



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA PROTOTIPO DE
COMUNICACIONES DE TELEMETRÍA PARA LA
SUPERVISIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA
ELÉCTRICA BASADA EN LA TECNOLOGÍA GPRS.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES
P R E S E N T A

**ANGÉLICA BAUTISTA BETANZOS
EUGENIA CASTAÑEDA SALAS**

DIRECTOR DE TESIS: DR. LUIS ANDRÉS BUZO DE LA PEÑA



MÉXICO, D.F.

2005

m341001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Este documento esta dedicado, en primer lugar, a mi Mamá que me ha enseñado que la vida es más difícil y hermosa de lo que uno se imagina cuando sueña y que todo es posible si tienes la fuerza para levantarte.

A mis hermanos que siempre han estado conmigo en las buenas y en las malas para acompañarme a cada paso que doy.

A mi amiga Angélica que me ha acompañado en los momentos en los que uno necesita a un amigo, para saber a donde ir, en donde he dicho estoy perdida y no sé que hacer, en esos momentos donde necesitamos a un amigo.

A mi amiga Estela, a mi Cuñis, a Doris, a todas las mujeres de mi vida, que las admiro con el corazón, que han iluminado mi vida y le han dado su luz para continuar, como lo hace el sol con la luna.

A Esteban que se ha preocupado por enseñarme y guiarme, a mis compañeros de trabajo que me han hecho ver la vida de otra manera.

Gracias a todos por que sin ustedes yo no sería posible.

Eugenia

Quiero darles las GRACIAS a:

Mis padres, Roberto y Silvia, que a través de su amor me han dado enseñanzas invaluable y que con esfuerzos me dieron una educación superior, con la cual espero seguir haciéndolos sentir orgullosos de mí, este logro también es suyo.

Mis hermanos, Roberto y Diana, de los cuales siempre he recibido cariño y ternura, pero también apoyo y orientación cuando lo necesitaba, este logro también es suyo.

A toda mi familia, que con su unión y valores me han hecho sentir muy afortunada por estar con ustedes.

A Eugene, que ha sido mi “cómplice” de aventuras en estos años y que comparte también conmigo este logro, Gracias!!.

A Lucy, Estela, Eric, Gerardo, Lilian, Jorge, Hugo, Evelyn, Yuzeth, Angel, Alejandro, Juan Carlos, a todos ustedes por que me han cambiado la vida, cada uno a contribuido a formar a la Angélica que soy ahora (así que ustedes son los culpables, ja ja), gracias por los momentos compartidos, esto también es por ustedes.

Al Dr. Buzo que nos dio la oportunidad de realizar esta tesis en un problema práctico, pero sobre todo por darnos la oportunidad de conocer en nuestro primer trabajo a personas tan lindas que forman parte de SOFTEL.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Facultad de Ingeniería, a los profesores (sobre todo a los del área de Telecomunicaciones), a los compañeros de aula, por llenar mi vida universitaria de conocimiento, no sólo académico, sino también humano.

A todos Ustedes, Gracias.

Angélica

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

TEMA PROPUESTO:

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

INDICE.

INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA LICITACIÓN DE COMPAÑÍA DE LUZ Y FUERZA DE MÉXICO.	5
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA LICITACIÓN DE COMPAÑÍA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO.	6
1.1.1.- Objetivo	6
1.1.2.-Características generales del Sistema Integral de Supervisión de la Facturación y el Consumo de Energía Eléctrica (SISFC).....	6
1.1.2.1 Escalabilidad	7
1.1.2.2 Arquitectura distribuida	7
1.1.2.3 Arquitectura abierta	7
1.1.2.4 Configuración	7
1.1.3.- Capa de Adquisición	8
1.1.3.1 Componentes de la Capa de Adquisición	9
1.1.4 Red pública de comunicación	9
1.1.4.1 Especificación técnica de interfaces de red	10
1.1.4.2 Especificación técnica del servicio de la red pública de comunicación	12
1.1.4.3 Especificación de la calidad del servicio de la red pública de comunicaciones.....	14
1.1.4.4 Sistema de gestión de red pública	14
CAPÍTULO 2: GPRS – GENERALIDADES.	17
2.1 ANTECEDENTES.	17
2.2 ARQUITECTURA DE RED GSM.	20
2.3 ARQUITECTURA DE RED GPRS.	23
2.3.1 Comunicación de Datos en GPRS.....	27
2.4 CAPACIDADES.	32
2.5 VENTAJAS / DESVENTAJAS.	33
2.5.1 Ventajas.....	33
2.5.2 Desventajas.....	34
2.6 COMPARACIÓN DE LA RED GPRS CON OTRAS TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN 2.5.	34
Tecnología.....	35
CAPÍTULO 3: ESPECIFICACIÓN DE TRANSMISIÓN DE DATOS Y DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN (ANSI 12.18 STANDARD) EN LOS MEDIDORES DE LUZ.....	37
3.1 ESTADOS DE ACTIVIDAD DEL DISPOSITIVO REMOTO.	38
3.1.1 Servicios soportados en cada estado de actividad	39

**Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del
Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.**

3.2 DEFINICIÓN DE PAQUETES Y CÓDIGOS DE PETICIÓN.....	41
3.3 CÓDIGOS DE RESPUESTA A LA PETICIÓN.....	51
3.4 TABLAS ESTÁNDAR.....	58
Descripción.....	60
Código.....	69
Descripción.....	70
CAPITULO 4: SOLUCIÓN PROTOTIPO.....	78
4.1.2 Diagrama de comunicación.....	79
4.3 VENTAJAS / DESVENTAJAS DE LA SOLUCIÓN PROTOTIPO.....	81
4.3.1 Ventajas.....	81
4.3.2 Desventajas.....	84
CAPITULO 5: CONCLUSIONES.....	85
APÉNDICES.....	86
A. EJEMPLOS DE TABLAS ESTÁNDAR.....	86
C. LISTA DE ACRÓNIMOS.....	92
D. TABLAS.....	96
BIBLIOGRAFÍA.....	99

Introducción.

En Luz y Fuerza del Centro se tiene un serio problema en la medición y tarificación del consumo de energía eléctrica de sus grandes clientes, ya que al no poder determinar el estado de los medidores de luz y de su información, se obtienen lecturas erróneas del consumo de energía, repercutiendo en pérdidas económicas para la compañía.

Es por esta situación que la compañía de luz implementará un sistema para el monitoreo y tarificación del consumo de energía eléctrica de sus clientes mayores. Por la naturaleza del problema, el sistema debe ser escalable, de arquitectura flexible y distribuida, que utilice estándares de comunicación entre sus componentes y que permita el monitoreo y gestión de los equipos remotos (medidores de luz) para asegurar la correcta recolección de la información almacenada. Éste sistema se pretende evaluar, en primera instancia, en dos redes de comunicación: una pública y otra privada.

En la presente tesis se expondrá una solución prototipo para la capa de adquisición en la parte de red pública de comunicación, que al ser adaptada de manera adecuada pueda ser una solución real para el problema de la compañía de Luz y Fuerza del Centro.

En el primer capítulo se mencionan las características del sistema de comunicaciones, en la parte de red pública, que necesita la compañía de Luz para poder gestionarla.

En el segundo capítulo se muestra como antecedentes una breve reseña de la evolución de la telefonía celular (desde los 80's con AMPS hasta nuestros días con la llamada tercera generación), así como la arquitectura general de la red GSM y la forma en que se reutilizan los recursos en la infraestructura de ésta, para dar el servicio de transporte de datos o red GPRS.

En el tercer capítulo se hace un estudio del protocolo estándar de comunicación de los medidores digitales (ANSI C 12.18) para su implementación en la solución prototipo.

En el cuarto y último capítulo de esta tesis, se presenta la solución prototipo basada en la tecnología GPRS y en el estándar de comunicación de los medidores y los alcances que ésta solución puede tener al implementarse de manera real.

Por último se encuentran las conclusiones generales de este trabajo y de la solución propuesta.

Capítulo 1: Descripción De La Licitación de Compañía de Luz y Fuerza de México.

Telemetría se define como "la posibilidad de medir a distancia", es decir, para nuestros propósitos podríamos interpretarla como la capacidad de leer datos remotos mediante un sistema de telecomunicaciones.

Es en este sentido que existen múltiples procesos que requieren de una medición de parámetros precisa, ya sea para tarificar, controlar o tomar acciones preventivas dependiendo de la información que se obtenga.

Algunos de los dispositivos o procesos factibles de obtener parámetros de medición vía remota son:

- Sistemas de Punto de Venta e Inventarios.
- Estaciones meteorológicas (temperatura, humedad, presión, velocidad y dirección del viento, etc).
- Parámetros en operación de motores.
- Temperatura en edificios de oficinas.
- Lectores de nivel (agua, sustancias químicas, etc).
- Lectores de caudal para fluidos.
- Parámetros eléctricos en subestaciones.
- Nivel de carga en bancos de baterías.
- Nivel de diesel en plantas de emergencia.

Generalmente la información recolectada se utiliza para realizar análisis estadísticos, llevar control administrativo, procesar facturación (por consumo de energía o agua), etc.

En la mayoría de los casos el equipo remoto es capaz de transmitir la información medida (ventas, faltantes en inventarios, nivel de agua, radiación, temperatura, humedad), pero no posee la inteligencia necesaria como para realizar la llamada hacia un centro de control.

