: Circuito de comunicación con el teléfono celular

Para la carga del teléfono celular se requiere utilizar la misma fuente del circuito la cual esta conectada a los pines del conector RJ11 fijo en la placa, que además sirve para establecer la comunicación con el teléfono celular.

El circuito entrega una alimentación continua con lo cual se evita una descarga del teléfono y su posible apagado, bajo las condiciones que esta diseñado el sistema no requiere de grandes esfuerzos por parte de la alimentación, mas bien consume poco por el motivo de solo utilizar la energía necesaria para enviar un mensaje cada cierto periodo de tiempo, como se indica el circuito en la figura 2.12.

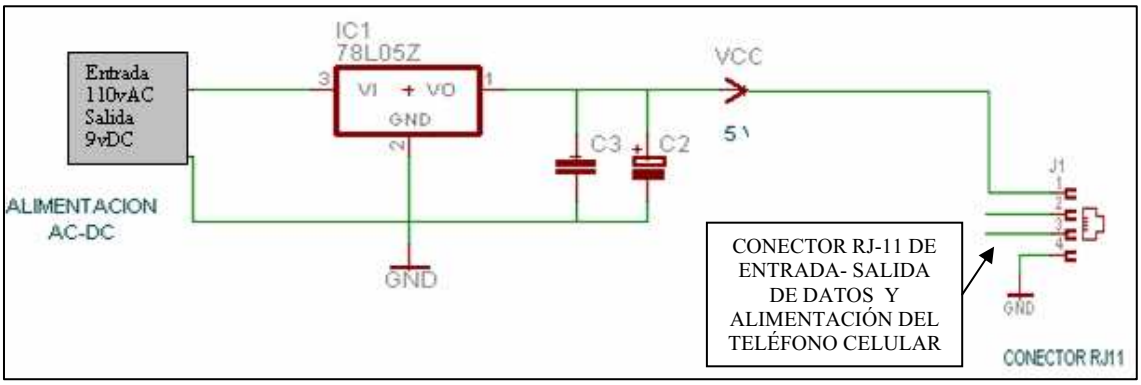


Figura 2.12: Alimentación del Teléfono Celular

2.4.1.3 Diseño del circuito para la comunicación con el medidor electrónico

Los tipos de comunicación que tiene el medidor electrónico son: [9]

- Puerto Óptico.
- Modem Telefónico
- Interfaz RS-232.

Para la comunicación entre el medidor y el prototipo se uso la interfaz RS-232 que viene incorporada al medidor de energía. Mediante esta interfaz se realiza el intercambio de datos.

En el diseño se encuentran conectados los pines del puerto D (PD6 y PD7) los cuales, mediante configuración del programa en el microcontrolador se utilizan para la comunicación de la norma RS-232, se conectan en línea directa con el MAX-232 que permite tener los niveles de voltaje necesarios para establecer el intercambio de datos entre el medidor electrónico o el computador con el microcontrolador, los pines del puerto B (PB1 y PB2) se conectan de igual manera para con esto tener un puerto de control de intercambio de datos, como se indica en la figura 2.13.

.

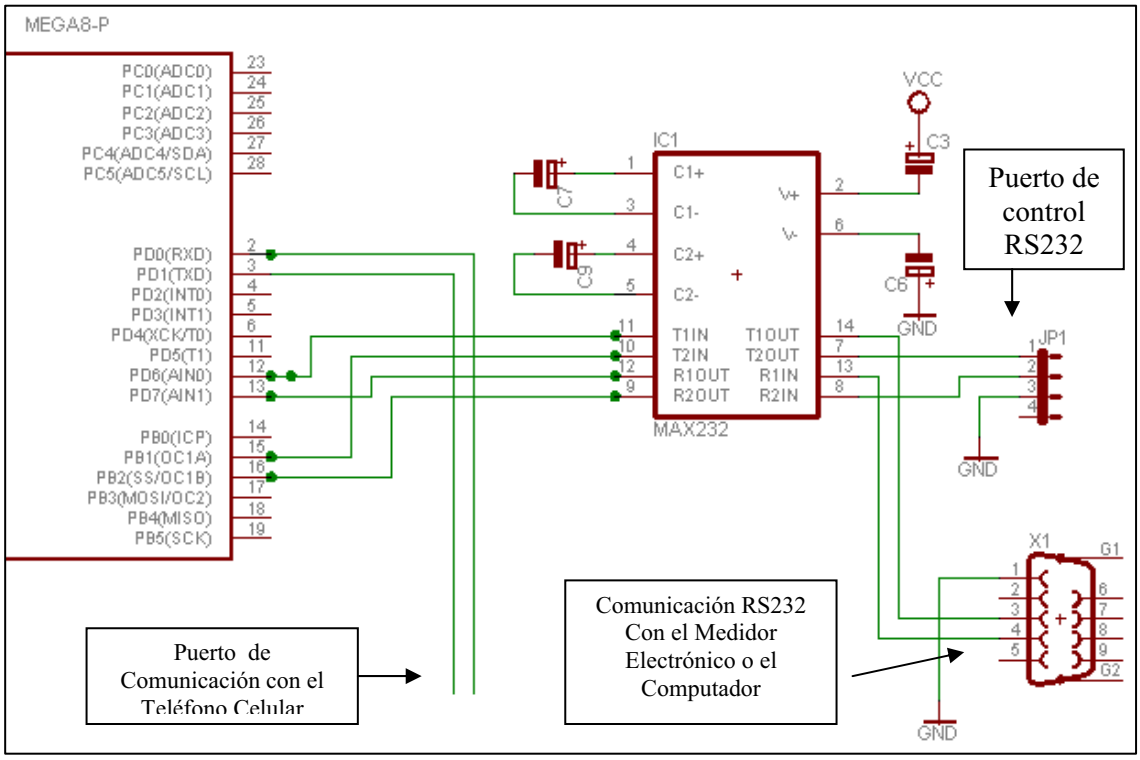


Figura 2.13: Esquemático del prototipo comunicación de los puertos

El puerto de control que se indica en la figura 2.13, sirve para tener un control de la transmisión entre el microcontrolador y el teléfono celular, el cual se puede conectar al puerto de comunicación serial del computador.

En la figura 2.14, se indica el diagrama del circuito final del prototipo, se observa que el microcontrolador dispone de un reset manual y un oscilador de cristal de 12MHz para su funcionamiento.

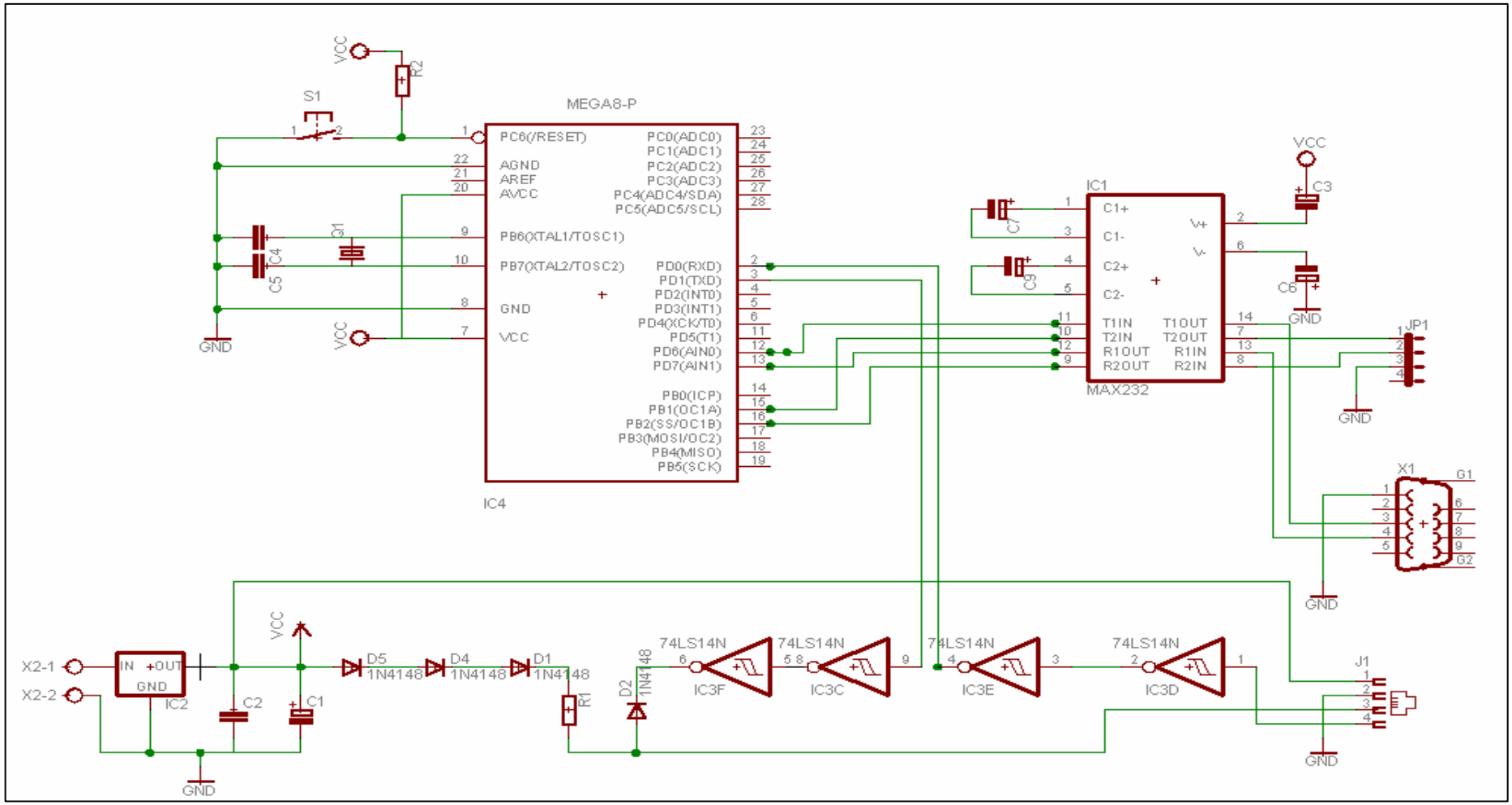


Figura 2.14: Circuito esquemático final del prototipo

2.4.2 DISEÑO DEL PROTOTIPO EN EL CENTRO DE MONITOREO

El diseño del prototipo anteriormente descrito es el mismo para el centro de monitoreo, la diferencia esta en la programación del microcontrolador.

2.5 VISTA FINAL DEL PROTOTIPO

En la figura 2.15 y 2.16 se indican ambos prototipos ensamblados.

Figura 2.15: Prototipo de Transmisión de datos del Medidor electrónico.

Figura 2.16: Prototipo de Recepción de datos del Centro de monitoreo.

BIBLIOGRAFÍA CAPÍTULO II

[1] www.landisgyr.us/Landis_Gyr/Meters/Manuals.asp

[2] Program 1132Com-S4 Reader/Programmer

[3] http://microsyrobots.galeon.com/aficiones1213749.html

[4] http://microsyrobots.galeon.com/aficiones1213749.html

[5] www.itoosoft.com/motorolos/php/nanoc14.php, www.atmel.com

[6] Ayuda en del Programa Bascom AVR ATMega8

[7] www.i-micro.com/pdf/articulos/**Serial_RS232**.pdf

[8] www.x-robotics.com/hardware.htm

[9] Landis+Gyr S4/S4e Family Of Solid State Meters Intruction/Technical Manual

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE LA APLICACIÓN PARA LAS ESTACIONES DE MONITOREO Y PARA EL COMPUTADOR DE CONTROL.

El sistema a diseñar consta de dos partes:

- ***Estación remota:*** se compone del medidor electrónico y la placa con el celular de transmisión.
- ***Central de monitoreo:*** se compone del computador y placa con el celular de recepción.

El prototipo de monitoreo requiere de la elaboración de dos programas para su funcionamiento, cada uno de estos cumple una determinada tarea como se indica a continuación:

a) El primer programa a diseñar debe establecer una comunicación de datos entre el microcontrolador y el medidor digital, en la que se efectuará el almacenamiento de la información para un posterior envió con la ayuda de un teléfono celular mediante un mensaje de texto (SMS), además realiza el chequeo de la llegada de un mensaje de texto que indica que se debe tomar una nueva lectura de actualización de datos, esta petición es enviada desde el centro de monitoreo.

b) El segundo realiza un chequeo en el teléfono celular si se ha recibido un mensaje de texto enviado desde la estación de monitoreo; debe comprobar su procedencia, procesar la información si es válido, almacenar los datos y transferirlos mediante comunicación serial al computador, además mediante una orden del computador debe enviar un mensaje de texto a la estación de monitoreo del medidor electrónico para que se realice una actualización de los datos.

Para el desarrollo de estos programas se utiliza el BASCOM-AVR que es un Compilador de Basic basado en Windows para la familia de microcontroladores AVR de ATMEL [1], cuyas características son:

- BASIC estructurado con etiquetas.
- Programación estructurada con IF-THEN-ELSE-END IF, DO-LOOP, WHILE-WEND, SELECT - CASE.
- Variables y etiquetas pueden ser de hasta 32 caracteres.
- Variables tipo: Bit, Byte, Integer, Word, Long, Single y String.
- Los programas compilados trabajan con todos los microcontroladores AVR que tienen memoria interna.
- Las directivas son sumamente compatibles con VB/QB de Microsoft.
- Comandos especiales para pantallas LCD, chips I2C y chips 1 WIRE, Teclados de PC , Teclados Matriciales, recepción RC5 , software para UART, SPI.
- Soporte para variables locales, funciones de usuario, librerías.
- Emulador de terminal integrado.
- Programador ISP integrado (nota de aplicación AVR910.ASM).

3.1 PROGRAMA PARA EL MICROCONTROLADOR.

Para realizar la conexión entre el medidor electrónico y el dispositivo de lectura de datos basado en un microcontrolador, se realiza un proceso que consta de tres partes:

a) Se realiza un intercambio de datos entre el prototipo y el medidor electrónico de energía, mediante el envió de comandos especiales, vía comunicación serial, los mismos que sirven para extraer los datos necesarios que se encuentran almacenados, en el medidor electrónico.

b) Cuando se realiza la extracción de datos del medidor electrónico, éstos se almacenan dentro de la memoria del microcontrolador para su posterior envío al teléfono celular.

c) Una vez almacenados los datos del medidor electrónico de energía en el microcontrolador, éste último se comunica con el teléfono celular mediante comandos AT+, los cuales sirven para enviar la información almacenada en el microcontrolador, como mensajes de texto a otro celular que esta conectado al prototipo de recepción.

3.1.1 PROGRAMA PARA EL MICROCONTROLADOR Y EL MEDIDOR ELECTRÓNICO DIGITAL.

En el diseño del programa se consideró tres partes fundamentales que son: la comunicación serial entre el microcontrolador y el medidor electrónico, almacenamiento y envío de datos con el teléfono celular, las cuales se ilustran en la figura 3.1.

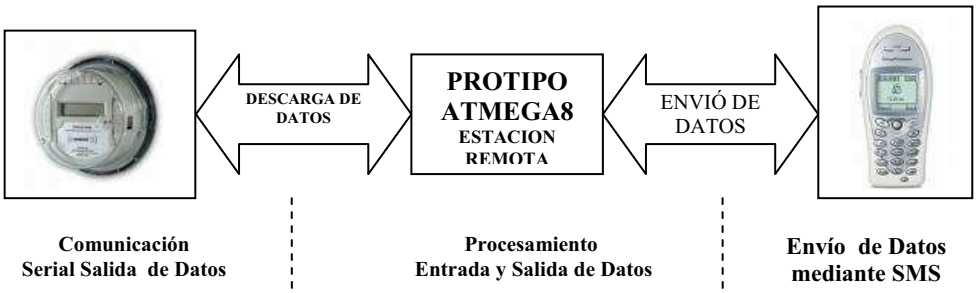


Figura 3.1: Diseño Funcional del Programa

3.1.2 DESARROLLO DEL PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR EN LA ESTACION REMOTA

El programa se realiza en base a *lenguaje BASIC* (*Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code*) y para compilar se utiliza, el BASCOM-AVR. Éste

facilita el ensamblado y la lógica del programa, el cual contiene las instrucciones necesarias para el funcionamiento del prototipo.
El programa tiene un conjunto de comandos o de instrucciones que realizan un proceso continuo de adquisición y de envió de datos.

En la elaboración del programa se toma en cuenta, la forma de transmisión de datos que maneja el medidor electrónico digital.