Debido a esta característica, los equipos de medición se clasifican en activos y pasivos:

a) Equipos de medición pasivos: son aquellos equipos capaces de recibir una llamada de datos, procesarla y enviar la información recopilada o mediciones instantáneas hacia el

servidor central que hace la requisición de información, pero no puede conectarse al servidor central por sí mismo.

b) Equipos de medición activos: se definen como los equipos que poseen un procesador interno con memoria y un puerto de comunicaciones serial, capaces de realizar una marcación, en este caso el servidor central recibe la llamada y procesa la información, es decir, son aquellos que pueden conectarse automáticamente al servidor central. Dependiendo de la aplicación puede ser capaz de enviar alarmas ante una situación de emergencia.

La mayoría de las veces, los equipos de telemetría se encuentran en lugares de difícil acceso, por lo que la energía eléctrica se provee mediante celdas solares o baterías donde el suministro de electricidad es intermitente. Debido a estas circunstancias los equipos de transmisión de datos deben tener un consumo bajo de corriente.

1.1 Descripción de la Licitación de Compañía de Luz y Fuerza del Centro.

La compañía de Luz y Fuerza del Centro actualmente recolecta la información del consumo de energía eléctrica en el sitio donde se encuentran instalados cada uno de los medidores; esta situación no le permite a la compañía de luz tener un control del estado de sus equipos y del consumo diario de sus clientes.

Es por esta causa, que la compañía de Luz lanzó la convocatoria para la implementación de un sistema llamado “Sistema Integral de Supervisión de la Facturación y el Consumo de Energía Eléctrica” para el monitoreo y tarificación del consumo de energía de sus clientes mayores.

1.1.1.- Objetivo

El objetivo es definir las características del Sistema Integral de Supervisión de la Facturación y el Consumo de Energía Eléctrica, (SISFC), que será licitado y se utilizará para supervisar la operación de los procesos de medición del consumo de energía eléctrica en los clientes y asegurar la medición correcta de la energía.

Este sistema puede llegar a tener una cobertura de 10,000 medidores el año 2006, con 150 usuarios internos y externos, el cual eventualmente puede crecer a 30,000 medidores en 15 años.

1.1.2.-Características generales del Sistema Integral de Supervisión de la Facturación y el Consumo de Energía Eléctrica (SISFC).

El SISFC debe ser un sistema flexible que pueda adaptarse a futuros cambios de arquitectura y de capacidad para que siga siendo funcional para la compañía de Luz y Fuerza.

1.1.2.1 Escalabilidad.

Las capas de la arquitectura del SISFC deben ser escalables para incrementar la cantidad de medidores, desde un mínimo de 1,000 hasta un límite máximo de 30,000, considerando la integración de nuevos equipos de adquisición de datos, líneas de comunicación, sistemas de almacenamiento y aplicaciones de usuarios, sin disminuir su desempeño general.

1.1.2.2 Arquitectura distribuida.

La arquitectura hardware y software de los servidores de todas las capas del SISFC debe ser distribuida. Asimismo, deben tener la capacidad de concentrarse o distribuirse en uno o varios equipos de cómputo y en forma geográfica.

1.1.2.3 Arquitectura abierta.

Los sistemas operativos, componentes, aplicaciones, equipos, base de datos y sistemas del SISFC deben utilizar estándares para integración con diferentes plataformas de hardware y software.

1.1.2.4 Configuración.

Todos los módulos, funciones y tareas de todas las capas deben tener la capacidad para ser configurados local y remotamente por usuarios internos.

La arquitectura del SISFC debe considerar, entre otros elementos, las siguientes capas:

- **Capa de adquisición.** Encargada de adquirir los datos de los medidores y transferirlos a las capas de almacenamiento y procesamiento.
- **Capa de almacenamiento.** Encargada del acopio, integridad, control de acceso y administración de la información adquirida y procesada de los medidores.
- **Capa de procesamiento.** Conjunto de servicios y módulos para procesar los datos adquiridos de medidores; datos históricos, alarmas y eventos, así como peticiones de información de los usuarios internos y externos.
- **Capa de explotación.** Encargada de atender las solicitudes de información y presentar resultados a los usuarios internos y externos.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Arquitectura física del SISFC

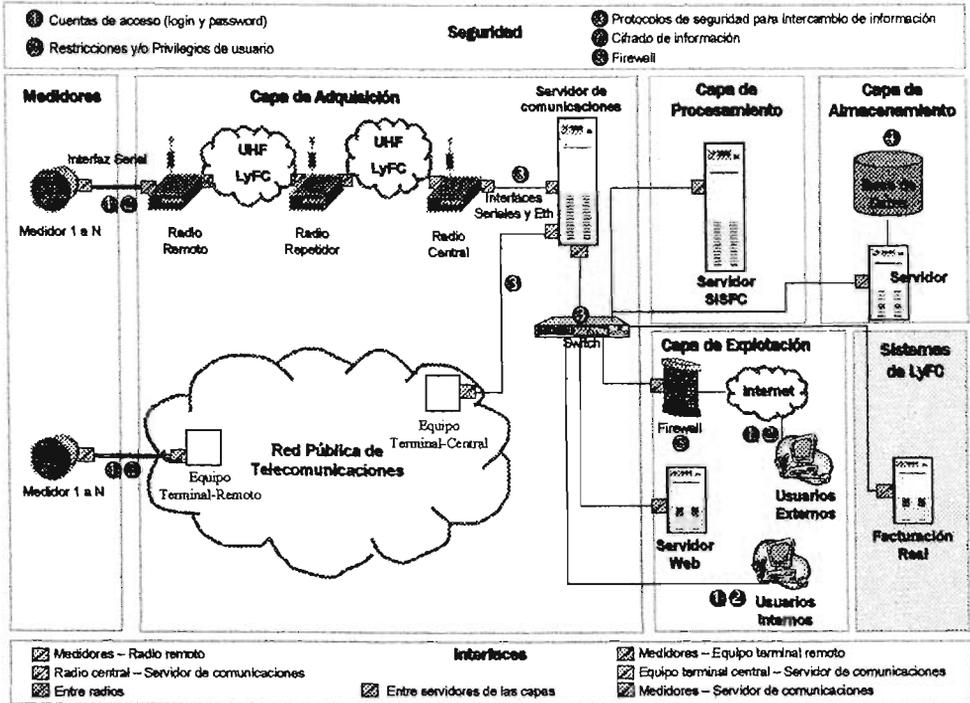


Ilustración 1.1.2.4 Arquitectura física del SISFC

A continuación se detalla la capa de adquisición.

1.1.3.- Capa de Adquisición

La capa de adquisición es la parte del sistema que recolectará la información, por lo que debe cumplir con las siguientes funcionalidades básicas:

- Habilidad para encuestar (“Poleo”) de manera remota hasta 10,000 medidores a través de los diferentes puertos del servidor de comunicaciones utilizando una red de comunicaciones.
- Realizar el “poleo” de manera secuencial para todos los medidores conectados a cada puerto.
- Recibir datos de los medidores.
- Recibir llamadas del medidor.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

- Atender peticiones de lectura y/o edición del medidor por parte del Usuario avanzado y Administrador.
- La red de comunicaciones deberá tener la capacidad de funcionar en los modos de operación punto-multipunto y punto-a-punto.
 - Operación punto-multipunto: Transmitir datos entre un puerto del servidor de comunicaciones y hasta “n” medidores asociados a dicho puerto, en un modo de operación de “poleo”, donde el servidor de comunicaciones interroga individualmente y de manera secuencial cada uno de los medidores o mediante prioridades.
 - Operación punto-a-punto: Transmitir datos entre un puerto del servidor de comunicaciones y un medidor en particular, en un modo de operación punto-a-punto, donde indistintamente el servidor de comunicaciones o alguno de los medidores podrá iniciar la sesión de comunicación.

1.1.3.1 Componentes de la Capa de Adquisición.

La capa de adquisición constará de los siguientes elementos:

- a) Servidor de comunicaciones y equipo de apoyo.
- b) Red privada de comunicaciones: en la banda UHF que tiene asignada LyFC.
- c) Red pública de comunicaciones: de un operador de red pública de telecomunicación.
 - Equipos terminales.
 - Centrales.
 - Remotos.
 - Interfaz de comunicaciones entre componentes.
 - Servidor de comunicaciones y equipo terminal central.
 - Equipo terminal remoto y medidor.
- d) Switch.
- e) Gabinetes.

1.1.4 Red pública de comunicación.

Esta infraestructura tendrá la capacidad de comunicación bidireccional entre el servidor de comunicaciones (punto central) y los medidores (equipos remotos) que integran la capa de adquisición.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

1.1.4.1 Especificación técnica de interfaces de red.

La red de comunicación propuesta deberá considerar para su integración al SISFC, las interfaces para conectar la red con cada uno de los puertos del servidor de comunicaciones y con cada uno de los medidores, de acuerdo con las siguientes especificaciones:

- El esquema de red de comunicación deberá apegarse a cualquiera de los siguientes casos:

Tabla 1.1.4.1 Interfaces del sistema SISFC.

Caso	Servidor de comunicaciones con protocolo	Red de comunicaciones con protocolo	Medidor con protocolo	Solución
1	TCP/IP	TCP/IP	TCP/IP	Proveer una función para manejar código de datos del medidor en TCP/IP y transmisión síncrona /asíncrona.
2	TCP/IP	TCP/IP	NO TCP/IP	Proveer una función que realice la conversión de TCP/IP a código de datos del medidor y viceversa.
3	TCP/IP	NO TCP/IP	NO TCP/IP	Proveer una función que realice la conversión de TCP/IP manejado por el servidor de comunicaciones a protocolo propietario de la red y viceversa. Proveer una función que realice la conversión de protocolo propietario de la red a código de datos del medidor y viceversa.
4	TCP/IP	NO TCP/IP	TCP/IP	Proveer una función que realice la conversión de TCP/IP manejado por el servidor de comunicaciones a protocolo propietario de la red y viceversa. Proveer una función que realice la conversión del código del medidor en TCP/IP a protocolo propietario de la red y viceversa.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

- Interfaz entre la red y el servidor de comunicaciones: se definen las siguientes características de interfaz:
 - Interfaz física: Cualquiera de las interfaces RS-232 o 10/100 BaseT en el servidor de comunicaciones.
 - Protocolo de comunicación:
 - En caso de que la red reconozca protocolo TCP/IP, se manejará código de datos del medidor en TCP/IP y transmisión síncrona/asíncrona (casos 1 y 2).
 - En caso de que la red no reconozca protocolo TCP/IP, se deberá proveer una función que realice la conversión de código del medidor en TCP/IP al protocolo propietario de la red y viceversa (casos 3 y 4).
- Interfaz entre la red y el medidor: con el objeto de integrar futuros medidores de diversos fabricantes, cuyo protocolo propietario puede ser necesario para operar toda la funcionalidad del SISFC, se debe desarrollar una interfaz de datos para la adquisición y edición remota de información de los medidores, así como incluir la documentación detallada de su definición, por lo tanto se definen las siguientes características.
 - Interfaz física: Interfaz RS-232.
 - Protocolo de comunicación que corresponda.

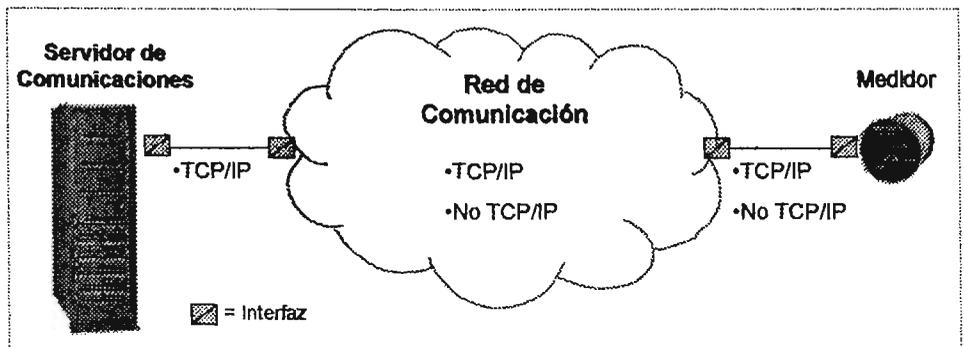


Ilustración 1.1.4.1.1 Interfaces de comunicación.

1.1.4.2 Especificación técnica del servicio de la red pública de comunicación.

Para cumplir en su totalidad con el proyecto, eventualmente se requerirá una cobertura de la red de comunicaciones en todo el D.F. y en los municipios de los siguientes estados: Estado de México, Morelos, Hidalgo y Puebla que constituyen el área de servicio de LyFC; para la primera etapa LyFC requiere una cobertura mediante la red de comunicaciones, solamente en las Delegaciones y Municipios siguientes:

Tabla 1.1.4.2 Cobertura.

ENTIDADES FEDERATIVAS			
Entidad Federativa	Delegaciones o Municipios	División	Región
ESTADO DE MÉXICO (45 Municipios)	Apasco	Norte	Cuautitlán
	Atizapán De Zaragoza	Norte	Tlalnepantla
	Atlautla	Oriente	Chalco
	Axapusco	Norte	Ecatepec
	Chimalhuacán	Poniente	Chapingo
	Coacalco	Norte	Ecatepec
	Coyotepec	Norte	Cuautitlán
	Cuautitlán Romero Rubio	Norte	Cuautitlán
	Cuautitlán Izcalli	Norte	Cuautitlán
	Ecatepec	Norte	Ecatepec
	Huehuetoca	Norte	Cuautitlán
	Hueyoxtla	Norte	Cuautitlán
	Huixquilucan	Poniente	Cuajimalpa
	Isidro Fabela	Norte	Cuautitlán
	Ixtapaluca	Oriente	Chalco
	Jaltenco	Norte	Cuautitlán
	Jilotzingo	Norte	Tlalnepantla
	Lerma	Toluca-Cuernavaca	Toluca
	Los Reyes La Paz	Oriente	Chapingo
	Melchor Ocampo	Norte	Cuautitlán
	Naucalpan	Poniente	Naucalpan
	Netzahualcóyotl	Oriente	Chapingo
	Nextlalpan	Norte	Cuautitlán
	Nopaltepec	Norte	Ecatepec
	Ocoyoacac	Toluca-Cuernavaca	Toluca
	Otumba	Norte	Ecatepec
	San Martín Pirámides	Norte	Ecatepec
Tecamac	Norte	Ecatepec	
Temamatla	Oriente	Chalco	

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Temascalapa	Norte	Ecatepec
Teoloyucan	Norte	Cuautitlán
Teotihuacán	Norte	Ecatepec
Tepotzotlan	Norte	Cuautitlán
Tequixquiac	Norte	Cuautitlán
Texcoco	Oriente	Chapingo
Tezoyuca	Oriente	Chapingo
Tlalnepantla	Norte	Chapingo
Toluca	Toluca-Cuernavaca	Toluca
Tultitlán	Norte	Cuautitlán
Valle De Chalco Sol.	Oriente	Chalco
Villa Nicolás Romero	Norte	Cuautitlán
Xonacatlan	Toluca-Cuernavaca	Toluca
Zinacantepec	Toluca-Cuernavaca	Toluca
Zumpango	Norte	Cuautitlán

El sistema está enfocado a grandes consumidores, por lo que es probable que exista infraestructura de comunicaciones en esos sitios, sin embargo, en donde no puedan darse las comunicaciones con la infraestructura especificada, el licitante propondrá, para las zonas que defina sin cobertura con la tecnología propuesta a LyFC, una solución alternativa y cuyo costo deberá estar incluido en el servicio de comunicaciones ofertado.

Se deberá definir los atributos de calidad de servicio o de operación de la red, tales como el esquema que prevalecerá para la transferencia de datos en puntos remotos cuando la red se encuentre en situación anormal (congestión o fallas); tiempos mínimos, medios y máximos de transferencia de datos; confiabilidad señalando probabilidad de pérdidas, duplicación, mal ordenamiento y/o corrupción de las tramas de datos; retardo mínimo, medio y máximo para transferencia de datos de extremo a extremo.

Habrà que describir las medidas defensivas posibles de implementar, para garantizar la integridad de la información y evitar el acceso indebido al SISFC, tales como:

- Medidas defensivas ante ataques provenientes de usuarios de la red, por ejemplo en red pública: un equipo inalámbrico de un cliente del operador concesionado que pretende establecer comunicación para adquirir información de los medidores de LyFC.
- Ataques provenientes de usuarios de la red externa de INTERNET.
- Algoritmos de cifrado y longitud de llaves utilizados para las siguientes capas de la red: LLC (Logical Link Control), RLC (Radio Link Control), MAC (Medium Access Control).
- Método de intercambio seguro de llaves entre la terminal del punto remoto y el medio de comunicación.

- Método de autenticación de datos en los equipos terminales.
- Metodología para desbloquear o reiniciar un equipo terminal remoto.
- Indicar los Firewalls y detectores de intrusos, así como las políticas bajo las cuales operarán.

1.1.4.3 Especificación de la calidad del servicio de la red pública de comunicaciones.

El servicio otorgado deberá cumplir los siguientes puntos:

- Velocidad de transmisión bidireccional entre el servidor de comunicaciones y el medidor: mínimo 9600 bps.
- Disponibilidad del enlace (extremo a extremo): 99.7% mínima.
- Retardo de tránsito en la red (extremo a extremo): 500 milisegundos máximo.
- Porcentaje de entrega de unidades de datos (rendimiento): 99.95% mínimo.
- Tiempo máximo de interrupción: 24 horas máximo tras caída del acceso a un sitio remoto y 4 horas máximo tras caída del acceso al servidor de comunicaciones o de la infraestructura de red.
- Procedimiento de Escalamiento para la atención de fallas.
- Tiempo de respuesta para atención de reportes de fallas: máximo 15 minutos.

1.1.4.4 Sistema de gestión de red pública.

Para verificar por parte de LyFC el cumplimiento de los niveles de servicio prestados, el operador de la red pública de telecomunicaciones (propuesto por el integrador) deberá entregar electrónicamente y en un formato estandarizado, para su despliegue en la consola de gestión de la red privada de radiocomunicación, reportes de desempeño de los enlaces (con una antigüedad no mayor de 15 minutos), los cuales deberán al menos incluir: % de utilización del medio de transmisión, % de entrega de unidades de datos y retardo de tránsito en la red extremo-a-extremo.