Se utiliza la transmisión asincrónica de caracteres que forman un comando específico tal como se indica la figura 3.2, el medidor electrónico reconoce cada uno de estas cadenas en base a peticiones y respuestas.

```
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0C 00
2006/10/13  07:48:46:460: SEND: 33
2006/10/13  07:48:46:680: SEND: 55
2006/10/13  07:48:46:740: RECV: 55
2006/10/13  07:48:46:740: SEND: AA
2006/10/13  07:48:46:740: RECV: AA
2006/10/13  07:48:46:740: SEND: A0 00 00 00 00 00 00 00 00 A0 00
2006/10/13  07:48:46:740: RECV: 33
2006/10/13  07:48:46:850: RECV: 48 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
                                00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 71
                                76 31 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
                                00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
                                00 00 00 78 19 32 00 00 00 23 02
2006/10/13  07:48:46:900: SEND: 33
2006/10/13  07:48:46:900: SEND: 55
2006/10/13  07:48:46:900: RECV: 55
2006/10/13  07:48:46:900: SEND: AA
2006/10/13  07:48:46:900: RECV: AA
2006/10/13  07:48:46:900: SEND: 8D 00 00 00 00 00 00 00 00 8D 00
2006/10/13  07:48:46:960: RECV: 33
2006/10/13  07:48:46:960: RECV: 01 00 01 00
2006/10/13  07:48:47:010: SEND: 33
2006/10/13  07:48:47:010: SEND: 55
2006/10/13  07:48:47:010: RECV: 55
2006/10/13  07:48:47:010: SEND: AA
2006/10/13  07:48:47:010: RECV: AA
2006/10/13  07:48:47:010: SEND: C1 00 00 00 00 00 00 00 00 C1 00
2006/10/13  07:48:47:070: RECV: 33
2006/10/13  07:48:47:180: RECV: 6E 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
                                00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
                                00 00 00 00 00 00 00 00 00 40 01 00 00 00 00 00
                                00 00 00 15 04 00 00 00 00 3F 01 90 03 15 04 00
                                00 00 00 40 01 90 03 00 00 00 00 00 00 00 00 00
                                00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
                                00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 88
```

Figura 3.2: Tabla de datos de transmisión recepción del programa 1132Com[2].

Los datos enviados desde el medidor electrónico, son procesados de acuerdo a su tipo, cada uno de estos son almacenados en la memoria del microcontrolador para su posterior envío.
Para realizar el envío de datos se utiliza una secuencia de comandos especiales denominados AT+, utilizados en los teléfonos celulares que aceptan este tipo de comunicación, cada uno de estos permiten que mediante comandos se envíen los datos almacenados en la memoria del microcontrolador.

En el diagrama de flujo de la figura 3.3, se pueden observar los pasos para el funcionamiento del microcontrolador para la comunicación con el medidor electrónico.

3.1.2.1 Comunicación con el Medidor Electrónico

La comunicación entre el microcontrolador de la estación remota y el medidor electrónico se realiza en base a la utilización de instrucciones de handshake.

Mediante el envío de un carácter determinado desde el microcontrolador se espera una respuesta del medidor electrónico, que establece el inicio de la comunicación, el proceso de las señales de handshake o de control no cambiaran, se describe su funcionamiento en el diagrama de la figura 3.4.

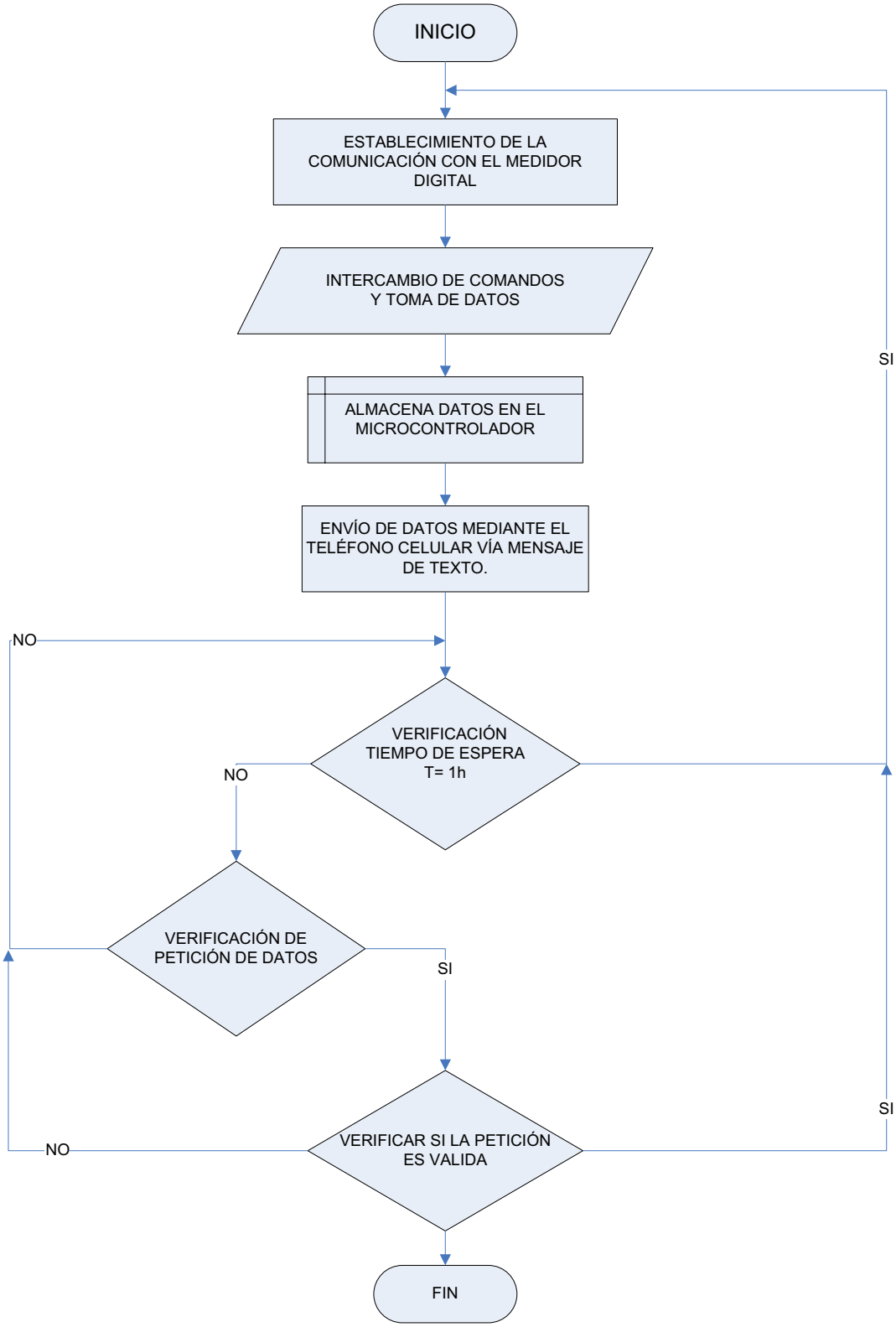


Figura 3.3: Diagrama de Flujo Programa en el microcontrolador para la comunicación con el medidor electrónico

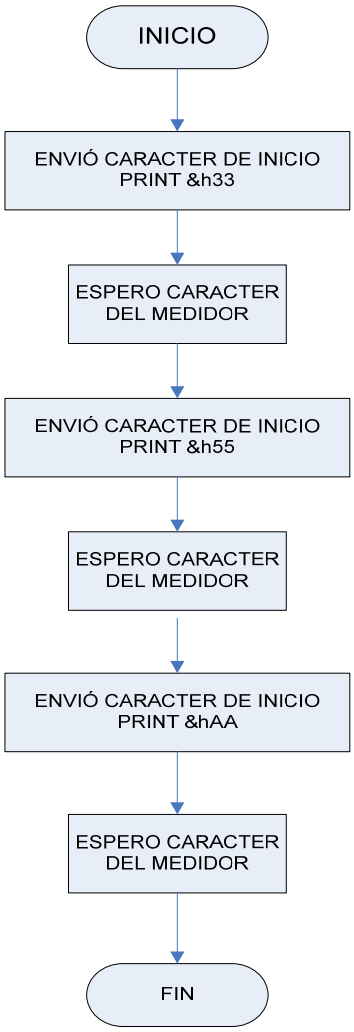


Figura 3.4: Diagrama del Proceso de HandShake del Microcontrolador con el Medidor electrónico Digital

3.1.2.2 Descarga de datos del Medidor Electrónico

Para realizar la descarga de datos se debe realizar primero el proceso de handshake, luego de esto se envía una serie de caracteres que son reconocidos en el medidor como comandos de petición de datos, un ejemplo se indica en la figura 3.5.

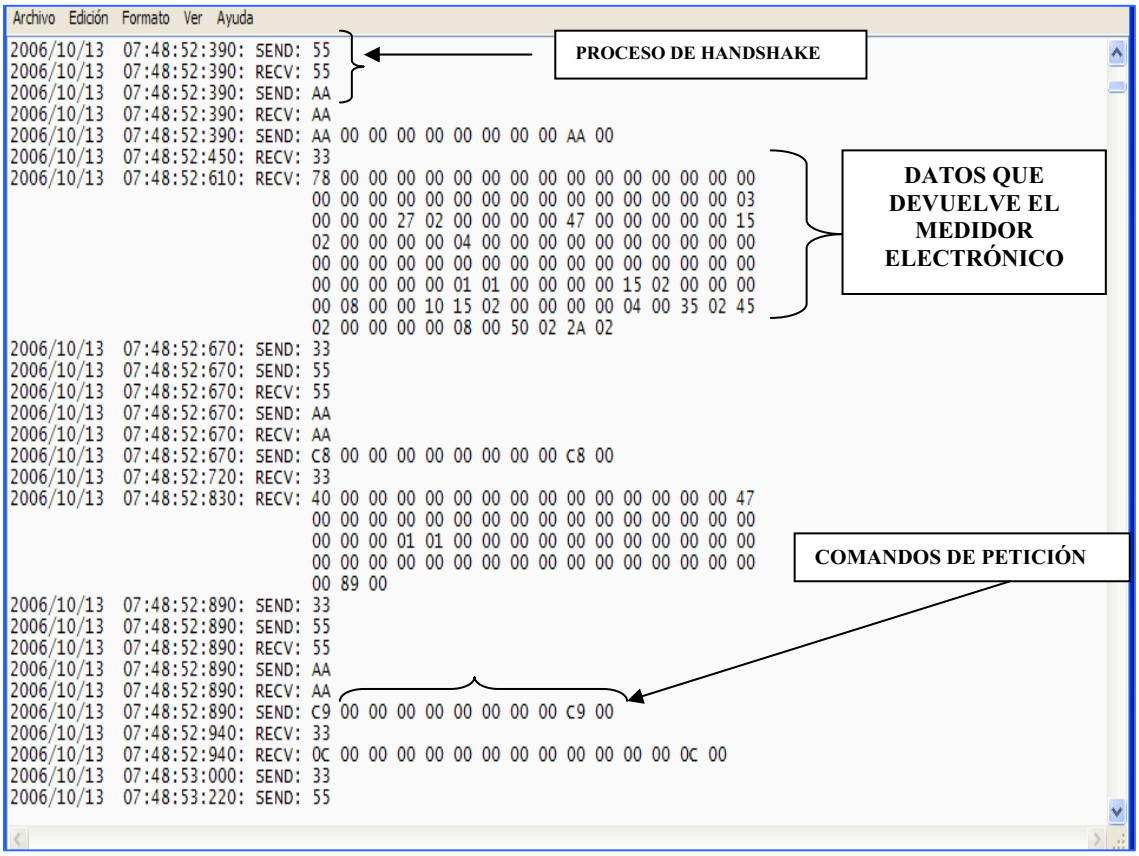


Figura 3.5: Transmisión y recepción de comandos [2].

Una vez enviados los comandos de petición, el medidor electrónico responde con una cadena de caracteres, los cuales son enviados asincrónicamente y son interpretados por el microcontrolador.

Por esta razón, cada vez que se almacena un dato en el microcontrolador, se tiene un contador el cual cambia según el comando que se ejecuta, este contador le indica el momento de almacenar los datos, así mismo existe un segundo contador que indica la cantidad de caracteres que el microprocesador debe tomar de la cadena, los datos recibidos se almacenan en memoria. En la figura 3.6 se indica el diagrama de funcionamiento de la toma de datos del Medidor electrónico.

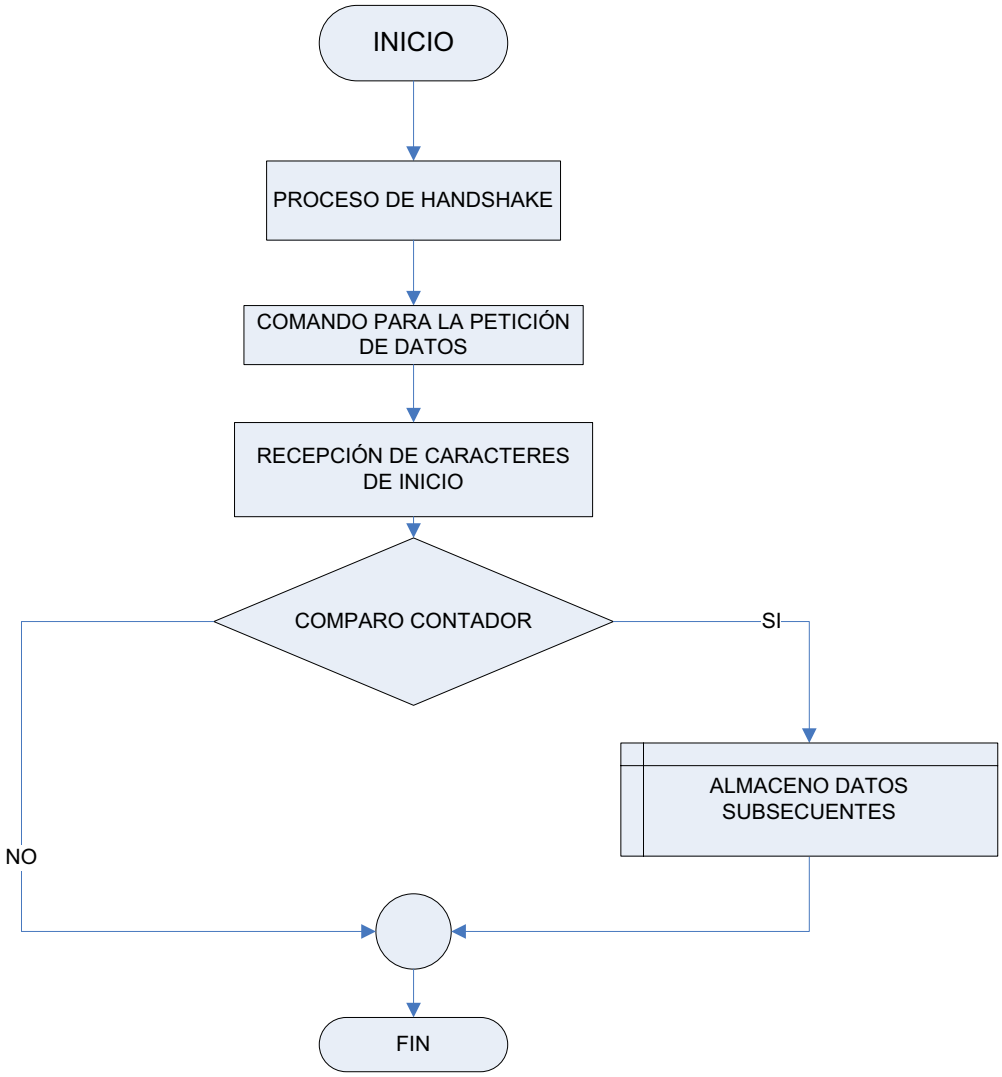


Figura 3.6: Diagrama de Flujo toma de datos del Medidor electrónico.

3.1.2.3 Transferencia de Datos del Teléfono Celular vía Mensajes de Texto.

Para enviar un mensaje de texto, primero se activa la comunicación con el teléfono celular, mediante los comandos especiales AT+, una vez establecida la comunicación, se puede empezar el envío de los comandos que permiten el envío del mensaje de texto hacia el centro de monitoreo, el cual lleva la información del medidor electrónico que se encuentra almacenada en el microcontrolador. Este proceso se describe claramente a continuación en el diagrama de la figura 3.7.

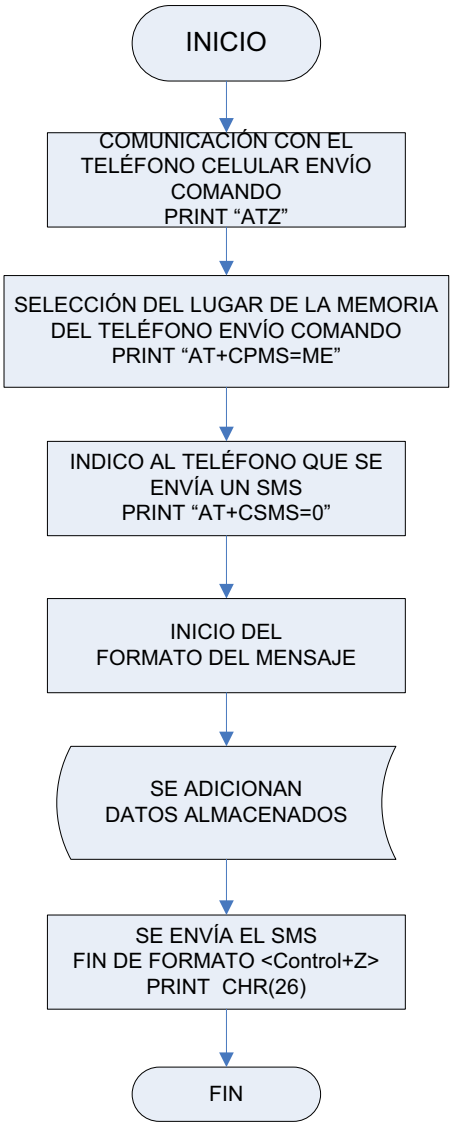


Figura 3.7: Diagrama de Flujo envío de datos vía Mensaje de Texto

3.1.2.4 Petición de datos desde el Centro de Monitoreo.

Un elemento muy importante en la ejecución del programa, es el chequeo de una petición actual de los datos proveniente del centro de monitoreo, ésta se activa cada vez que el programa detecta en el teléfono celular un mensaje recibido, el cual es verificado por el microcontrolador como medida de seguridad, luego se efectúa una nueva lectura en ese instante, de todos los datos del medidor electrónico digital.

En la figura 3.8 se indica el procedimiento mediante el diagrama indicado.

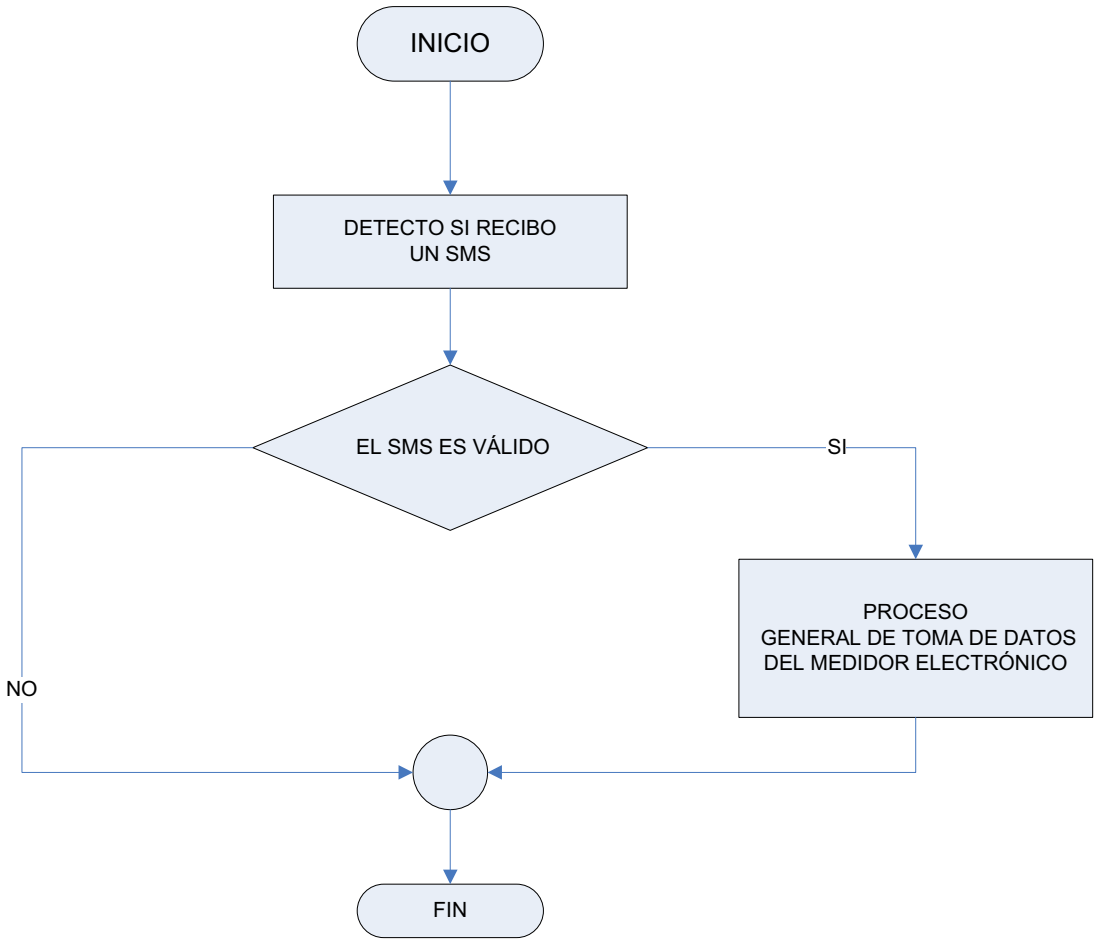


Figura 3.8: Diagrama de Flujo para la verificación de petición de datos.

3.2 PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR PARA LA COMUNICACIÓN CON EL COMPUTADOR EN EL CENTRO DE MONITOREO.

El microcontrolador realiza un proceso que se compone de tres partes, el cual hace posible la descarga de los datos hacia el computador del centro de monitoreo.

a) El microcontrolador determina si hay o no un mensaje recibido en el teléfono celular, si existe debe ser verificado para su respectivo procesamiento.

b) Luego de realizar la validación del mensaje de texto, se procede a extraer de éste los datos que fueron enviados desde la estación remota, estos se almacenan en el microcontrolador para su posterior envío.
c) Por último, los datos que se encuentran en la memoria del microcontrolador se envían mediante comunicación serial a la computadora, donde son capturados para su procesamiento mediante una aplicación en el computador del centro de monitoreo.

El proceso se describe en la figura 3.9.

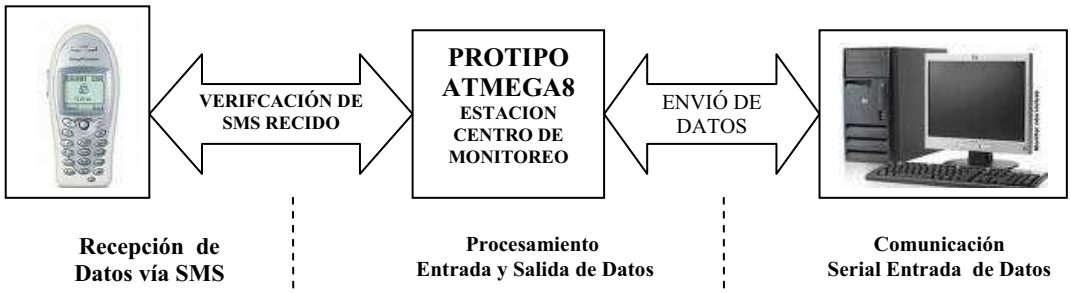


Figura 3.9: Diseño del programa para microcontrolador y el centro de monitoreo

3.2.1 DESARROLLO DEL PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR EN EL CENTRO DE MONITOREO

Al igual que el anterior diseño este se basa en la programación en Basic con el BASCOM-AVR, con las herramientas de esta aplicación se estructuró las sentencias para el funcionamiento del prototipo en el centro de monitoreo.

Para el desarrollo del programa se tomaron en cuenta los datos a ser recolectados, los cuales se encuentran en el mensaje de texto que es recibido en el teléfono celular, para esto el programa consta de algunas etapas: chequeo de mensaje recibido, validación del mensaje, almacenamiento en memoria del microcontrolador y finalmente el envió de los datos mediante comunicación serial por el puerto COM de un computador.

Todo este proceso se repetirá continuamente haciendo una automatización del prototipo, con esto queremos asegurar la descarga de los datos sin tener pérdidas de información.

El funcionamiento general del programa en el microcontrolador del centro de monitoreo se indica en la figura 3.10.

3.2.1.1 Verificación de datos en el teléfono celular.

El programa del microcontrolador, mediante un proceso, censa al teléfono celular para verificar la existencia de un mensaje de texto recibido.

Una vez que es detectado, el microcontrolador procede a tomar el mensaje de texto y verificar si corresponde a la estación remota. El funcionamiento de chequeo del mensaje de texto en el teléfono celular se indica en el diagrama de la figura 3.11.

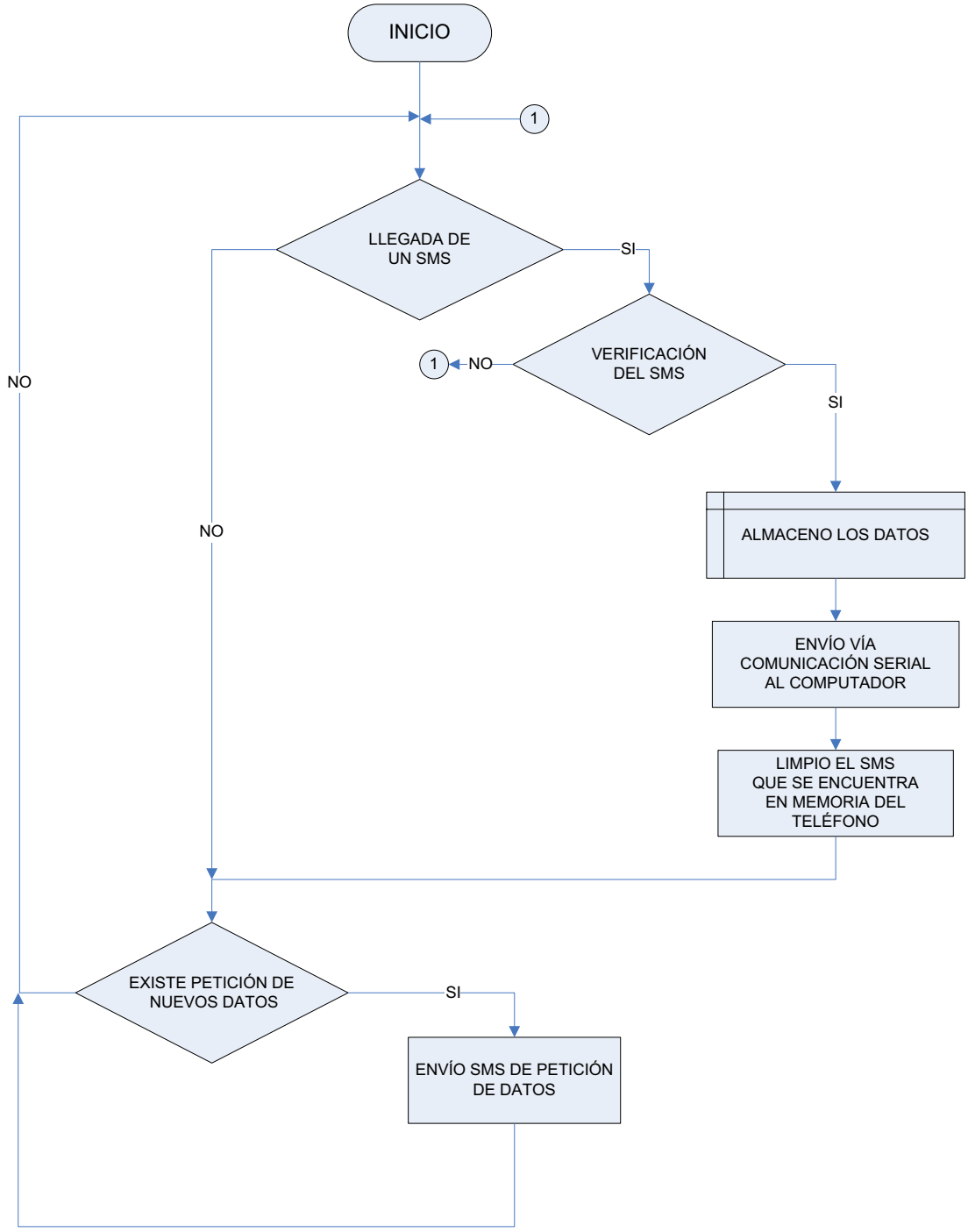


Figura 3.10: Diagrama de Flujo General del Programa en el microcontrolador para la descarga de datos al computador

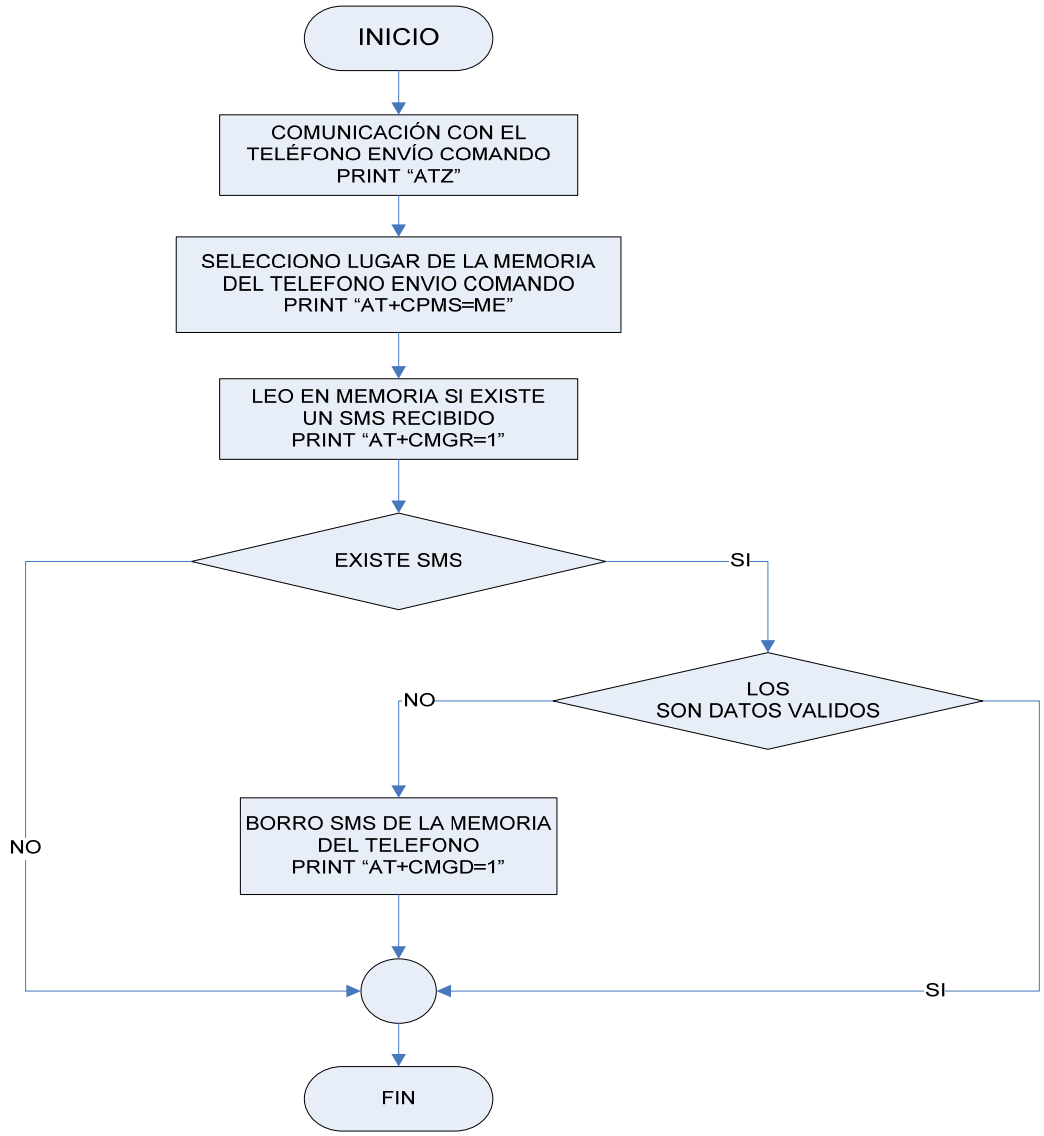


Figura 3.11: Diagrama de Flujo para chequeo del mensaje de texto en teléfono celular

3.2.1.2 Almacenamiento de datos recibidos en el microcontrolador.

Una vez detectado el mensaje de texto, se procede con el almacenamiento temporal de los datos en la memoria del microprocesador.
En el proceso se seleccionan únicamente los datos que son necesarios para enviar al computador y que son provenientes de la estación remota.

El proceso general de almacenamiento se describe en la figura 3.12.

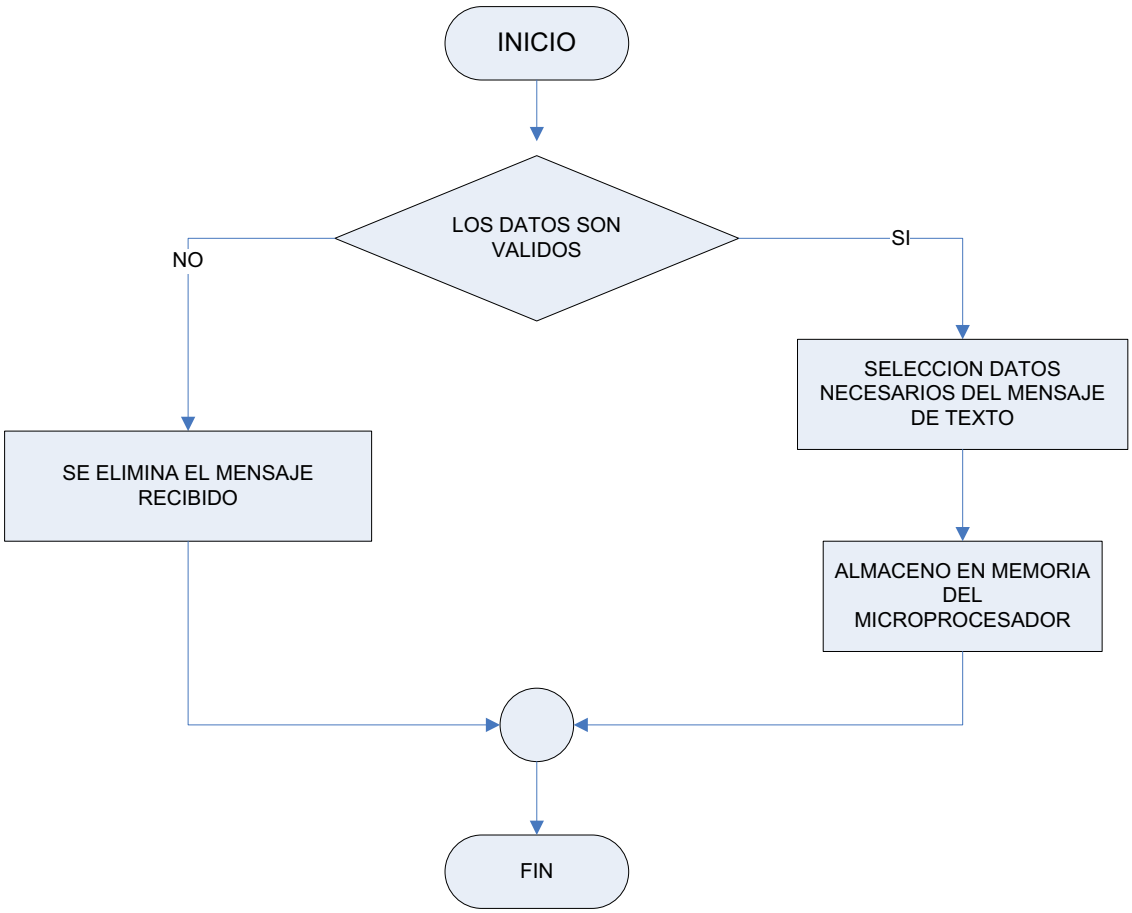


Figura 3.12: Diagrama de Flujo del almacenamiento de datos en el microcontrolador de la estación de monitoreo.