La red de radiocomunicación deberá integrar un sistema de gestión basado en estándares cumpliendo con las siguientes características:

- Deberá entregar reportes de estado y alarmas (configurables) de enlaces al servidor de comunicaciones.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

- Deberá intercomunicarse con el servidor de aplicaciones mediante la red LAN.
- El equipamiento hardware y software necesario para alojar el sistema de gestión, deberá ser propuesto y suministrado por el licitante que satisfaga las funciones de gestión indicadas en este inciso.
- Consola de gestión.
 - El sistema se integra por una consola de gestión, conectada a uno de los puertos 10 BaseT o RS-232 del equipo Radio Central.
- Basado en el sistema operativo Microsoft Windows versión 2000 o superior.
- Capacidad de gestión al menos de 256 grupos de equipos, con al menos 1024 equipos por cada grupo.
- Soporte sesiones de gestión a través de las interfaces de puertos seriales y/o de Red del puerto de red 10 baseT. Esto es, administrar los equipos tanto por el puerto de red como por el puerto serial.
- Operación multisesión (varias funciones de gestión simultáneas), con despliegue en múltiples ventanas.
- Funciones de Gestión.
 - Actualización del software de comunicaciones.
 - Configuración de:
 - Puertos de usuario (parámetros de protocolo y de interfaz física)
 - Módulo de Radiofrecuencia (identificadores de equipo, parámetros de protocolo de aire y físicos del radio)
 - Topología de la red.
 - Monitorear:
 - Operación interna y externa de los equipos (Estado de puertos de: usuario, de radio y de red)
 - Estadísticas del equipo (puertos de usuario, puertos de radio, puertos de red).
 - El software de comunicaciones
 - Monitorear, configurar, almacenar y reportar Alarmas (de sistema y de puertos).
 - Activar y Desactivar Herramientas de Diagnóstico (reinicialización de equipos, actualización de software, autodiagnóstico, diagnóstico de puertos y pruebas de enlace).

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

- Gestión de fallas.-En el caso de que en el entorno de red ocurra un fallo y se interrumpe el servicio, se deben de aislar los nodos que provoquen la falla para restablecer el servicio normal.
- Gestión de rendimiento.- Cuando el rendimiento de la red, tomando en cuenta tiempo de respuesta y volumen de transmisión en algún punto, sea inferior al 90%, deberán identificarse los puntos en los que esto sucede.
- Gestión de capas.- La capacidad de modificar los parámetros de los protocolos de transporte (como tiempo de vida y cronómetro de retransmisión) para los elementos de la red, mientras la red está operando. Así como también la capacidad de configurar los puertos de interfaz física y lógica de cada uno de los equipos terminales de la red (el tipo de protocolo a operar, tipo de transmisión: síncrona/asíncrona, tamaño de trama, direccionamiento, velocidad, etc.) para adecuarlos a cada tipo de medidor a instalar.
- Gestión de identificadores.- Capacidad para establecer y/o modificar la identificación de los puntos terminales de red, en cuanto a su localización y/o medidores conectados.
- Gestión de seguridad. Activar los servicios y políticas necesarios para mantener la confidencialidad, integridad y autenticidad de la información que viaje por la red inalámbrica.
- Gestión de configuración y actualización del software de los puntos terminales de la red.- Capacidad para cambiar y almacenar la configuración y el software residente, en forma local y remota, a cada uno de los equipos de radio remoto en los puntos terminales de red.
- Gestión de control de toda la red.- Contar con la capacidad de gestionar hasta 1024 equipos por célula, y hasta 256 células distintas.

Capítulo 2: GPRS – Generalidades.

2.1 Antecedentes.

En 1978, en Estados Unidos (Chicago y New Jersey) se introdujo el Advanced Mobile Phone System (AMPS), sin embargo, el lanzamiento comercial fue hasta 1983 con Ameritech debido a problemas de carácter regulatorio que tuvo que resolver la Federal Communication Comision (FCC).

En Europa, a principios de los 80's, después de que el Nordic Mobile Telephony (NMT) inicio su operación comercial, se hizo evidente para algunos países europeos que los sistemas de telefonía móviles analógicos existentes tenían limitaciones. En primer lugar, la demanda potencial para los servicios móviles era mayor que la capacidad de las redes analógicas existentes. En segundo lugar, los diferentes sistemas existentes no ofrecían compatibilidad para sus usuarios: una terminal Total Access Communications System (TACS) no podía acceder a una red NMT ni viceversa. Estas circunstancias apuntaban hacia el diseño de un sistema nuevo.

El mayor requisito para un sistema de radio común es un ancho de banda común. Esta condición se cumplió en 1978, cuando se decidió reservar una banda de frecuencia de dos veces 25 MHz en torno a la frecuencia de los 900 MHz para comunicaciones móviles en Europa.

La Conférence Européenne des Postes et Télécommunications (CEPT) era un foro de estandarización que en los 80's, incluía a las administraciones europeas de Correos y Telecomunicaciones de más de 20 países. Todas estas circunstancias llevaron a la creación en 1982 de un nuevo organismo de estandarización en la CEPT, cuya labor consistía en especificar un sistema único de telecomunicaciones para Europa, en la banda de los 900 MHz. El "Groupe Spécial Mobile" (GSM), fue creado como la contraparte inalámbrica de los sistemas ISDN (Integrated Services Digital Network) y tuvo su primera reunión en diciembre de 1982, en Estocolmo. Después se cambio el acrónimo por Global System for Mobile communications (GSM).

En 1990, bajo petición del Reino Unido, se añadió a los objetivos del grupo de estandarización la especificación de una versión de GSM adaptada a la banda de frecuencias de 1800 MHz, con una asignación de 2 veces 75 MHz. Esta variante que se conoció con el nombre de DCS1800 (Digital Cellular System 1800) tuvo como objetivo proporcionar mayor capacidad en áreas urbanas.

La elaboración del estándar GSM llevó casi una década. En la siguiente tabla se muestran los principales eventos.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Tabla 2.1.1 Hitos de GSM

Fecha	Hito.
1982	Se crea el "Groupe Spécial Mobile" en la CEPT.
1986	Se establece un núcleo permanente.
1987	Se eligen las técnicas básicas de transmisión por radio, basadas en la evaluación de prototipos (1986).
1989	El GSM se convierte en un comité técnico de ETSI.
1990	Se congelan las especificaciones técnicas fase 1 del GSM900 (escritas entre 1987 y 1990).
1991	Funcionan los primeros sistemas (exposición Telecom 1991). Se congelan las especificaciones DCS1800.
1992	Los principales operadores GSM900 europeos inician la operación comercial del servicio.

Segunda generación (2G).

La segunda generación móvil 2G, corresponde a los sistemas como GSM (apoyado por el ETSI), CDMAOne (apoyado por el ANSI) y Time Division Multiple Access (TDMA), también llamado D-AMPS (Digital Advance Mobile Phone Service) por ser la versión digital de AMPS. Son sistemas digitales con técnicas avanzadas de uso del espectro radioeléctrico y con capacidades de roaming mejoradas. Se basan en un ancho de banda de 9,6 kbit/s para datos y fax. Significa un incremento en la capacidad de la red, reducción de tarifas y servicios como son los mensajes cortos (Short Message Service – SMS).

CDMA (Code Division Multiple Access): Es un término genérico que define una interfaz de aire inalámbrica basada en la tecnología de espectro disperso (spread spectrum). En los sistemas CDMA todos los usuarios transmiten en el mismo ancho de banda simultáneamente. Usa códigos matemáticos para transmitir y distinguir entre conversaciones inalámbricas múltiples. Los códigos usados para el esparcimiento tienen valores pequeños de correlación y son únicos para cada usuario. Esta es la razón por la que el receptor de un determinado transmisor, es capaz de seleccionar la señal deseada.

TDMA: Consiste en dividir un canal con ancho de banda determinado en ranuras de tiempo, de manera que los canales virtuales se crean asignando a cada comunicación una ranura de tiempo. Si se tiene, por ejemplo, un canal de 30 KHz y lo dividimos en tres ranuras de tiempo, podemos enviar información de tres comunicaciones que utilicen cada una 10 KHz. La primera comunicación utilizaría siempre la primera ranura, la segunda comunicación la segunda y así sucesivamente. Por el canal de comunicaciones se transmiten en secuencia la primera ranura, la segunda, la tercera, de nuevo la primera, la segunda, etc.

GSM: originalmente desarrollado como un estándar europeo para la telefonía móvil digital, GSM se ha convertido en el sistema móvil de uso más difundido en el mundo. Se usa en las

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

frecuencias de 900 Mhz y 1.800 Mhz en Europa, Asia y Australia, y en la frecuencia de 1.900 Mhz en Norteamérica y Latinoamérica.

PCS (Personal Communications Services): término colectivo que se refiere a los servicios de telefonía móvil de América en la banda de frecuencia de 1.900 Mhz.

PDC (Personal Digital Cellular): estándar japonés para la telefonía móvil digital en las bandas de 800 Mhz y 1.500 Mhz.

2.5G

La generación 2.5G se caracteriza por el aumento de la velocidad en la transmisión de datos utilizando redes de conmutación de paquetes.

CDMA2000 1X. El estándar IS-2000 (CDMA2000 1X) fue publicado por la TIA (Telecommunications Industry Association). 1X ofrece aproximadamente la misma capacidad para voz que CDMAOne. Las transmisiones de datos promedio son de 144 kbps. 1X se refiere a la implementación de CDMA2000 dentro del espectro existente para las portadoras de 1.25MHz de CDMAOne. El término se deriva de $N = 1$ (es decir, el uso de la misma portadora de 1.25MHz de CDMAOne) y el 1x significa una vez 1.25MHz.

GPRS (General Packet Radio Service): actualización de las redes móviles existentes que posibilita estar siempre "en línea" y brinda el servicio de internet con mucha más rapidez. Tecnología vinculada a paquetes que posibilita el internet móvil de alta velocidad (115 kbps) y otras comunicaciones de datos.

Tercera generación (3G)

Está pensada para roaming global, transmisión de datos a alta velocidad a través de técnicas avanzadas de conmutación de circuitos y de paquetes, soporta tecnología IP (Internet Protocol) y ATM (Asynchronous Transfer Mode) lo que posibilita el acceso a Internet, y en general aplicaciones multimedia móviles, con servicios personalizados y basados en la localización de los usuarios.

EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution): tecnología que da a GSM y TDMA capacidad similar para manejar servicios para la tercera generación de la telefonía móvil. EDGE fue desarrollada para habilitar la transmisión de grandes cantidades de datos a alta velocidad, 384 kbps.

CDMA2000: tecnología de radiotransmisión que favorece la evolución de CDMAOne/IS95 de banda angosta a la tercera generación, sumando múltiples operadores.

WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access): tecnología para las radiocomunicaciones digitales de banda ancha de internet, multimedia, video y otras aplicaciones que exigen mucha capacidad.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

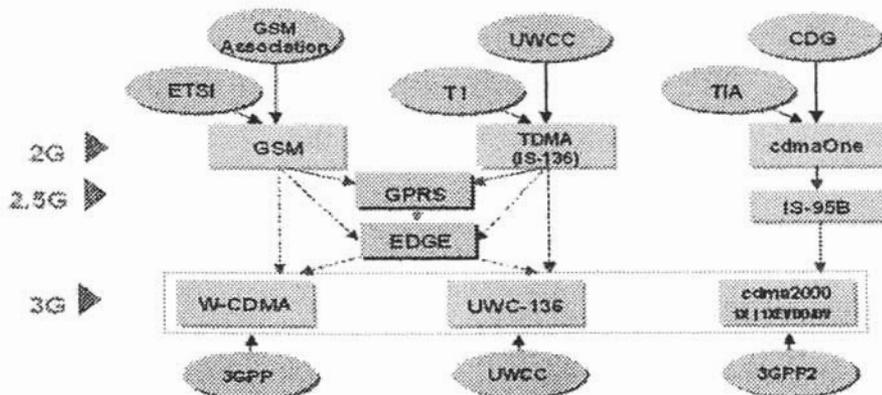


Ilustración 2.1.1. Evolución de la Telefonía Móvil.

2.2 Arquitectura de Red GSM.

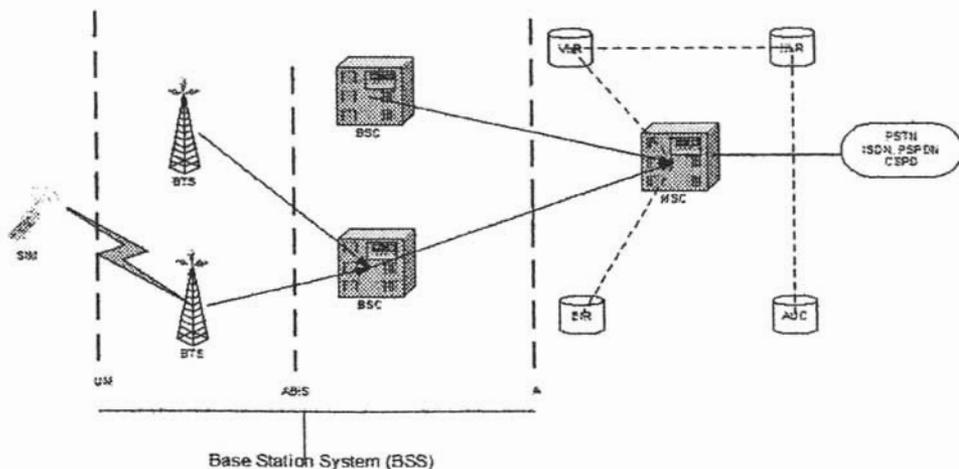


Ilustración 2.2.1. Arquitectura general de la red GSM.

Base Transceiver Station. (BTS):

La función principal de una BTS es proporcionar un número de canales de radio a la zona a la que da servicio. La antena puede ser omnidireccional o sectorial (se divide la célula en tres sectores, con diferentes juegos de frecuencias). Una BTS con un transceptor y con codificación "full rate" proporciona 8 canales en el enlace radio, uno de los cuales se utiliza para señalización. Con una codificación "half rate" el número de canales disponibles se duplica ($16=15+1$).

Base Station Controller (BSC):

La función primaria de una BSC es el mantenimiento de la llamada, así como la adaptación de la velocidad del enlace radio al estándar de 64 kbps utilizado por la red. Desde el momento en que el usuario es móvil, éste puede estar cambiando con más o menos frecuencia de celda; el procedimiento por el que la llamada se mantiene en estas condiciones sin que se produzcan interrupciones importantes se conoce con el nombre de "handover". GSM proporciona unos tiempos de conmutación mucho más bajos que otros sistemas celulares.

En GSM, durante una llamada, la estación móvil está continuamente "escuchando" a una serie de estaciones base, así como informando a la BSC de la calidad de la señal con que está trabajando. Esto permite a la BSC tomar la decisión de cuando iniciar un handover y a que célula. La BSC controla a su vez la potencia de trabajo de la estación móvil para minimizar la interferencia producida a otros usuarios y aumentar la duración de la batería.

Mobile Switching Center (MSC):

El MSC es el corazón del sistema GSM. Es el centro de control de llamadas, responsable del establecimiento, enrutamiento y terminación de cualquier llamada, control de los servicios suplementarios y del handover entre MSCs, así como la recolección de la información necesaria para tarificación. También actúa de interfaz entre la red GSM y cualquier otra red pública o privada de telefonía o datos. Para soportar los servicios telemáticos, la MSC incorpora un elemento conocido como GIWU.

Home Location Register (HLR):

El HLR contiene información de estado (nivel de subscripción, servicios suplementarios, etc.) de cada usuario asignado al mismo, así como información sobre la posible área visitada, a efectos de direccionar llamadas destinadas al mismo (terminadas en el móvil).

Centro de autenticación (AUC):

Es una base de datos conectada al HLR, la cual proporciona los parámetros de autenticación y encriptación que son utilizados para proporcionar la seguridad en la red.

Registro de identificación de equipos (EIR):

Es una base de datos que contiene información sobre los equipos móviles y se utiliza para bloquear llamadas de equipos robados o con fallas.

Visitor Location Register (VLR):

El VLR contiene información de estado de todos los usuarios que en un momento dado están registrados dentro de su zona de influencia; información que ha sido requerida y obtenida a partir de los datos contenidos en el HLR del que depende el usuario. Contiene información sobre si el usuario está o no activo, a efectos de evitar retardos y consumo de recursos innecesarios cuando la estación móvil esta apagada.

De acuerdo con la información transportada, se definen dos tipos de canales lógicos: canales de control y canales de tráfico. Los canales de tráfico se utilizan exclusivamente para transportar la información del usuario. El uso principal de los canales de control es transferir la información de señalización. Los canales de control pueden dividirse en canales de control comunes y canales de control dedicados.

Canales de Control Comunes:

Según sus funciones, existen cuatro tipos de canales de control:

- El Canal de Control de Difusión (BCCH, Broadcast Control Channel), es un canal unidireccional en sentido red a móvil. Se utiliza para difundir información del sistema. Incluye información específica de la célula e información relativa a células vecinas, que se utiliza para orientar al móvil en la red de radio.
- El Canal de Búsqueda (PCH, Paging Channel) es un canal unidireccional en sentido red a móvil que se utiliza para "buscar" al móvil (llamadas terminadas).
- El Canal de Acceso Aleatorio (RACH, Random Access Channel) es un canal unidireccional con sentido móvil a red que se utiliza por las estaciones móviles para acceder a dicha red.
- El Canal de Acceso Garantizado (AGCH, Access Grant Channel) es un canal unidireccional en sentido red a móvil, utilizado por la red para asignar un canal dedicado de control tras un acceso aleatorio exitoso.

Canales de Control Dedicados:

Los canales de control dedicados se asignan a una única estación móvil para comunicación punto a punto con la red. Pueden ser canales de control autónomos (stand-alone control channels) o asociados a otro canal dedicado. Los canales definidos son:

- El Canal de Control Dedicado Autónomo (SDCCH, Stand-alone Dedicated Control Channel), que es un canal de control independiente.
- El Canal de Control Asociado Lento (SACCH, Slow Associated Control Channel), siempre asociado a un canal de tráfico (TCH, Traffic Channel) o un SDCCH. Se utiliza en particular para transmitir información variable de las condiciones de la interfaz radio, por ejemplo, control de potencia, medida de calidad, etc.
- El Canal de Control Asociado Rápido (FACCH, Fast Associated Control Channel) se asocia a un canal de tráfico y se consigue "robando" tramas, que se identifican por un "flag".

2.3 Arquitectura de Red GPRS.

Se puede pensar que GPRS es una red montada sobre una red GSM. GPRS puede transportar paquetes de datos a tasas desde 9.6 a 171 kbps. Adicionalmente múltiples usuarios pueden compartir los mismos recursos de interfaz aérea.