3.2.1.4 Envío de datos desde el microcontrolador computador del Centro de Monitoreo.

Luego del almacenamiento, el microcontrolador envía los datos a través de la interfaz serial del computador y son procesados para su presentación al usuario final.

El proceso de la figura 3.13, se describe el funcionamiento de envió de datos al computador.

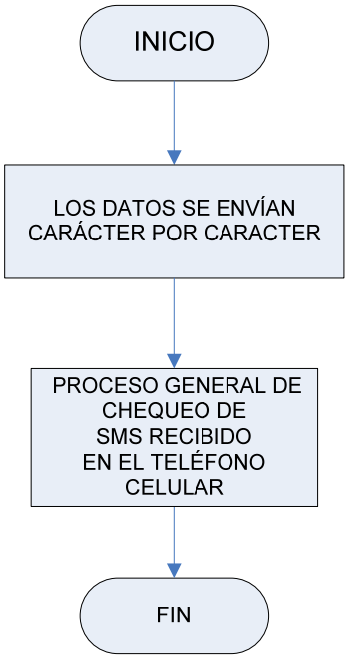


Figura 3.13: Diagrama de Flujo del envío de datos al computador

3.3 DISEÑO DE LA INTERFAZ DE USUARIO PARA EL CENTRO DE MONITOREO.

El propósito de la interfaz es brindar un entorno gráfico amigable, el cual debe tener facilidad para desplegar los datos almacenados en la base de datos y que permita tener una herramienta efectiva para el usuario.

Para el diseño de la interfaz grafica de usuario se utiliza el programa *Visual Basic 6.0.* El cual provee las herramientas necesarias para el desarrollo de dicha interfaz.

3.3.1 DISEÑO FUNCIONAL DEL PROGRAMA.

Para que el usuario pueda acceder a los datos el programa, debe cumplir un proceso de tres partes que son:

- Almacenar en la base de datos toda la información que se descarga mediante transmisión serial desde el prototipo al computador.

- Visualizar los datos almacenados y,
- Realizar una petición de actualización de información a la estación remota en tiempo real para control de consumo.

Los dos primeros, funcionaran de forma automática y solamente el tercero se accionará de manera manual por parte del usuario.

3.3.2 DISEÑO DEL PROGRAMA EN VISUAL BASIC 6.0

El puerto serial (COM) de un computador, puede ser manejado mediante las herramientas de VISUAL BASIC, en base al componente MSCOMM que puede ser utilizado sin ningún problema, este sirve para realizar la comunicación serial entre el microcontrolador y el computador. [3]

Hay que configurar varias propiedades para poder usar MSCOMM:

- Handshaking
- InputLen
- InputMode
- RThreshold
- SThreshold
- CommPort
- Settings
- PortOpen

Cada vez que ocurre algo relacionado con el puerto que se está usando, se genera el evento OnComm y la propiedad CommEvent adquiere un valor relacionado con el suceso ocurrido.
Significado de las propiedades del MSCOMM:

- **Handshaking:** Establece cómo se va a controlar la comunicación a nivel de la UART del PC. Es decir, cómo va a reaccionar MSCOMM si cambia el estado de las líneas (cables) RTS, DTR, etc. En nuestro caso

utilizaremos una comunicación *Null Modem*, muy fácil de utilizar y que evite problemas de Handshake.

- **InputLen:** Cuando se leen los caracteres recibidos, se puede elegir leerlos todos o bien leer sólo un número determinado de caracteres. Si InputLen = 3, se leerán sólo 3 caracteres. En el caso de que InputLen = 0, se leen todos los caracteres que hayan sido recibidos que es lo que necesitamos para el funcionamiento del programa.

- **InputMode:** Elige qué tipo de datos manejará MSCOMM. Si InputModevale 0 (la constante comInputModeText), se reciben sólo caracteres imprimibles. Si InputMode vale 1 (comInputModeBinary), habilito recibir caracteres no imprimibles. Aquí usamos modo texto (0).

- **RThreshold:** Determina cuantos caracteres deben recibirse antes de generar un evento OnComm. Si RThreshold = 5, entonces se generará el evento OnComm cada 5 (o más) caracteres recibidos. En nuestro caso, elegimos RThreshold = 1, para que se genere el evento con cada carácter recibido.

- **SThreshold:** Similar al anterior, pero para transmisión. Ej: Si SThreshold=3, cada 3 caracteres que transmite genera un evento OnComm. En nuestro caso, SThreshold=1, y genera un evento con cada carácter que envía el PC.

- **CommPort:** Elige con cuál puerto de comunicaciones vamos a trabajar. En las computadoras, hay un máximo de 4 puertos, desde COM1 hasta COM4. En la mayoría, existen sólo uno o dos. Es habitual encontrar que COM1 está conectado a un mouse, COM2 no está instalado, COM3 tampoco y en COM4 hay un modem interno, el puerto COM1 es el que se usará por defecto.

- **Settings:** Determina a qué velocidad se harán las comunicaciones y otros parámetros. Ej. Settings="9600,N,8,1" especifica:

    - velocidad = 9600 baudios,
    - paridad=Ninguna (no usada),
    - cantidad de bits de parada=1.

- **PortOpen:** Valor booleano. Si se pone a TRUE, abre el puerto. El puerto puede estar abierto por otro programa, (por ejemplo, por el driver del mouse, o por DCCMAN, etc.) En ese caso, al intentar PortOpen=TRUE, el Visual Basic genera un error.

Para el trabajo con la base de datos utilizaremos instrucciones basadas en lenguaje SQL, así se manejan los datos que se encuentran en ésta y se puede lograr que el programa pueda almacenar y luego devolver los datos para su presentación visual, además con la herramienta del VISUAL BASIC *Data Form Wisard* se puede realizar la presentación de datos ubicadas en localidades remotas dentro de la computadora.

3.4 DESCRIPCIÓN DE LA BASE DE DATOS. [4]

ACCESS sirve para crear la base de datos necesaria para el centro de monitoreo, este proporciona un lugar de almacenamiento para los datos recibidos de la estación remota, tal como se indica en la figura 3.14.

Al crear la nueva base, guardamos en el disco local C del computador en una carpeta que llevará el nombre “basetesis”.

Para el almacenamiento de los datos en el computador se crea una base de nombre "db1.mdb", en la carpeta “basetesis”, como se indica en la figura 3.15.

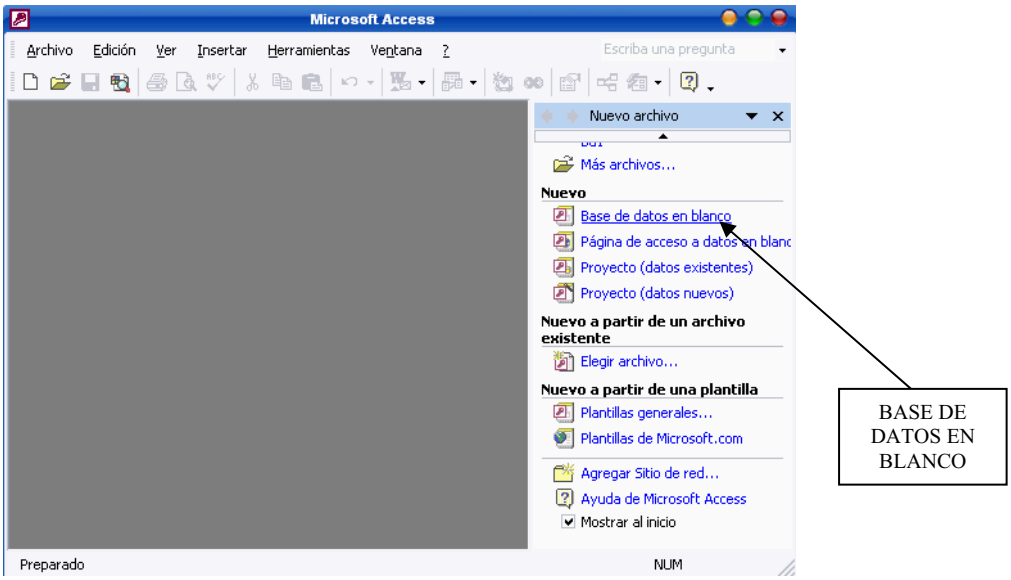


Figura 3.14: Inicio de Access

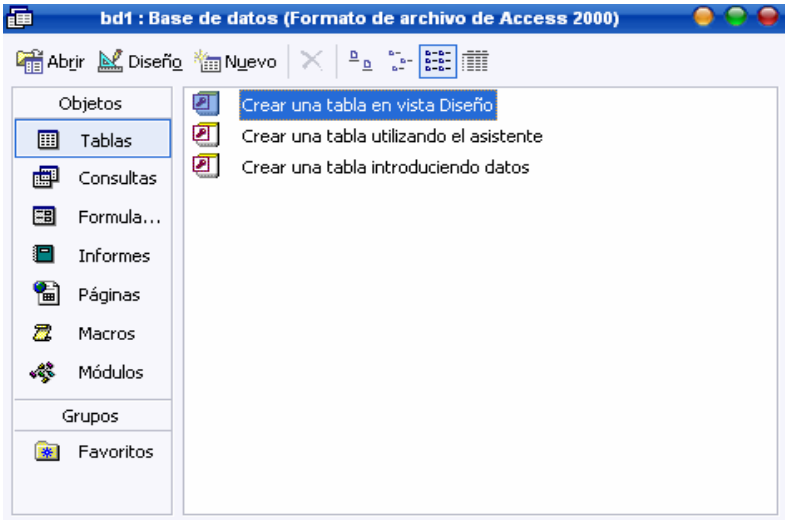


Figura 3.15: Creación tabla en vista diseño en Access

En la tabla de diseño se ingresan los componentes de la base de datos que se va a usar para el programa, tal como se indica en la figura 3.16.

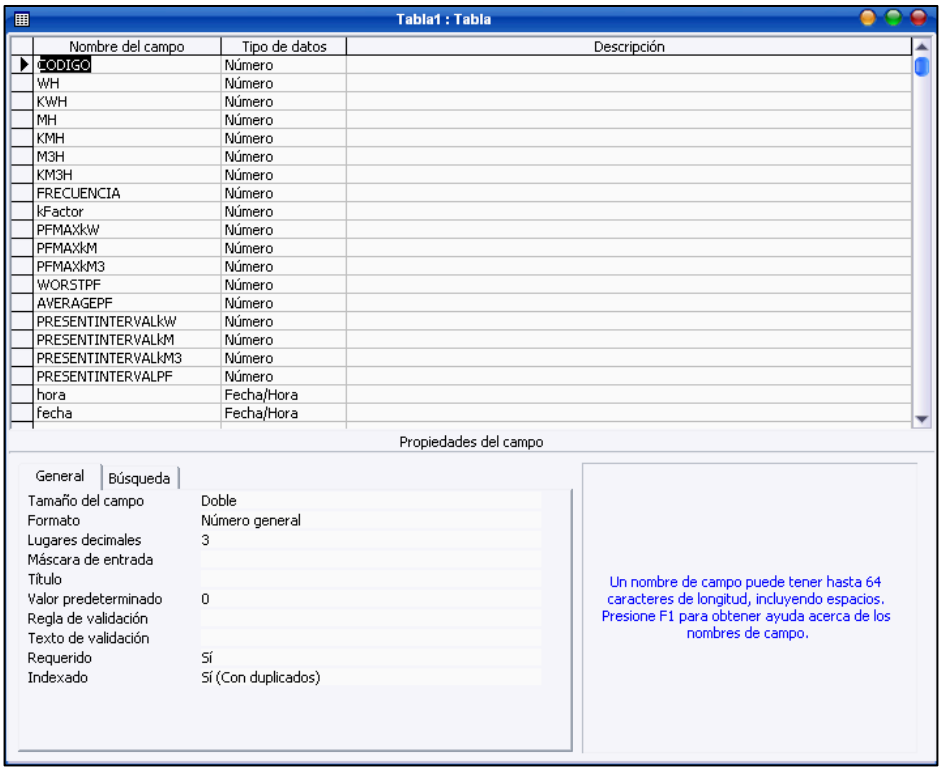


Figura 3.16: Configuración de la base de datos de Access

Se guarda la tabla con el nombre "Tabla1", donde se aprecia los campos que se crearon en la tabla, tal como se indica en la figura 3.17.

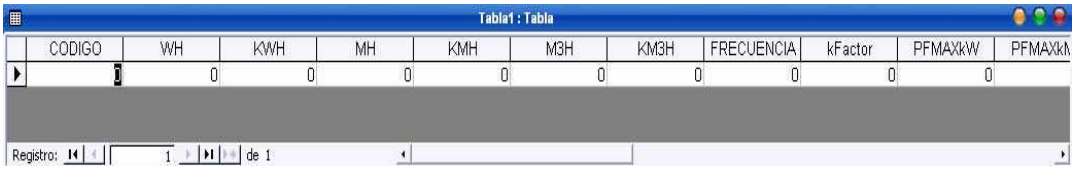


Figura 3.17: Vista preliminar de la base de datos

Para no tener inconvenientes de compatibilidad, en el desarrollo en la base de datos se realiza lo siguiente:

"Herramientas → Utilidades de las base de datos → Convertir base de datos → una versión anterior de la base de datos de Access", como se indica la figura 3.18.

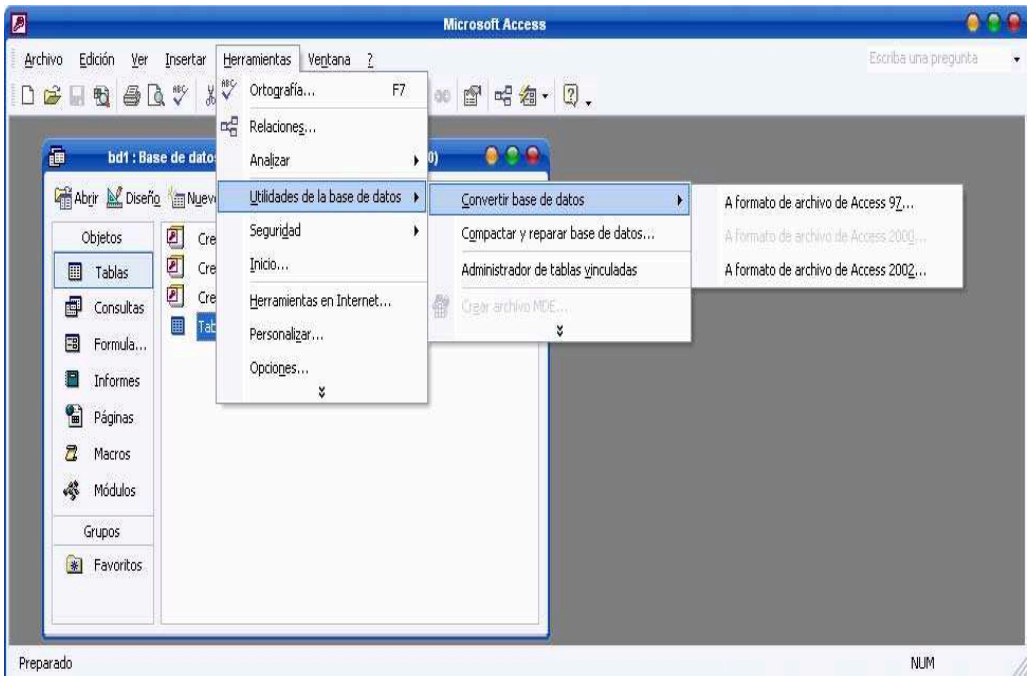


Figura 3.18: Conversión de formato a una versión anterior de Access

Se guarda con el nombre "base1.mdb", en la misma ubicación que “bd1.mdb”. Esta base de datos llamada "base1.mdb", es la que se va a usar en Visual Basic. No se usa la otra (db1) por motivos de compatibilidad. En definitiva, ambas bases de datos son iguales, solo cambia la versión.

3.5 DISEÑO DEL FORMULARIO DE INICIO.

En muchas de las aplicaciones visuales se requiere de una presentación de inicio, el contenido de este formulario tiene dos componentes, la información general del programa y un ingreso de seguridad por clave como se indica en la figura 3.19.