La red GPRS intenta reutilizar los elementos de una red GSM existentes, pero para construir una red celular móvil basada en paquetes, es necesario agregar nuevos elementos a la red, interfaces y protocolos que manejen el tráfico de paquetes como es requerido. Por esta razón GPRS requiere modificaciones en numerosos elementos de la red GSM.

Tabla 2.3.1 Modificaciones en una red GSM para soportar la red GPRS.

Elemento de la red GSM.	Modificación requerida para GPRS.
Subscriber terminal (TE)	Una terminal de suscriptor totalmente nueva es requerida para acceder a la red GPRS. Estas nuevas terminales deberán ser compatibles con las de llamadas de voz de GSM.
BTS	En las existentes BTS es requerido un software de actualización.
BSC	BSC también requerirá una actualización de software, así como la instalación de una nueva pieza de hardware llamada Packet Control Unit (PCU). El PCU direcciona el tráfico de datos a la red GPRS y puede ser un elemento separado de hardware asociado con la BSC.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Core Network	El desarrollo de la red GPRS requiere la instalación de nuevos elementos llamados el Serving GPRS Node (SGSN) y el Gateway GPRS Support Node (GGSN).
Databases (HLR, VRL, etc)	Todas las bases de datos involucradas en la red requerirán una actualización de software, para que puedan manejar los nuevos modelos de llamada y funciones de la red GPRS.

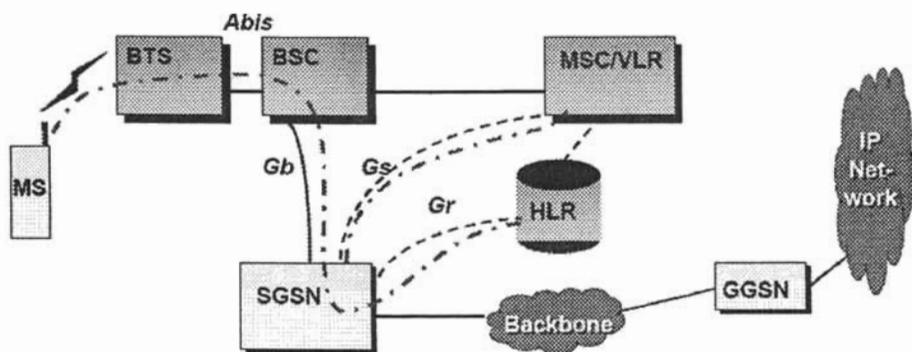


Ilustración 2.3.1: Arquitectura general de la red GPRS.

PCU: Provee una interfaz física y lógica de datos fuera de la BSS para el tráfico de los paquetes de datos cuando algún tráfico de voz o datos es originado en el suscriptor terminal, es transportado sobre la interfaz de aire hacia el BTS y del BTS hacia el BSC en la misma forma que una llamada GSM estándar. Sin embargo a la salida del BSC el tráfico es separado: la voz es enviada hacia el MSC para el estándar GSM y los datos son enviados a SGSN vía el PCU sobre una interfaz Frame Relay.

SGSN y GGSN: Los existentes MSC están basados en la tecnología de conmutación de circuitos y ellos no pueden manejar el tráfico de paquetes por lo que se agregaron los nodos SGSN y GGSN.

El GGSN es usado como una interfaz con las redes de Internet, de otros proveedores del servicio GPRS, etc. Los GGSN's mantiene información de direccionamiento que es necesaria para el túnel de los PDU's (Protocol Data Units) hacia los SGSN's que sirven a los diferentes MS's. Otras funciones incluyen mapeo de dirección entre el suscriptor y la red. Un GGSN puede dar soporte a múltiples SGSN.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Las principales funciones del GGSN involucran una interacción con la red externa de datos. El GGSN actualiza el directorio de localización usando un direccionamiento de información proporcionado por los SGSN's acerca de la localización de un MS y dirige el paquete del protocolo de la red externa de datos encapsulado sobre la red principal de GPRS hacia el actual SGSN que da servicio al MS. Este también desencapsula y reenviar los paquetes de redes externas de datos a la red correspondiente y colecta la carga de datos que será reenviados a un gateway de carga.

Algunos ejemplos de como los paquetes son transmitidos, pueden ser los siguientes: el MS origina un mensaje (ruta 1), mensaje de inicialización cuando el MS esta en su red local (ruta 2), un mensaje e inicialización cuando el MSC ha cambiado a otro operador de red GPRS. En estos ejemplos el operador de la red GPRS posee múltiples GGSN's y SGSN's y un intra-operador de la red principal.

Los operadores de las redes GPRS's permiten el cambio de redes a través de un inter-operador de la red principal. Estos operadores se conectan con el inter-operador a través de un gateway de frontera (Border Gateway - BG), el cual puede proveer los protocolos necesarios para una correcta interacción.

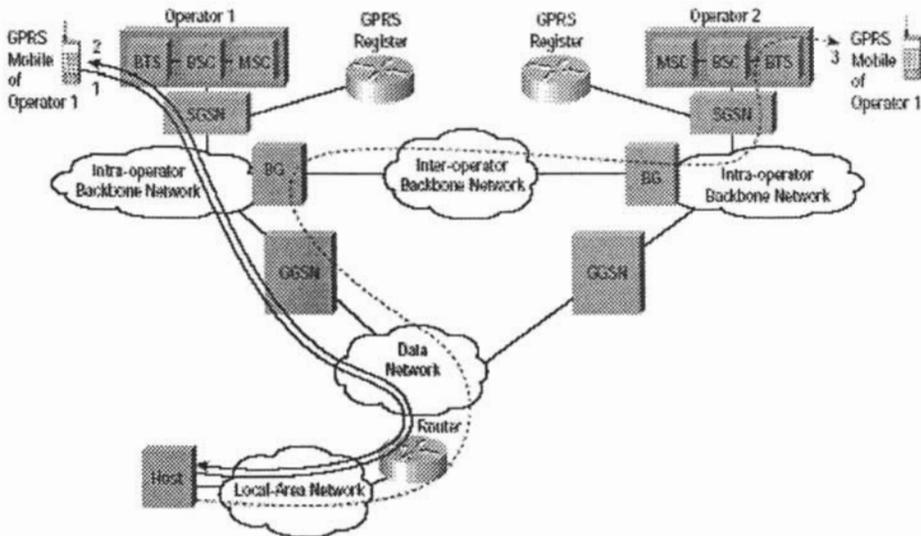


Ilustración 2.3.2: Transmisión de datos por la red GPRS.

En la tabla siguiente se muestra un comparativo entre los servicios de GPRS y GSM:

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Tabla 2.3.2 Servicios de GPRS y GSM.

Servicios GPRS	Servicios GSM
Conexión típica puede durar horas	Duración media de la llamada 2 minutos. En promedio una llamada por hora
Transmisión de datos en ráfagas. Enlaces ascendente y descendente independientes.	Flujo continuo de datos en ambas direcciones.
El usuario puede activar servicios de forma independiente. El sistema GPRS soporta el principio de conectividad específica por servicio.	Todos los servicios son activados al acceder a la red.
Tarificación basada en la cantidad de datos transmitidos y/o recibidos.	Tarificación basada en el tiempo de ocupación del recurso.
Cada paquete es tratado como una entidad independiente. No se necesita acceder al HLR cada vez que se transmite un paquete.	Cada vez que se activa una llamada se requiere el acceso al HLR.
Los paquetes transmitidos son cortos (típicamente entre 500 y 1500 bytes).	

En GPRS existen diferentes tipos de terminales que se pueden clasificar de la siguiente forma:

Clase A: Los MS de esta clase soportan simultáneamente los servicios GPRS y GSM (como SMS y voz) simultáneamente. Cuando un MS está realizando una llamada, el MS puede usarse como un módem de GPRS para la laptop; como el soporte GPRS está siempre en línea, la transmisión de datos puede llevarse a cabo en ambos sentidos: desde el MS hacia la red y viceversa. Este modo de operación requiere implícitamente un MS que esté habilitado para detectar el otro canal de paging mientras un modo de operación está ya activo.

Clase B: La limitación de esta clase reside en que no soporta simultáneamente la conmutación de paquetes y la conmutación de circuitos. Durante una llamada telefónica, el MS no puede ser usado simultáneamente como un módem de GPRS y viceversa.

Por otro lado, un MS de clase B de GPRS debe tener habilitado ambos canales de paging – uno con el servicio de conmutación de circuitos y el otro con el servicio de conmutación de paquetes- sin una llamada telefónica activa o una transmisión de datos. Si cualquiera de estos servicios se está utilizando, el MS de esta clase no necesitará seguir con el otro canal de paging, esto significa que el usuario ya no está habilitado para el otro servicio.

Clase C: Esta clase está restringida a pesar de que sus capacidades permitan la operación simultánea de los servicios de conmutación de circuitos y conmutación de paquetes. El usuario tiene que decidir entre los dos tipos de conmutación para cuando adquiera el dispositivo, después de que esta decisión ha sido tomada el MS de clase C estará habilitado para el canal de paging del servicio elegido.

2.3.1 Comunicación de Datos en GPRS.

Para llevar a cabo una transferencia de datos lo primero que se hace es definir un contexto PDP (Packet Data Protocol) antes de iniciar una comunicación con una red externa. Un contexto PDP define las características de la conexión: APN (Access Point Name), QoS, etc. El APN especifica cuál es el punto de acceso de la red externa, por ejemplo si se desea acceder a través de Telcel se puede especificar el valor "internet.itelcel.com". Una vez definido el contexto PDP, se realiza la conexión con la red GPRS del "Carrier" que nos da el servicio, técnicamente se trata de una conexión con el nodo SGSN que conforma la red GPRS.

El último paso es la activación del contexto definido previamente; en este paso se crea una tabla de direccionamiento en el nodo GGSN para los paquetes originados y terminados en el móvil; concluida esta etapa ya se puede intercambiar tramas en formato TCP/IP. Cuando se han realizado estos pasos, se activa un cliente PPP que negocia con el servidor PPP del "Carrier" las direcciones IP para el acceso a internet. Tras configurar estas direcciones, ya se dispone de acceso a internet.

La transmisión puede ser asimétrica entre el enlace ascendente y descendente, además estas se gestionan de forma independiente. El modo de transmisión está adaptado al tipo de navegación (por ejemplo páginas web). Una terminal GPRS 4 + 1 tendrá 4 veces mayor capacidad de transmisión de bajada que de subida.

Como existen nuevos elementos en la red, GPRS requiere nuevos protocolos. Esto aplica en la interfase entre MS y la BSS (PCU) y en el corazón de la red GPRS. Es de hacerse notar que el MSC, el BTS y el BSC no utilizan una conmutación de circuitos, por lo tanto son completamente transparentes entre sí.

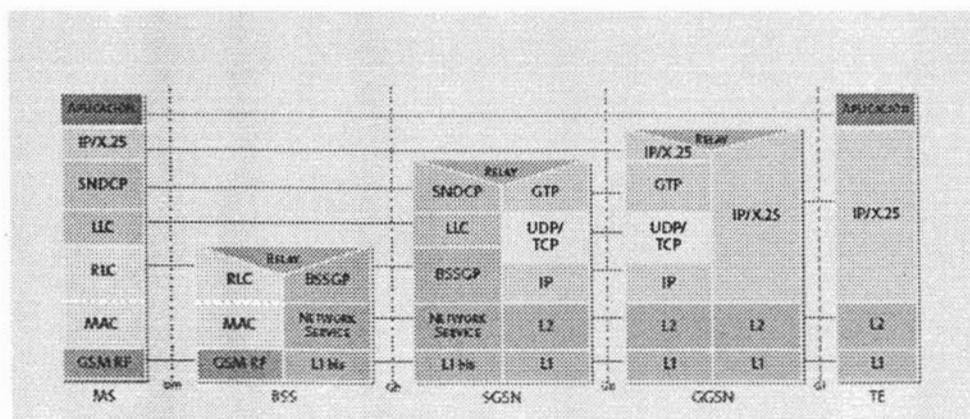


Ilustración 2.3.1.1: Interfaces en la red GPRS (MS,BSS,SGNS,GGSN,TE) .

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Hay que tomar en cuenta los siguientes puntos para utilizar de forma adecuada los protocolos de comunicación:

Entre el SGSN y el GGSN, que existen en toda la red GPRS, se utiliza el protocolo GPRS Tunneling Protocol (GTP), que tiene un nivel superior a los protocolos User Datagram Protocol (UDP) y Transaction Control Protocol (TCP). Estos últimos solamente se pueden utilizar con las versiones 97 y 98, pero para la 99, solamente es soportado UDP.

En adición al SMS, el GMM (Mobility Management Protocol) y el SM (Session Management Protocol) son paralelos al SMDCP (Subnetwork Dependent Convergence Protocol). Este SMDCP es un protocolo utilizado para la transmisión de datos, por ejemplo de los frames de IP.

En la capa física, los recursos pueden ser re-usados, por lo tanto, surgen aspectos de señalización en común. La misma portadora de radio, puede tener ranuras de tiempo (Time Slot's) reservadas simultáneamente para la conmutación de circuitos y el uso de GPRS. La utilización más óptima de recursos, se obtiene a través de compartirlos dinámicamente entre la conmutación de circuitos y los canales de GPRS.

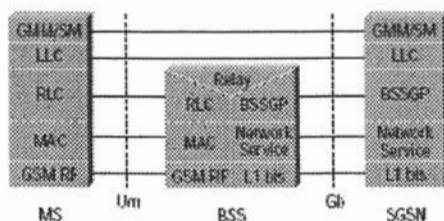


Ilustración 2.3.1.2 Interfaces en la red GPRS (MS,BSS,SGNS)

La interfaz física de radio, consiste en un número flexible de ranuras de tiempo de TDMA (de 1 a 8) y estos proveen una tasa de transferencia teórica de 171 Kbps.

El protocolo RLC/MAC, esta compuesto por el Radio Link Control y el Medium Access Control, ambos pertenecen a la capa 2 del modelo de referencia OSI (Open System Interconnection).

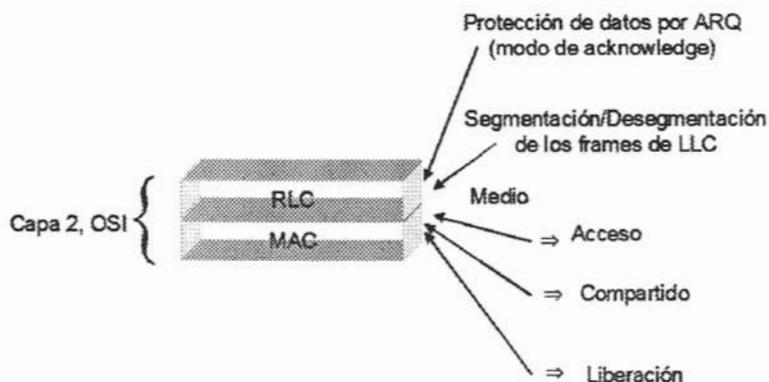


Ilustración 2.3.1.3 Protocolo RLC/MAC.

Las principales funciones de MAC son:

- Controlar los recursos de acceso a la red (medio de acceso). Esto también incluye el método de acceso de Aloha por slots en el RACH (Random Access Channel) o el PRACH (Packet Random Access Channel).
- Distribución de los recursos disponibles entre los diferentes MS's (medio compartido), enlaces de subida y de bajada.
- Control de la liberación de los recursos de la red (medio liberado), éste incluye un procedimiento de cuenta regresiva para la liberación de los recursos del enlace de subida y los métodos realizados cuando hay una liberación del enlace de bajada TBF (Temporary Block Flow).

Las principales funciones del RLC son:

- La creación de los modos de operación acknowledged y de unacknowledged: los requerimientos de modo de operación para el contexto PDP, es determinado por el perfil de QoS (Quality of Service). En el modo de operación de unacknowledge el transmisor no espera ninguna confirmación del bloque de datos transmitidos y por eso no tiene ningún tipo de buffer. Por otra parte, en el modo de operación de acknowledge el transmisor, el MS o el PCU, esperan un mensaje de confirmación del receptor después de un cierto número de bloques de RLC/MAC, donde el máximo número de paquetes es de 64×10^{10} en GPRS.
- La segmentación de frames de LLC dentro del tamaño adecuado de los bloques de datos de RLC/MAC. Cada uno de los frames de LLC transmitidos es dividido en segmentos. El tamaño del segmento depende del esquema de codificación que está activo en ese momento.

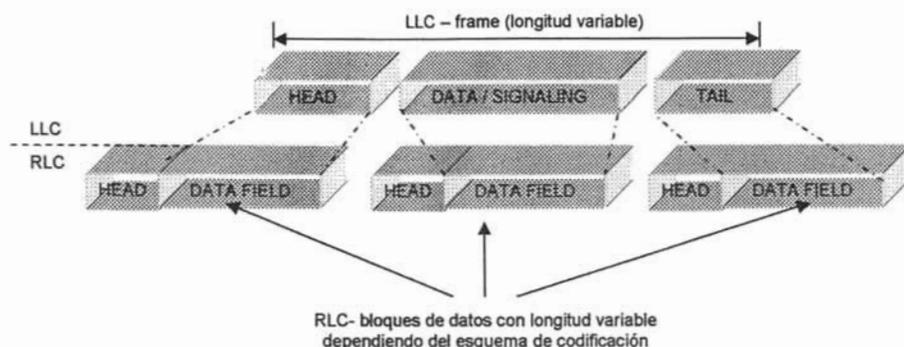


Ilustración 2.3.1.4 Formato del frame de LLC y RLC .

El protocolo LLC es una modificación del protocolo High - Level Data Link Control (HDLC). Esta definido entre el SGSN y el MS. En el MS, el LLC se comunica con los bloques de datos de los frames de transporte de RLC/MAC. En el SGSN, el protocolo BSSGP (Base Station System GPRS Protocol) es usado para transmitir entre el SGSN y el PCU.

Los dos aspectos más importantes ofrecidos por el protocolo LLC son: el soporte de direccionamiento punto - multipunto y el control de la retransmisión de los frames de datos.

El GTP proporciona seguridad en la red principal, simplifica el mecanismo de direccionamiento y entrega datos sobre la red GPRS. Especifica un túnel de control y un protocolo de administración, el cual permite al SGSN proveer acceso a un MS a la red GPRS. La señalización es usada para crear, modificar y borrar túneles. En la capa de transmisión, GTP usa un mecanismo de túnel que brinda un servicio para portar paquetes de datos del usuario; es implementado solamente en los SGSN's y los GGSN's, ya que ningún otro sistema necesita este protocolo.