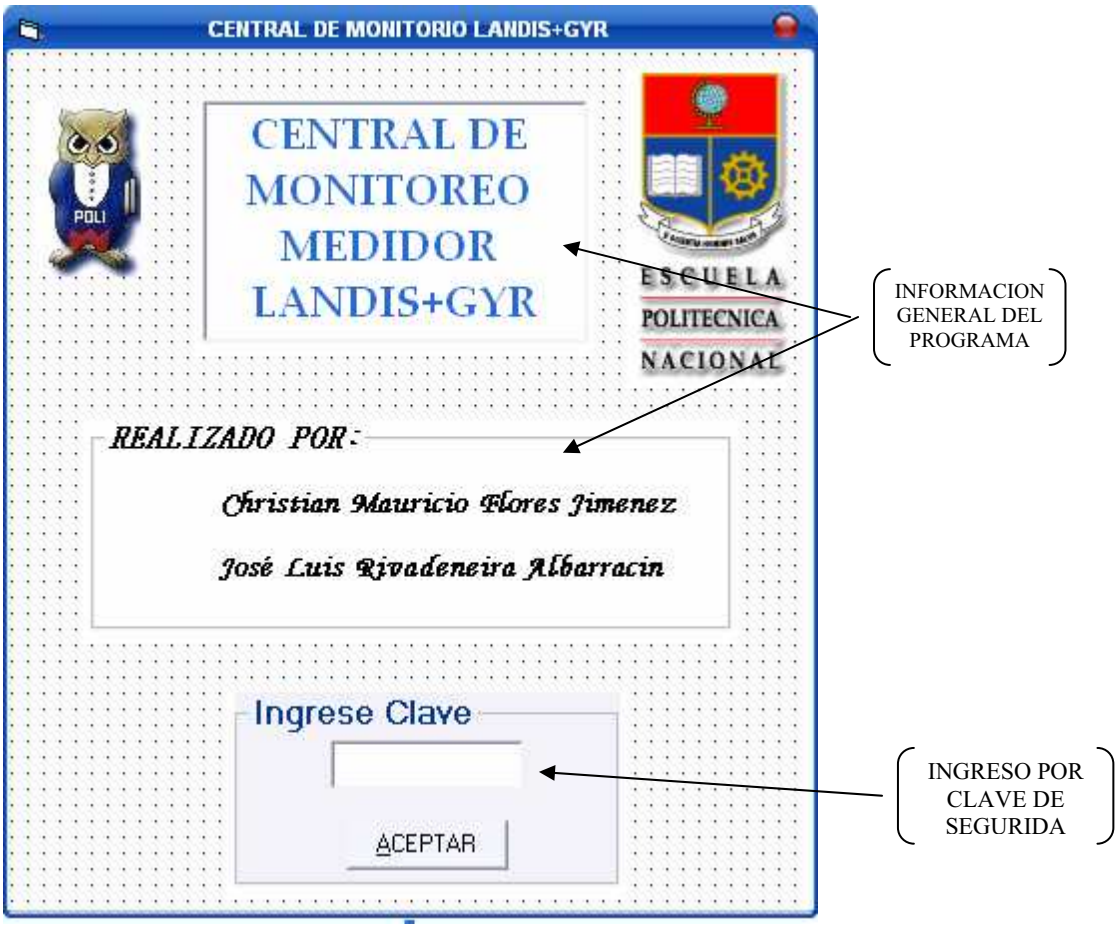


Figura 3.19: Formulario de Inicio de la interfaz grafica

3.6 PRESENTACIÓN DE LOS DATOS DEL MEDIDOR ELECTRÓNICO DE ENERGÍA

Los datos que se obtienen del medidor electrónico, son presentados en la interfaz grafica de la figura 3.20.

Para que el programa indique los datos obtenidos, se ingresa el código que se asigna a cada medidor electrónico como por ejemplo, el 200607080.

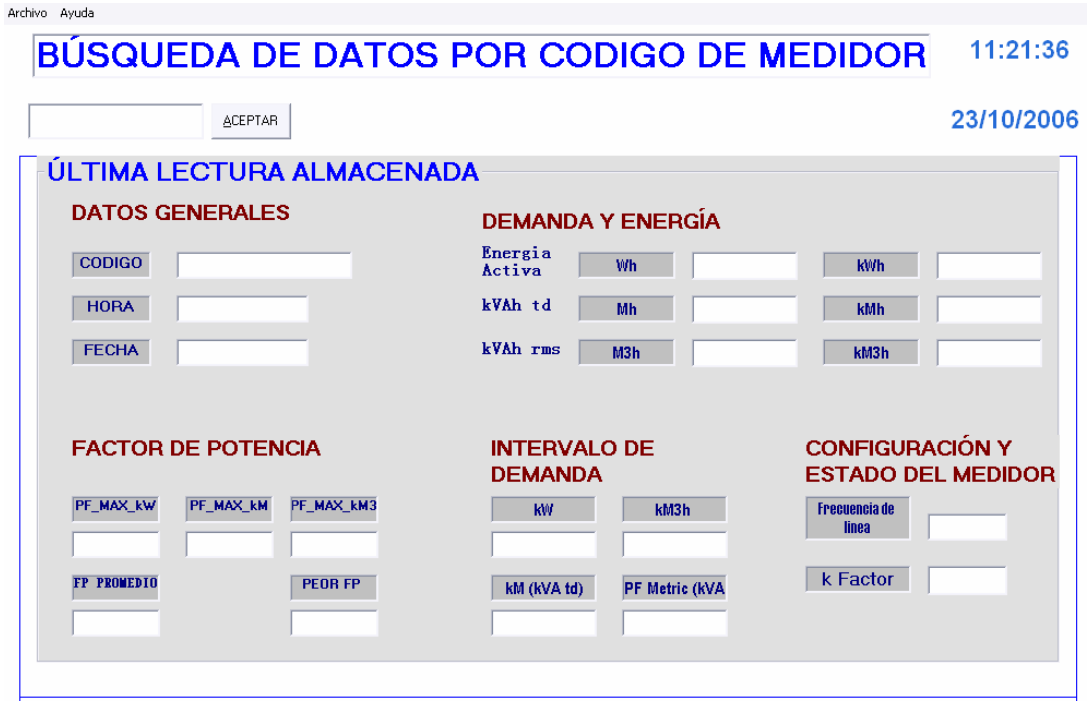


Figura 3.20: Interfaz grafica de búsqueda de datos por código de medidor electrónico.

Una vez que se ingresa la clave para acceder al programa de visualización de los datos, se presenta como se indica en la figura 3.21, la cual indica los parámetros más importantes que el medidor electrónico de energía obtiene, la lectura de los datos es de una forma fácil y clara. La presentación de datos esta dividida en 5 partes que son:

- **Datos generales:** Presenta lo que es el código de registro de cada medidor electrónico, la hora y la fecha.
- **Demanda y energía:** Presenta los parámetros de energía activa (Wh), Kva. Td (Mh) y Kva. Rms (M3h).
- **Factor de potencia:** Indica el peor, el máximo y el promedio del factor de potencia, así como ; PF_MAX_KW, PF_MAX_KM y PF_MAX_KM3
- **Intervalo de Demanda:** Indica las medidas de KW, Km3h, KM (KVA td),PF Metric (KVA)
- **Configuración y estado del Medidor electrónico:** Presenta la frecuencia de línea y el K factor.

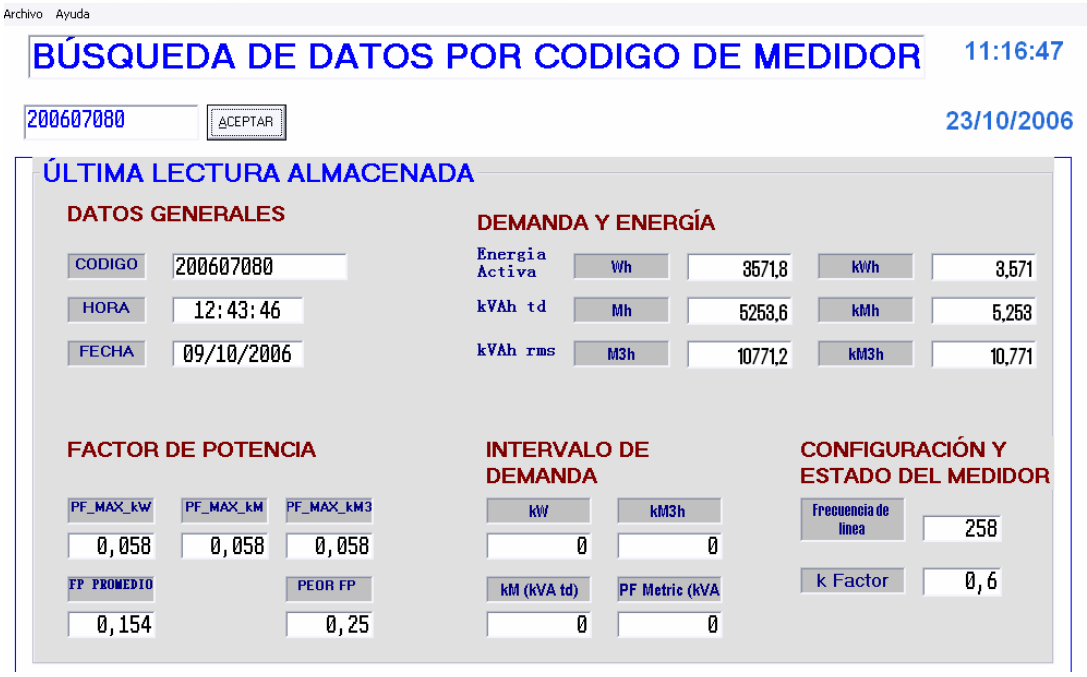


Figura 3.21: Interfaz grafica con datos presentados.

3.7 FORMATO DE LOS DATOS

La interfaz gráfica también presenta la información recolectada por el medidor electrónico en dos formas en una:

- Plantilla de datos
- Base de datos

Para acceder a esta información también se necesita de un código de seguridad, todo esto para evitar manipulación de datos almacenados.

3.7.1 PLANTILLA DE DATOS

La forma de presentación de datos que se indica en la figura 3.22, es de un medidor electrónico individual, es decir que presenta la información almacenada de acuerdo al medidor electrónico que se desea observar, se presentan todos los parámetros individualmente.

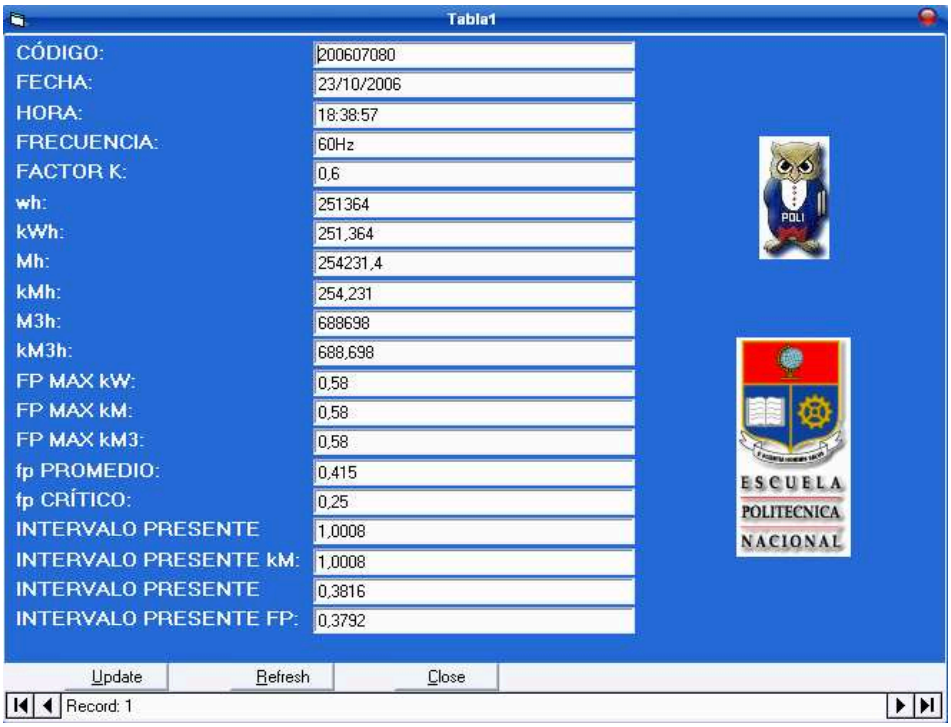


Figura 3.22: Plantilla de datos

3.7.2 BASE DE DATOS

En la base de datos la información presentada, esta de una forma más general, aquí se indican los datos del medidor electrónico que pueden ser monitoreados y ordenados de acuerdo al número de código asignado a cada medidor electrónico, como se indica en la figura 3.23

CODIGO	FRECUENCIA	kFactor	WH	KWH	MH
200607080	60Hz	0,6	251364	251,364	254231,4
200607080	60Hz	0,6	251407,2	251,407	254274,6
200607080	60Hz	0,6	251802,6	251,802	254673,6
200607080	60Hz	0,6	252131,4	252,131	255004,8
200607080	60Hz	0,6	252400,8	252,4	255273
200607080	60Hz	0,6	254157,6	254,157	257034,6
200607080	60Hz	0,6	254536,2	254,536	257415,6
200607080	59,9Hz	0,6	254871	254,871	257753,4
200607080	60Hz	0,6	255198,6	255,198	258086,4
200607080	60Hz	0,6	255510	255,51	258402,6
200607080	60Hz	0,6	255858,6	255,858	258757,2
200607080	60Hz	0,6	256205,4	256,205	259108,8
200607080	60Hz	0,6	256681,2	256,681	259588,8

Update Refresh Close

Record: 1

Figura 3.23: Base de datos

BIBLIOGRAFÍA CAPÍTULO III

[1] http://www.bipom.com/spanish/bascomavr.shtm

[2] Programa 1132Com-S4 Reader/Programmer

[3] Edicion Especial Visual Basic 6.0; Brian Siler, Jeff Spotts
Editorial Printice Hall.

[4] Manual: Base de datos con Visual Basic Acces + SQL; Damian Sottosanti

CAPÍTULO IV

4.1 PRUEBAS REALIZADAS

Las pruebas se efectuaron tomando en cuanta en primer lugar las limitaciones que tiene el prototipo, a continuación se presentan algunas de estas:

- El prototipo depende del área de cobertura de la operadora que proporciona el servicio de telefonía celular para envio de mensajes de texto.
- Los datos que se presentan en la ventana de la interfaz gráfica son los únicos que se logro extraer del medidor electrónico de consumo de energía eléctrica.

4.2 PROCESO DE PRUEBAS REALIZADAS

Para realizar el proceso de pruebas se consideran cinco etapas, en el funcionamiento del prototipo, cada una de estas se describen a continuación:

a) En primer lugar se debe tener en cuenta que la comunicación para descargar los datos del medidor electrónico de consumo de energía eléctrica y el microcontrolador se realice sin ningún problema, en la estación remota.
b) La siguiente etapa es el envió de los datos descargados, para esto se verifica que el teléfono celular tiene comunicación con el microcontrolador, además se debe examinar, que el envió del mensaje de texto se realice sin ningún problema
c) En el centro de monitoreo se debe verificar la llegada del mensaje de texto en el otro teléfono celular y la descarga de los datos al computador.

d) Verificar la información almacenada en la base de datos de la aplicación en el computador, que en un periodo de prueba tengan una periodicidad de llegada.
e) Por último se debe verificar; cuando se realice la actualización de datos desde la interfaz grafica en el computador, el envío del mensaje de texto desde el centro de monitoreo y la recepción en la estación remota.

4.2.1 COMUNICACIÓN ENTRE EL MEDIDOR ELECTRÓNICO DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y EL PROTOTIPO DE COMUNICACIÓN.

En el momento que se establece una comunicación con el medidor electrónico, la pantalla de lectura de datos presenta una nomenclatura de conexión, para indica el intercambio de datos como se indica en la figura 4.1.

Figura 4.1: Establecimiento de la comunicación con el medidor electrónico

Internamente la comunicación que se realiza entre el medidor y el microcontrolador, se puede observar mediante el HyperTerminal de Windows como se indica en la figura 4.2

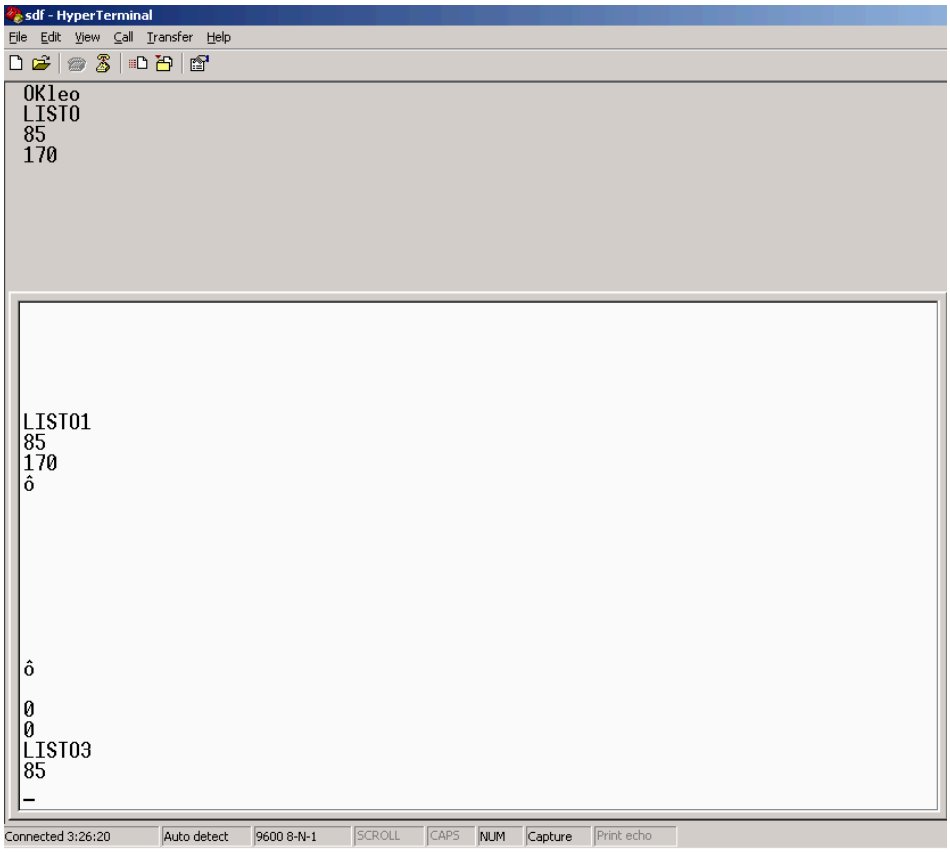


Figura 4.2: Extracción de datos del medidor electrónico en el HyperTerminal

Se puede dar una breve explicación de lo que sucede en la figura 4.2. Los caracteres que aparecen son en realidad los comandos que se envían al medidor electrónico y que permiten la extracción de los datos, estos son enviados desde el microcontrolador, esto indica que la comunicación se ha establecido; los datos que son devueltos por el medidor electrónico hacia el microprocesador no aparecen aquí pero son procesados internamente para su almacenamiento y posterior envió.

4.2.2 VERIFICACIÓN DEL ENVIÓ DE LOS DATOS A TRAVÉS DE LA COMUNICACIÓN CON EL TELÉFONO CELULAR.

En esta etapa se puede observar en la pantalla del celular el mensaje de texto recibido, en el centro de monitoreo, donde se encuentra el microcontrolador que permite establecer la comunicación serial con la computadora, para la descarga de los datos, como se indica en la figura 4.3.

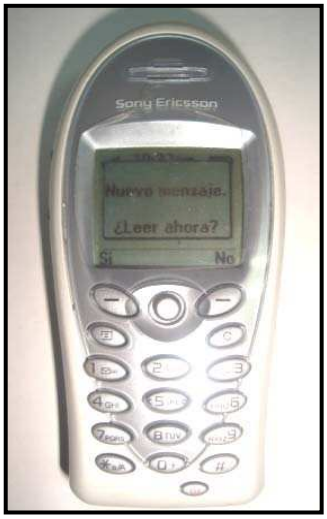


Figura 4.3: Mensaje recibido en el teléfono celular

Igualmente se puede observar, la comunicación del microcontrolador y el teléfono celular, al capturar el envió del mensaje de texto en el HyperTerminal de Windows como se indica en la figura 4.4.

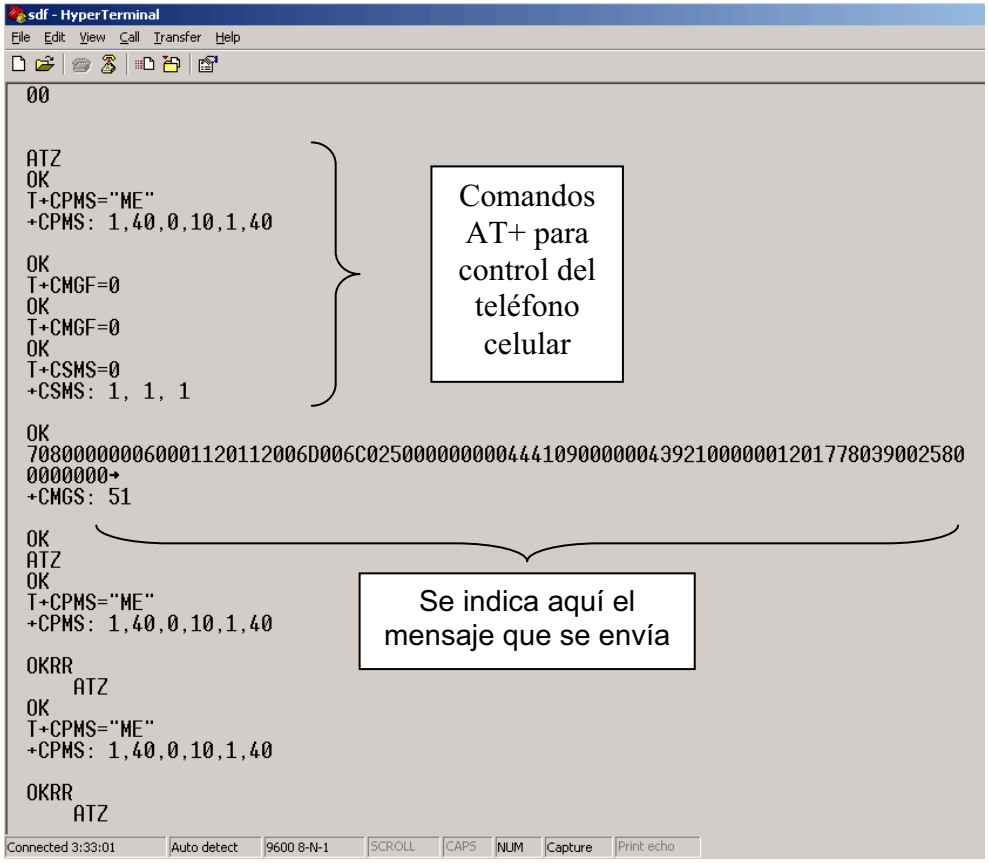


Figura 4.4: Envió del mensaje de texto en el HyperTerminal

Se observa que, mediante los comandos AT+ se puede controlar el envió de mensajes de texto desde el microcontrolador de la estación remota y realizar este proceso de forma automática.

4.2.3 RECEPCIÓN DEL MENSAJE DE TEXTO EN EL CENTRO DE MONITOREO.

De igual manera el microcontrolador interactúa con el teléfono celular, para realizar la lectura del mensaje de texto mediante la ayuda de los comandos AT+, estos datos se almacenaran en la memoria del microcontrolador para su posterior descarga al computador mediante comunicación serial.

4.2.4 ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS EN EL CENTRO DE MONITOREO.

En la interfaz gráfica desarrollada de nombre CENTRAL DE MONITOREO MEDIDOR ELECTRÓNICO LANDIS+GYR, se presentan las herramientas con las cuales se puede obtener información de los datos recibidos y que han sido almacenados en la base de datos, como se indica en la figura 4.5.

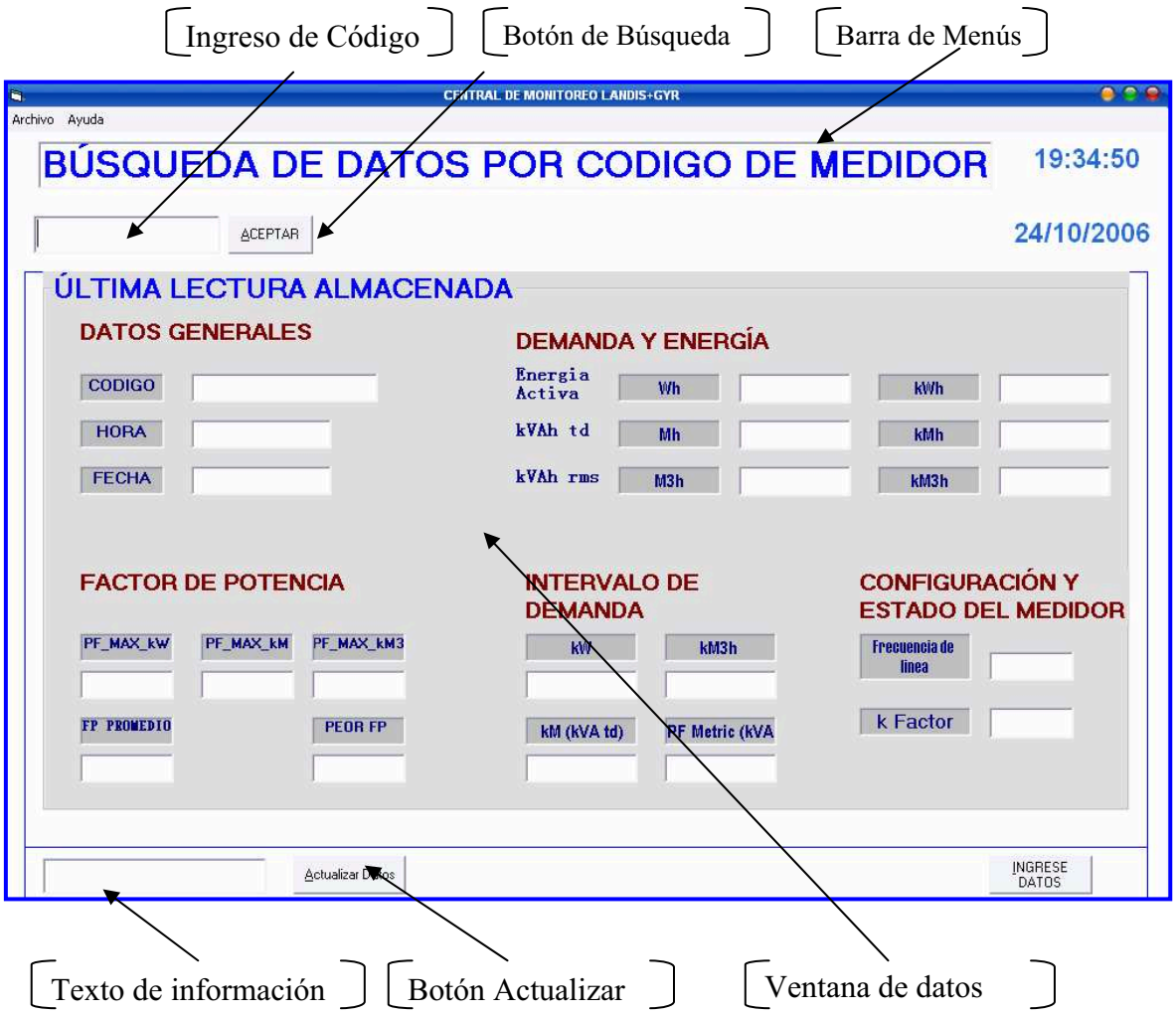


Figura 4.5: Herramientas del la interfaz grafica.

Los datos almacenados en el microcontrolador son transferidos mediante comunicación serial al computador y presentados en pantalla por medio de la interfaz desarrollada, como se indica en la figura 4.6.

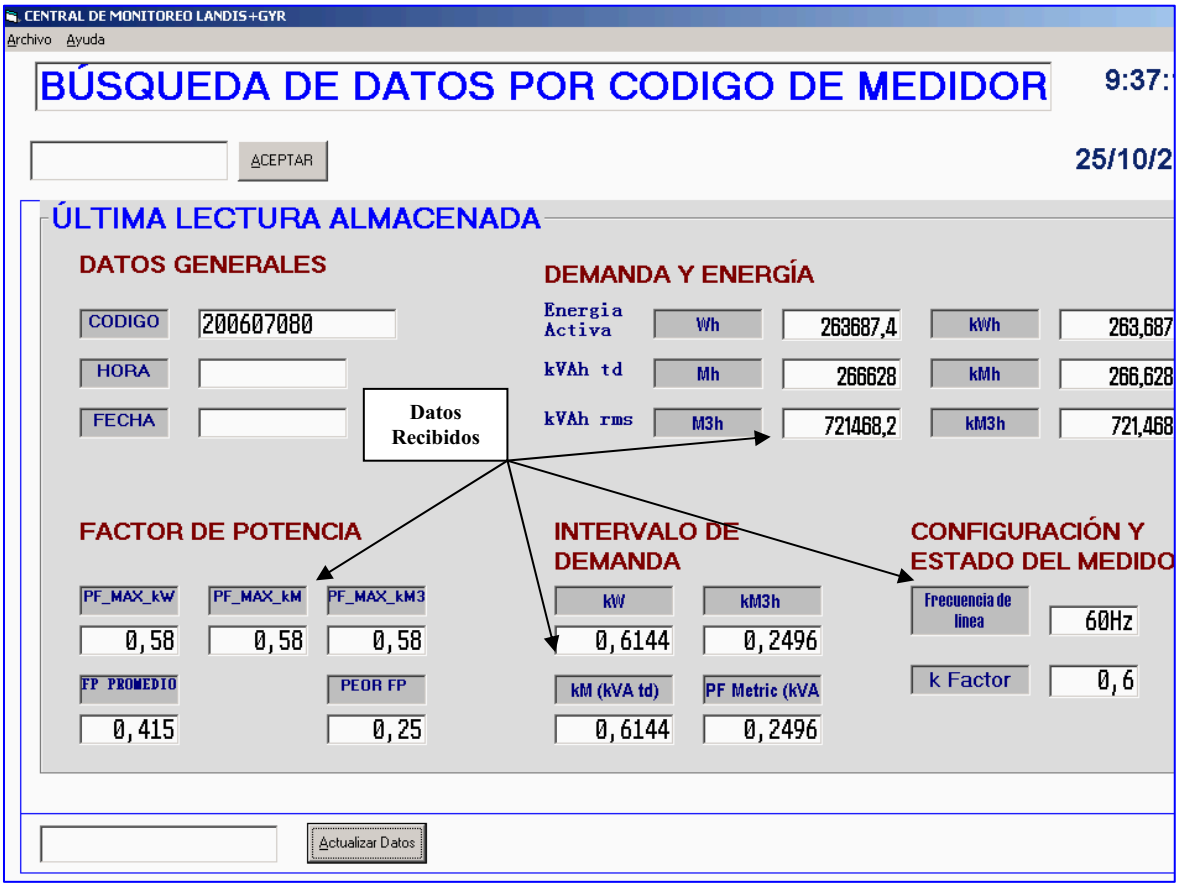


Figura 4.6: Ventana de llegada de datos al centro de monitoreo.

La interfaz visual proporciona las herramientas necesarias para el despliegue de los datos, que se almacenan en la base de datos, mediante esta se puede acceder a las diferentes opciones que permiten tener una interfaz amigable al usuario, como se indica en la figura 4.7.

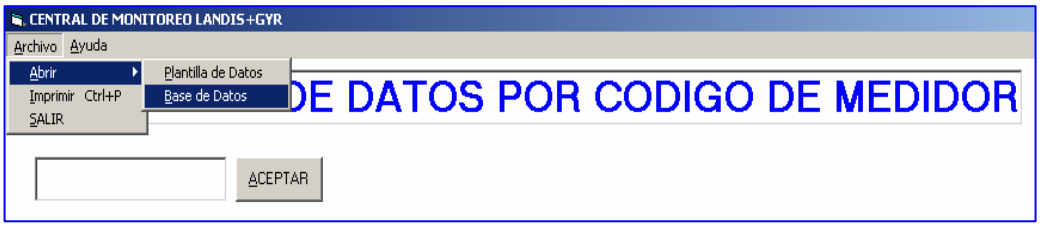


Figura 4.7: Barra de herramientas de la interfaz visual

El menú Archivo tiene algunos submenús que permiten acceder a las distintas formas de presentación de los datos.

El submenú,"Plantilla de datos" despliega una interfaz visual que sirve para desplegar los datos almacenados en orden de llegada del primero al último, esto mediante la barra de control que se encuentra en la parte baja de la ventana, como se indica en la figura 4.8.

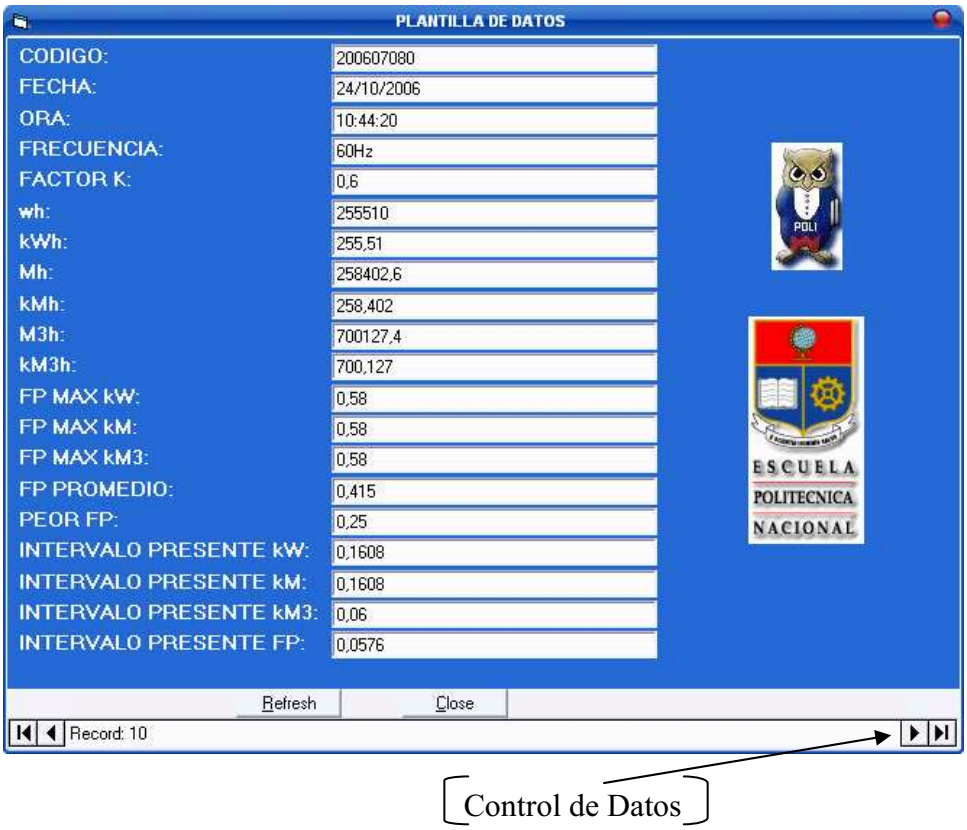


Figura 4.8: Plantilla de presentación de la Base de Datos

Otro submenú de la barra de herramientas es la opción "Base de Datos", con esto se tiene acceso a todos los registros almacenados, presentados en forma de tabla, como se indica en la figura 4.9.

CODIGO	FRECUENCIA	kFactor	WH	KWH	MH	KMH
200607080	60Hz	0,6	251364	251,364	254231,4	254,231
200607080	60Hz	0,6	251407,2	251,407	254274,6	254,274
200607080	60Hz	0,6	251802,6	251,802	254673,6	254,673
200607080	60Hz	0,6	252131,4	252,131	255004,8	255,004
200607080	60Hz	0,6	252400,8	252,4	255273	255,273
200607080	60Hz	0,6	254157,6	254,157	257034,6	257,034
200607080	60Hz	0,6	254536,2	254,536	257415,6	257,415
200607080	59,9Hz	0,6	254871	254,871	257753,4	257,753
200607080	60Hz	0,6	255198,6	255,198	258086,4	258,086
200607080	60Hz	0,6	255510	255,51	258402,6	258,402
200607080	60Hz	0,6	255858,6	255,858	258757,2	258,757
200607080	60Hz	0,6	256205,4	256,205	259108,8	259,108
200607080	60Hz	0,6	256681,2	256,681	259588,8	259,588
200607080	60Hz	0,6	257152,8	257,152	260065,2	260,065
200607080	60Hz	0,6	257823,6	257,823	260741,4	260,741
200607080	60Hz	0,6	258468	258,468	261389,4	261,389
200607080	60Hz	0,6	258949,8	258,949	261875,4	261,875
200607080	60Hz	0,6	258978,6	258,978	261904,2	261,904
200607080	60Hz	0,6	259416	259,416	262345,8	262,345
200607080	59,9Hz	0,6	259875,6	259,875	262806,6	262,806
200607080	60Hz	0,6	260217	260,217	263148,6	263,148
200607080	60Hz	0,6	260436,6	260,436	263371,2	263,371
200607080	60Hz	0,6	260647,2	260,647	263582,4	263,582
200607080	60Hz	0,6	260859	260,859	263794,2	263,794
200607080	60Hz	0,6	261070,2	261,07	264006	264,006
200607080	60Hz	0,6	261282	261,282	264218,4	264,218
200607080	60Hz	0,6	261493,8	261,493	264430,8	264,43
200607080	60Hz	0,6	261709,2	261,709	264646,8	264,646

Update Refresh Close

Record: 1

Figura 4.9: Base de Datos en forma de tabla.

En la figura 4.10 se indica, la periodicidad de los datos almacenados, así verificamos que estos se almacenan correctamente según lo programado cada 1 hora transcurrida aproximadamente.

Tabla1

AVERAGEPF	PRESENTINTERVALkW	PRESENTINTERVALkN	PRESENTINTERVALkM	PRESENTINTERVALPf	hora	fecha
0,415	1,0008	1,0008	0,3816	0,3792	18:38:57	23/10/2006
0,415	0,252	0,252	0,096	0,096	18:44:41	23/10/2006
0,415	0,3744	0,3744	0,1392	0,1368	19:47:47	23/10/2006
0,415	0,504	0,504	0,1872	0,1872	20:50:11	23/10/2006
0,415	0,4344	0,4344	0,1584	0,1584	6:32:18	24/10/2006
0,415	0,5856	0,5856	0,2088	0,2112	6:37:51	24/10/2006
0,415	0,8592	0,8592	0,312	0,3096	7:40:59	24/10/2006
0,41	0,1104	0,1104	0,0408	0,0408	8:43:22	24/10/2006
0,415	0,2424	0,2424	0,0912	0,0888	9:45:43	24/10/2006
0,415	0,1608	0,1608	0,06	0,0576	10:44:20	24/10/2006
0,415	0,9288	0,9288	0,348	0,3432	11:40:50	24/10/2006
0,415	0,096	0,096	0,036	0,036	12:43:13	24/10/2006
0,415	0,276	0,276	0,108	0,108	13:45:35	24/10/2006
0,415	0,6096	0,6096	0,2424	0,24	14:48:00	24/10/2006
0,415	0,96	0,96	0,3888	0,384	15:50:23	24/10/2006
0,415	1,2144	1,2144	0,4944	0,4944	16:53:09	24/10/2006
0,415	1,044	1,044	0,4176	0,4152	17:55:30	24/10/2006
0,415	0,2112	0,2112	0,0864	0,0864	17:59:14	24/10/2006
0,415	0,3552	0,3552	0,1368	0,1344	19:01:36	24/10/2006
0,41	0,4944	0,4944	0,1968	0,1968	20:03:59	24/10/2006
0,415	0,588	0,588	0,2136	0,216	21:06:20	24/10/2006
0,415	0,4512	0,4512	0,1632	0,1656	22:08:43	24/10/2006
0,415	0,5376	0,5376	0,1992	0,1992	23:11:05	24/10/2006
0,415	0,0768	0,0768	0,0264	0,0288	0:13:30	25/10/2006
0,415	0,1632	0,1632	0,06	0,06	1:15:53	25/10/2006
0,415	0,2544	0,2544	0,0936	0,0936	2:18:16	25/10/2006
0,415	0,3456	0,3456	0,1248	0,1248	3:20:38	25/10/2006
0,415	0,4344	0,4344	0,1584	0,1584	4:23:01	25/10/2006
0,415	0,5376	0,5376	0,1896	0,1896	5:25:24	25/10/2006
0,415	0,0504	0,0504	0,0192	0,0192	6:27:45	25/10/2006
0,41	0,312	0,312	0,1248	0,1248	7:30:10	25/10/2006
0,415	0,5352	0,5352	0,2088	0,2088	8:32:35	25/10/2006
0,415	0,6576	0,6576	0,2616	0,2592	9:17:43	25/10/2006
0,415	0,6144	0,6144	0,2496	0,2496	9:31:47	25/10/2006

Periodicidad de llegada de los datos

Update Refresh Close

Record: 1

Figura 4.10: Periodicidad de los datos almacenados.

Además se debe aclarar que cada una de estas ventanas de visualización tiene acceso restringido, por lo tanto necesitan de una verificación por clave para acceder, como se indica en la figura 4.11 y en la figura 4.12.

Figura 4.11: Ingreso por clave a Plantilla de Datos

Figura 4.12 Ingreso por clave a Base de Datos

4.2.5 ACTUALIZACIÓN DE LOS DATOS DESDE EL CENTRO DE MONITOREO.

Se dispone de una herramienta muy útil, para realizar la actualización de los datos cuando el usuario lo requiera; mediante el botón "Actualizar Datos" que es parte de la ventana principal de búsqueda de datos, como se indica en la figura 4.13.

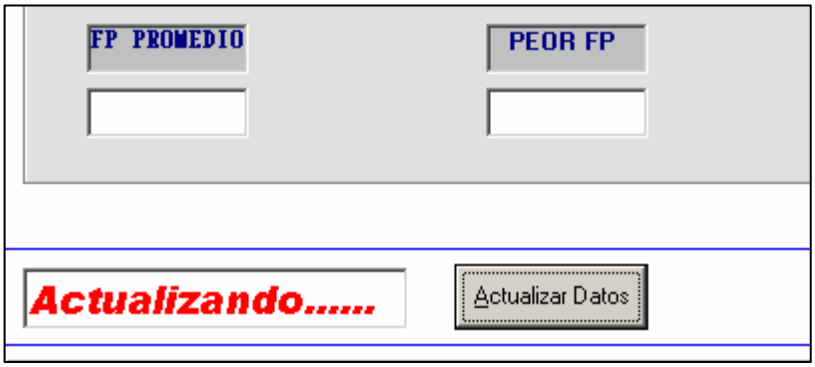


Figura 4.13: Botón para Actualizar Datos

En el HyperTerminal de Windows se observa el envió del mensaje de texto mediante los comandos AT+, que permite la actualización de los datos en la estación remota, como se indica en la figura 4.14.

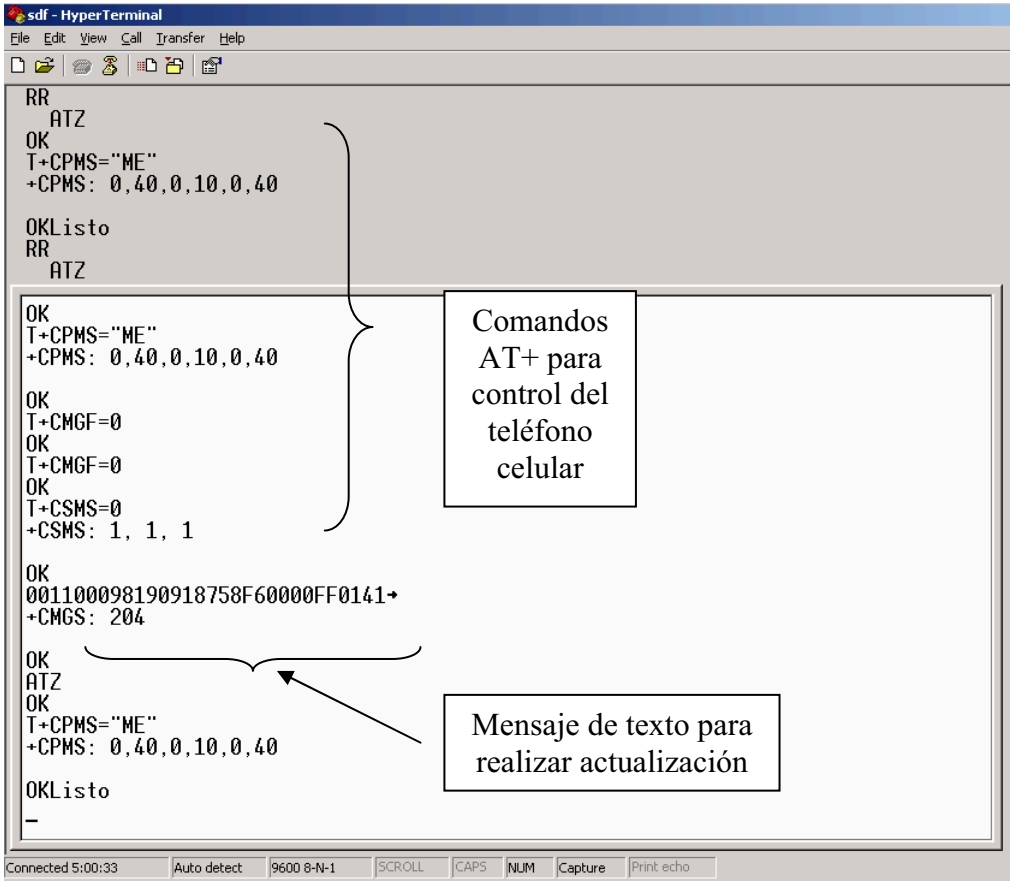


Figura 4.14: Envió del mensaje de actualización en el HiperTerminal

El microcontrolador de la estación remota, que se encarga de extraer los datos del medidor electrónico, verifica periódicamente la llegada de una petición de actualización (mensaje de texto enviado desde el centro de monitoreo).

Cuando el teléfono celular recibe un mensaje de texto, el microcontrolador lo detecta y procesa para iniciar una descarga de datos del medidor electrónico, como se indica en la figura 4.15.

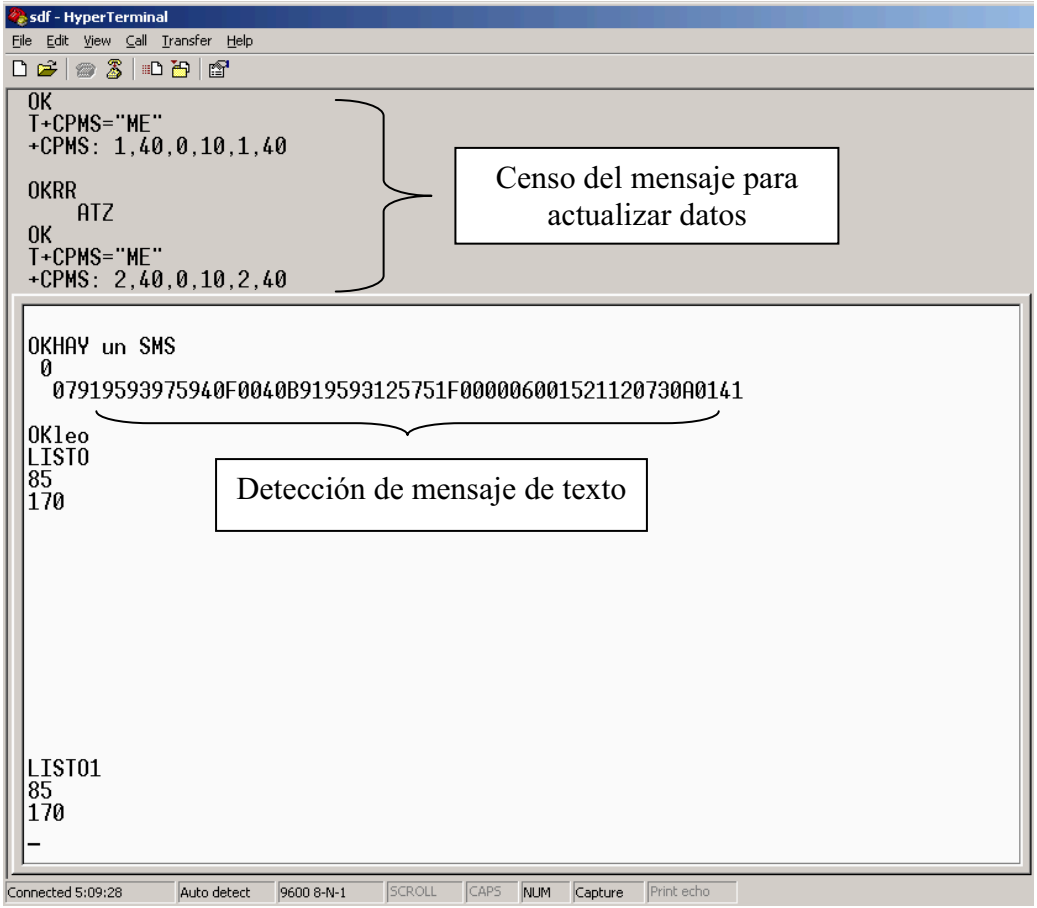


Figura 4.15: Recepción del mensaje de texto para actualización de datos

4.3 ANÁLISIS FINANCIERO

Para resolver el problema de pérdidas ocasionadas por una mala lectura del consumo de energía eléctrica se presenta como una solución el sistema diseñado en este proyecto de titulación.

Surge para satisfacer la necesidad de tener un sistema de transmisión de los datos de consumo robusto.

4.3.1 JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA.

La forma tan obsoleta para tomar lecturas de consumo eléctrico que en este momento utilizan las empresas eléctricas, que se describe como un proceso

manual y de largo tiempo de proceso, indican claramente que este tipo de recolección de datos de consumo debe mejorar.

Mediante la tecnología actual se pretende dar la solución a este problema, surge así el desarrollo de este proyecto de titulación el cual vamos a determinar si es factible de realizar o no.

4.3.2 SISTEMAS SIMILARES

En el mercado de nuestro país, este tipo de dispositivos no existe aun por tal motivo la competencia es nula.

Durante los últimos años las empresas de servicios públicos han venido incrementando su familiaridad con la electrónica. Se espera que la tasa de adopción de la electrónica aumente rápidamente esta es la razón por la que el proyecto surge como una herramienta para realizar la recolección de los datos del consumo de energía eléctrica.

4.3.3 JUSTIFICACIÓN FINANCIERA

La evaluación económica tiene como objetivo estimar los beneficios que se esperan obtener con el proyecto y comparar dichos beneficios con los costos necesarios para ejecutarlo.

Por lo tanto, la evaluación económica se hará con base en el análisis de los beneficios y costos del proyecto

Finalmente se debe realizar la evaluación del proyecto para esto se necesita de ciertos pasos para la toma de decisiones, que permitirán saber si el proyecto es factible de realizar o no; para esto se debe establecer un flujo de caja para analizar la rentabilidad del proyecto, medir su valor económico, financiero o social por medio de indicadores de evaluación.

4.3.4 FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO

Constituye uno de los elementos más importantes del estudio de un proyecto, debido a los resultados obtenidos en el flujo de caja se evaluará la realización del proyecto.

Se lo efectúa mediante la utilización de cálculos en base a datos anuales, aunque puede variar dependiendo del proyecto, dentro de los periodos proyectados se puede diferenciar los ingresos de los egresos ubicándolas de manera precisa para efectuar este proceso.

4.3.5 INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO

A continuación se presenta los métodos más usuales para el cálculo de la factibilidad financiera del proyecto:

4.3.5.1 VAN (Valor Actual Neto)

Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros. El método, además, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado.

La fórmula que permite calcular el Valor Presente Neto es:

$$VAN = \sum_{n=0}^{N} \frac{I_n - E_n}{(1+i)^n}$$

I_n representa los ingresos y E_n representa los egresos. E_n se toma como valor negativo ya que representa los desembolsos de dinero. N es el número de períodos considerado (el primer período lleva el número 0, no el 1). El valor I_n - E_n indica los flujos de caja estimados de cada período. El tipo de interés es i. Cuando se iguala el VAN a 0, i pasa a llamarse TIR (tasa interna de retorno).[1]

La regla de decisión:
Aceptar los proyectos con VAN>0 o rechazar los proyectos con VAN<0 o Es indiferente aceptar o rechazar los proyectos con VAN=0.

Así entre dos proyectos alternativos, se debe seleccionar el que tenga mayor VAN se debe tener en cuanta que existe un único VAN para cada proyecto además considera todos los flujos de fondos del proyecto y los flujos de fondos adecuadamente descontados. En otras palabras mide la rentabilidad en términos monetarios.

4.3.5.2 TIR (Tasa interna de retorno)

La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero.

$$TIR = \sum \frac{En}{(1+TIR)} n = \sum \frac{In}{(1+TIR)} n$$

Donde.
En, son los egresos y ***In,*** son los ingresos.

La TIR es una herramienta de toma de decisiones de inversión utilizada para comparar la factibilidad de diferentes opciones de inversión. Generalmente, la opción de inversión con la TIR más alta es la preferida.[2]

La regla de decisión:
Aceptar los proyectos con TIR > i, siendo i la tasa de interés previamente definida.
Puede existir más de una TIR por cada proyecto, dependiendo del comportamiento de los flujos de fondo. Existirá una única TIR para un proyecto cuando éste se considere bien comportado, o sea que haya un único cambio de signo de los flujos de fondos, esta la rentabilidad en términos porcentuales.

4.3.5.3 Relación Beneficio/Costo

Muestra la rentabilidad en términos relativos y la interpretación del resultado se expresa en centavos ganados por dólar invertido en el proyecto.

Esta relación se calcula al dividir la sumatoria de los valores de Valor Actual Neto y el valor de la inversión al año cero (inversión total inicial).

$$B/C = \frac{\sum_{1}^{N} VAN_n}{Inversión_Inicial}$$

Donde
B / C, expresa la relación Beneficio / Costo; *VAN,* es el Valor Actual Neto y *N* es la duración del proyecto.

Indica la cantidad de dólares que se esta percibiendo o perdiendo por cada dólar de inversión, y por ende este valor tiene que ser mayor que uno para determinar que un proyecto es factible económicamente.

4.3.5.4 Periodo de Recuperación de la Inversión

Se interpreta como el tiempo necesario para que el proyecto recupere el capital invertido, mide la rentabilidad en términos de tiempo además no considera todos los flujos de fondos del proyecto, ya que ignora aquellos que se producen con posterioridad al plazo de recuperación de la inversión,

Es importante mencionar que la tasa de interés que se utilizara, es la fijada por el Banco Central del Ecuador a los otros bancos y estos, a su vez, la fijan a las personas por los préstamos otorgados.

Una tasa de interés alta incentiva el ahorro y una tasa de interés baja incentiva el consumo. [3]

4.3.6 CÁLCULO DE LOS COSTOS DEL PROTOTIPO

Los valores que se exponen a continuación incluyen impuestos.

4.3.6.1 Costo del producto de monitoreo

En la tabla 4.1 se detalla el costo de los componentes del prototipo.

Descripción	Cantidad	Valor Unitario $	Valor Total $
Teléfono Celular	2	30,00	60,00
AVR AtMega 8	2	6,00	12,00
MAX 232	2	2,50	5,00
74ls14	2	0,45	0,90
Capacitores	14	0,10	1,40
Diodos	8	0,10	0,80
Resistencias	4	0,10	0,40
Borneras	2	1,00	2,00
Cristal	2	0,80	1,60
Regulador 7805	2	0,45	0,90
Con. DB9	2	0,50	1,00
Con. RJ11	2	0,80	1,60
Pulsador	2	0,20	0,40
Ventilador	2	1,40	2,80
Disipador	2	0,50	1,00
Implementos			20,00
TOTAL			**111,80**

Tabla 4.1: Costo del Producto de Monitoreo

Implementos, con este nombre se identifica los cables para la conexión y cajas de protección de los prototipos

4.3.6.2 Gastos de Administración

Para la adecuación física de la empresa se necesitara de oficinas, cuarto de ensamblado y bodega. En la tabla 4.2 se detalla cada uno de estos gastos.

Descripción	Cantidad	Valor Unitario $	Valor Total $
Administración			
Oficina + 1/2 Baño	1	50,00	50,00
Subtotal			**50,00**
Área Técnica			
Oficina + 1/2 Baño	1	50,00	50,00
Mesa de Trabajo	1	20,00	20,00
Puesto de Soldadora	1	20,00	20,00
Lámpara	1	10,00	10,00
Sillas	1	30,00	30,00
Basurero	1	2,00	2,00
bodega		50,00	50,00
Subtotal			**182,00**
Ventas y Atención al cliente			
Módulos para recepción	2	100,00	200,00
Subtotal			**200,00**
TOTAL			**400,00**
Costo Indirecto	5%		20,00
TOTAL Gastos OFICINA			**452,00**

Tabla 4.2: Costos de la adecuación física.

A continuación en la tabla 4.3 se detalla los costos de los materiales necesarios para el funcionamiento de la empresa, para el área administrativa y de ventas.

Descripción	Cantidad	Valor Unitario $	Valor Total $
Computador e Impresora	2	600,00	1.200,00
Teléfonos	2	50,00	100,00
Escritorios	2	60,00	120,00
Sillas	4	30,00	120,00
Basureros	2	2,00	4,00
Total:			**1.544,00**

Tabla 4.3: Muebles y equipos de oficina Administración y Ventas

Para el área técnica se dispone de ciertos equipos necesarios para el ensamblaje de los prototipos, los gastos se presentan en la tabla 4.4.

Descripción	Cantidad	Valor Unitario $	Valor Total $
Computador Portátil	1	700,00	700,00

Soldadora de estaño	1	20,00	20,00
Mesa de Trabajo	1	30,00	30,00
Total:			**750,00**

Tabla 4.4: Muebles y equipos de trabajo

4.3.6.3 Costos de operación

Para seguir con el análisis se debe considerar los gastos de mano de obra directa e indirecta para el funcionamiento de la empresa, se encuentra detallado los costos de salarios como se indica en la tabla 4.5.

.

Cargo	Días Laborados	Salario Mensual
GERENTE GENERAL	30	600,00
GERENTE TÉCNICO	30	600,00
SECRETARIA/RECEPCIONISTA	30	250,00
TÉCNICO	30	250,00
OBRERO	30	250,00
TOTAL:		**1950,00**

Tabla 4.5: Salario mensual de personal contratado.

4.3.6.4 Detalle de activos de la empresa

Se detallan en la tabla 4.6 los activos de la empresa.

Activos Fijos Tangibles	
Equipo de Monitoreo	111,80
Muebles y equipos de oficina Administración y Ventas	1.544,00
Muebles y equipos de trabajo	782,00
Total:	**2.437,80**
Activos Fijos Intangibles	
Adecuaciones	500,00
Total:	**500,00**

Tabla 4.6: Activos de la empresa.

4.3.6.5 Gastos de administrativos y operacionales

Se detallan en la tabla 4.7 los elementos de este tipo de gastos.

GASTOS ADMINISTRATIVOS Y OPERACIONALES	
Sueldos	1.950,00
Aportes IESS	468,00
Beneficios de ley	56,16
Servicios Básicos	50,00
Arriendo Local	150,00
Suministros de Oficina	25,00
Aseo y Limpieza	40,00
Movilización	20,00
Imprevistos	100,00
Subtotal	**2.859,16**

Tabla 4.7.- Gastos Administrativos y Operacionales

En lo que se refiere a los gastos de movilización se incluye, el transporte del producto al lugar de instalación, los imprevistos en caso de cualquier eventualidad dentro del área física de administración por ejemplo compra de algún suministro de oficina, copias de documentos y para el momento de la instalación, para efectuar la compra de herramientas para la instalación de los productos de monitoreo.

4.3.6.6 Cálculo de depreciación y amortización de los activos

Con el transcurrir de los años cada activo de la empresa sufren de una depreciación, a continuación se indica en la tabla 4.8.

DESCRIPCIÓN	Valor inicial	Año1	Año2	Año3	Año4	Vida Útil	Depreciación %
Equipos	111,80	22,36	22,36	22,36	22,36	5	20
Muebles y equipos de oficina Administración y Ventas	1.544,00	154,40	154,40	154,40	154,40	10	10
Muebles y equipos de trabajo	782,00	78,20	78,20	78,20	78,20	10	10
Total	**2.437,80**	**254,96**	**254,96**	**254,96**	**254,96**		

Tabla 4.8: Cálculo de depreciación de los activos fijos tangibles

Los activos fijos intangibles de la empresa no sufren depreciación debido a que un desembolso en efectivo, se lo amortiza durante el tiempo de proyección, se lo detalla en la tabla 4.9 a continuación.

DESCRIPCIÓN	Valor Activo	Año1	Año2	Año3	Año4
Adecuaciones	500,00	125,00	125,00	125,00	125,00
total:	**500,00**	**125,00**	**125,00**	**125,00**	**125,00**

Tabla 4.9: Calculo de amortización de los activos fijos intangibles

4.3.6.7 Cálculo del flujo de caja

Para realizar los cálculos se tomaron en cuenta los datos anteriormente mencionados, con una expectativa adecuada y siendo un monopolio en el mercado se considera el valor de cada uno en $300,00 y una producción de 300 unidades anuales y una proyección de 50 unidades en cada año. Se detalla en la tabla 4.10 cada uno de los elementos considerados para el flujo de caja esperado.

FLUJO DE CAJA PROYECTADO					
	Año 0	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**
Inversiones	16353,80				
Capital de trabajo	32990,30				
Ingresos en Efectivo					
Software		1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
Hardware		90.000,00	105.000,00	120.000,00	135.000,00
Capacitación		500,00	550,00	600,00	700,00
Total Ingresos		**91.500,00**	**106.550,00**	**121.600,00**	**136.700,00**
Egresos de Efectivo					
Costo del Producto de Monitoreo (300 unidades/año)		**33.540,00**	**34881,6**	**36276,86**	**37727,93**
Egresos Administración y Operaciones.		**34.309,92**	**35.682,31**	**37.111,54**	**38.593,74**
Sueldos		23.400,00	24.336,00	25.309,44	26.321,81
Aportes IESS		5.616,00	5.840,64	6.074,27	6.317,24
Beneficios de ley		673,92	700,87	728,91	758,06
Servicios Básicos		600,00	624,00	648,96	674,91
Arriendo Local		1.800,00	1.872,00	1.948,80	2.024,55
Suministros de Oficina		300,00	312,00	324,48	337,45
Aseo y Limpieza		480,00	499,20	519,17	539,93

Movilización		240,00	249,60	259,59	269,96
Imprevistos		1.200,00	1.248,00	1.297,92	1.349,83
Total egresos de Efectivo		**67.849,92**	**70.563,91**	**73.388,40**	**76.321,67**
Depreciaciones (-)		254,96	254,96	254,96	254,96
Amortizaciones (-)		125,00	125,00	125,00	125,00
Utilidad Bruta		**23.270,12**	**35.606,13**	**47.831,64**	**59.998,37**
15% Participación de los trabajadores		3.490,52	5.340,92	7.174,75	8.999,76
Impuesto a la renta 25%		5.817,53	8.901,53	11.957,91	14.999,59
UTILIDAD NETA		**13.962,07**	**21.363,68**	**28.698,98**	**35.999,02**
Depreciaciones (-)		254,96	254,96	254,96	254,96
Amortizaciones (-)		125,00	125,00	125,00	125,00
Recuperación capital de trabajo					32990,3
Flujo Neto de Efectivo	**-49344,10**	**14.342,03**	**21.743,64**	**29.078,94**	**36.378,98**
Tasa de descuento	**18%**				
VAN(i = 14% anual)	***$ 18.538,9***				
TIR	***31%***				

Tabla 4.10: Flujo de caja esperado.

Una vez realizado el cálculo de los indicadores, VAN con un valor mucho mayor que cero y el TIR con un valor mayor que la tasa de interés se puede decir que el proyecto es rentable y por lo tanto recomendable de llevarlo a la práctica.

BIBLIOGRAFÍA CAPÍTULO IV

[1] http://es.wikipedia.org/wiki/VAN

[2] http://es.wikipedia.org/wiki/Tasa_interna_de_retorno

[4] http://es.wikipedia.org/wiki/Tasa_de_inter%C3%A9s

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

- Las compañías distribuidoras de energía eléctrica han encontrado, en las tecnologías de transmisión de datos una alternativa de comunicaciones, de bajo costo en relación con los medios tradicionales. De esta manera, hoy en día, se encuentran aplicaciones en: monitoreo de subestaciones eléctricas; información de costos y consumos para clientes comerciales e industriales; cancelación y contratación del servicio eléctrico y pagos en línea para consumidores residenciales.

- Por otro lado AMR (Automatic Meter Reader) incluye los beneficios siguientes: bajo costo de la lectura de medición, mediciones exactas y eliminación de estimaciones; en otras palabras, se cree que consumidores satisfechos son menos propensos a realizar robos de energía.

- En lo que se refiere a protocolos de comunicaciones, continúan predominando los protocolos propietarios sobre los estandarizados, debido a su orientación a la explotación de datos y capacidades de los medidores electrónicos.

- En la actualidad las compañías de electricidad en muchos países están utilizando los AMR para la actividad básica de facturación de consumos, esta tecnología puede proporcionar el mejoramiento del servicio al cliente y de la eficiencia operacional.

- Las aplicaciones móviles continúan evolucionando y presentando nuevas oportunidades de negocios para la industria.

- El avance tecnológico de hoy en día invita a que cada vez más se dependa de este, el prototipo diseñado constituye así una ayuda útil, puede adaptarse con mucha facilidad a estas circunstancias, es de por si una herramienta de telemetría efectiva, la cual podría adaptarse a diversas funcionalidades como por ejemplo en la seguridad de nuestros hogares, con un mensaje de texto se podría activar una alarma o enviar información al usuario en caso de robo etc.

- Con el diseño de este prototipo se pretende ofrecer una herramienta para automatizar la recolección de datos de consumo de energía eléctrica, y así las empresas eléctricas puedan dar un mejor servicio al cliente tanto en el control como en facturación.

- En la aplicación desarrollada de nombre CENTRAL DE MONITOREO MEDIDOR LANDIS+GYR, el usuario dispone de una interfaz amigable la cual le ayuda a encontrar con facilidad cualquier información que se encuentre almacenado en la base de datos

- El prototipo permite obtener información actualizada en cualquier momento, ya que posee una herramienta que permite realizar una petición remota desde el centro de monitoreo, se puede aprovechar esto para realizar un control ocasional si así se lo quiere.

- El problema más significativo es la pérdida de energía en la estación de monitoreo ya que si esto sucede, el teléfono se saturaría de mensajes de texto enviados desde el prototipo que se encuentra conectado al medidor, y una vez conectado se reanudaría la descarga pero los datos que llegaron en ese periodo de ausencia de energía se perderían.

- El costo/beneficio de una instalación de medición requiere considerar estos factores para elegir la estrategia de implantación óptima. En este sentido, los procedimientos de medición también afectan las características requeridas de las tecnologías.

5.2 RECOMENDACIONES

- El esquema general de medición que se está implantando en los mercados abiertos. En este esquema se distinguen tres bloques principales que, con variantes en sus denominaciones, son: instalaciones de medición, medios de comunicaciones y centros de control.

- El esquema puede variar de país a país en función de los requerimientos operativos del modelo de mercado. En el centro de control se lleva a cabo la administración del sistema de medición. El centro está integrado por equipos de cómputo, bases de datos cliente/consumo, interfaces a los medios de comunicaciones y herramientas de aplicación. Los medios de comunicaciones, integrados por canales y protocolos de comunicaciones, constituyen el enlace entre el centro de control y las instalaciones de medición. Estas últimas constituyen el punto donde nace la medición y están formadas, básicamente, por transformadores de medición, medidores electrónicos de energía, concentradores de datos e interfases a los medios de comunicaciones.

- La instalación de medición es el elemento primario del sistema de medición. Su equipamiento y configuración dependen del punto de medición: consumidor final, planta de generación o subestación eléctrica y puntos críticos de las redes de transmisión y distribución. Su equipamiento puede estar concentrado en un sólo sitio o distribuido en la planta, subestación y red eléctrica de transmisión y distribución.

- Reducción de costos de tecnología: los costos de tecnología móvil y por sensores son más baratos que nunca y expandirán la conectividad y las capacidades de cobertura; obtener datos en movimiento es cada vez más fácil y económico.

- La aplicación puede ejecutarse sin problemas sobre una maquina que tenga instalado una versión de Visual Basic 6.0 o superior ya que sin esto, el ejecutable de la aplicación no funciona.

- La maquina donde se instale la aplicación debe poseer un puerto serial de 9 pines o puerto COM donde se conecta el prototipo para realizar la descarga de datos.