Los MS's son conectados a los SGSN sin utilizar GTP. Esto se asume por que un SGSN puede dar servicio a muchos GGSN's y un solo GGSN puede estar asociado con muchos SGSN's para distribuir el tráfico a un gran número de MS's en distintas zonas geográficas. El encabezado de GTP esta formado por 20 octetos usados para todos los mensajes GTP.

8	7	6	5	4	3	2	1	Octets
Version			PT	Spare '1111'			SNN	1
Message type								2
Length								3-4
Sequence Number								5-6

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Flow label								7-8
SNDP N-PDULLC Number								9
Spare '11111111'								10
Spare '11111111'								11
Spare '11111111'								12
TID								13-20
<i>Outline of GTP header</i>								

Ilustración 2.3.1.5 El encabezado de GTP (primer parte).

Version: Si este campo está en cero indica que es la primera versión de GTP.

Reserved: Este campo esta reservado para un uso futuro, se pone en 1.

LFN: Esta bandera indica cuando el número del frame LLC esta incluido o no.

Message Type: Indica el tipo de mensaje GTP.

Length: Indica la longitud en octetos del mensaje GTP (G-PDU).

Sequence number: Identifica la transacción para los mensajes de señalización e incrementa el número de secuencia para los "Tunneled PDU's" (T-PDU's).

Flow label: Identifica el control de flujo de GTP.

LLC frame number: Es usado en el procedimiento de actualización de inter-ruteo del SGSN para coordinar la transmisión de datos en la capa de enlace entre el MS y el SGSN.

X: los bits de repuesto X indican los bits no usados, los cuales tiene el valor de 0 en el transmisor y son ignorados en el receptor.

FN: Es una continuación del número de frame LLC.

TID: identificador de túnel que apunta a los contextos MM y PDP. El formato del TID es el siguiente.

8	7	6	5	4	3	2	1	Octets
MCC digit 2				MCC digit 1				1
MNC digit 1				MCC digit 3				2
MSIN digit 1				MNC digit 2				3

MSIN digit 3	MSIN digit 2	4
MSIN digit 5	MSIN digit 4	5
MSIN digit 7	MSIN digit 6	6
MSIN digit 9	MSIN digit 8	7
NSAPI	MSIN digit 10	8
<i>TID Format</i>		

Ilustración 2.3.1.6 El encabezado de GTP (segunda parte).

MCC, MNC, MSIN digits: Partes del International Mobile Subscriber Identity (IMSI - definido en GMS 04.08) que es usado para identificar al abonado en cualquier sistema GSM.

2.4 Capacidades.

Los factores más importantes que hay que considerar para obtener condiciones óptimas de transmisión en los sistemas de comunicación en GPRS son:

- La cantidad de tráfico de paquetes de datos y voz manejados por la célula.
- El número de time slots que soporta el MS.
- El esquema de codificación usado.

En GPRS, existen 4 esquemas de codificación definidos CS-1, 2, 3 y 4. El CS-1 es usado cuando la calidad de la señal es mala; el CS-4 es utilizado cuando las condiciones de radio son óptimas.

La tasa de transmisión de datos esta dividida en categorías dependiendo del número de slots que utilicen (multislots). De esta manera las velocidades de capa física son: CS-1 =9.05 Kbps, CS-2 =13.4 Kbps, CS-3 =15.06 Kbps y CS-4 =21.4 Kbps.

Algunos sistemas, inicialmente solamente soportaban dos esquemas de codificación: el CS-1 y el CS-2, por lo tanto si usamos un MS con CS-4 y 8 time slots, la máxima velocidad será de 160 kbps. Un cálculo más realista usando un MS con CS-2 y 4 time slots, la máxima velocidad alcanzada será de 48 kbps; esta puede ser incrementada usando las tecnologías de compresión disponibles como el v42bis.

La tabla siguiente muestra las velocidades a nivel LLC, es un comparativo entre los esquemas de codificación:

Tabla 2.3.1.1 Esquemas de codificación en la red GPRS.

Tipo	Tasa Código	Carga útil	BCS	USFp	Cola	Bits Codif.	Bi Diezm.	Tasa Datos (Kbps)
CS-1	1/2	181	40	3	4	456	0	90.5
CS-2	≈ 2/3	268	16	6	4	588	132	13.4
CS-3	≈ 3/4	312	16	6	4	676	220	15.6
CS-4	1	428	16	12	0	456	0	21.4

2.5 Ventajas / Desventajas.

2.5.1 Ventajas.

Las ventajas que obtiene el usuario con el sistema GPRS son:

- Característica de "Always connected": un usuario GPRS puede estar conectado todo el tiempo que desee, eliminándose así los retardos generados por la reconexión a la red, es decir, la información se transfiere en tiempo real.
- La tarificación es por volumen de datos transferidos, en lugar de por tiempo. El costo de establecimiento de conexión a la red GPRS es nulo.
- Mayor velocidad de transmisión. En GSM sólo se puede tener un canal asignado, mientras que en GPRS se pueden tener varios canales asignados, tanto en el sentido de transmisión del MS a la BSC y viceversa. La velocidad de transmisión aumentará con el número de canales asignados. Además, GPRS permite el uso de esquemas de codificación de datos que permiten una velocidad de transferencia de datos que es mayor que en GSM.
- Posibilidad de realizar/recibir llamadas de voz en el MS mientras se está conectado a la red GPRS (Clase A) o utilizando cualquiera de los dos servicios disponibles con esta tecnología si pertenece a la clase B.
- Modo de transmisión asimétrico, más adaptado al tipo de tráfico de navegación HTML o WML (una terminal GPRS 4+1 (4 slots downlink y 1 uplink) tendrá cuatro veces mayor capacidad de transmisión de bajada que de subida).
- Robustez en la conectividad: GPRS mejora la integridad en la transmisión de datos gracias a diversos mecanismos implementados. El primer mecanismo es la codificación de los datos, la cual incrementa su resistencia a condiciones adversas del medio. El grado de la codificación de los datos depende de las condiciones del medio (CS-1, 2, 3 y 4).

- Seguridad: Al inicio de la sesión el usuario es autenticado usando la SIM. Estos datos de autenticación son intercambiados y validados con los registros almacenados en la HLR. GPRS soporta el cifrado de los datos del usuario a través de la interfase inalámbrica desde el MS hacia el SGSN. Adicionalmente un alto nivel de encriptación en la VPN toma lugar cuando un usuario se conecta a una red privada corporativa.

Las ventajas que obtiene el “Carrier” con el sistema GPRS son:

- Uso eficiente de los recursos de la red: los usuarios sólo ocupan los recursos de la red en el momento en que están transmitiendo o recibiendo datos, y además se pueden compartir los canales de comunicación entre distintos usuarios y no dedicados como en el modelo GSM.

2.5.2 Desventajas.

Las desventajas que se tienen con el sistema GPRS son:

- Saturación de los canales de comunicación en la radiobase en horas determinadas (“horas pico”), es decir, la capacidad es limitada para todos los usuarios. Por ejemplo la voz y las llamadas generadas por GPRS utilizan los mismos recursos de la red, por lo tanto el impacto está en el número de ranuras de tiempo disponibles en un determinado momento para el uso de GPRS aunque este reserva dinámicamente los canales.
- Las velocidades en la práctica son menores que el máximo teórico. Para alcanzar una velocidad de 115 Kbps por usuario, este debería reservar aprox. 8 ranuras de tiempo, lo cual para un operador de redes móviles actualmente es poco probable. Los recursos en las redes móviles actuales son escasos, hasta que se introduzca el EDGE o el UMTS.

2.6 Comparación de la red GPRS con otras tecnologías de generación 2.5.

Al comparar tecnologías 2.5G, hay tres aspectos clave a considerar que son los siguientes: Velocidades de datos: GPRS tiene velocidades de datos máximas de 115 kbps, con un “throughput” promedio de 30-40 kbps, lo que es similar a las velocidades de módem dial-up para datos en un entorno móvil. En la Tabla siguientes se muestran las velocidades de GPRS, EDGE, UMTS y CDMA2000 1XRTT de datos pico y promedio, “la velocidad pico de la red” es la velocidad máxima teórica que puede ofrecer una tecnología por sector.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Tabla 2.6.1 Comparación en la transmisión de datos entre distintas tecnologías.

Tecnología	Velocidad de red pico	Throughputs al usuario esperados promedio (descarga de archivos de 256 Kbps)
GPRS CS1-2	115 Kbps	35 a 40 Kbps
EDGE	473 Kbps	110 a 130 Kbps
UMTS	2 Mbps	200 a 300 Kbps
CDMA2000 1XRTT	153 Kbps	50 a 70 Kbps

Capacidad de voz: GPRS utiliza un tipo de codificador de voz o "vocoder", que convierte la voz en señales digitales antes de pasar por la red inalámbrica. Una red GSM que utiliza este vocoder, llamado Adaptive Multi-rate speech transcoding (AMR) incrementa la capacidad de voz dos veces más que EFR (que es el antiguo "vocoder"), y también mejora la calidad de voz, especialmente en los bordes de las celdas y en el interior de edificios. Una red CDMA2000 1x tiene sólo un poco más de capacidad de voz que otra GSM/GPRS con AMR. La Figura siguiente es una comparación de las capacidades de voz GSM, CDMA1XRTT y UMTS en el espectro de 10 MHz.

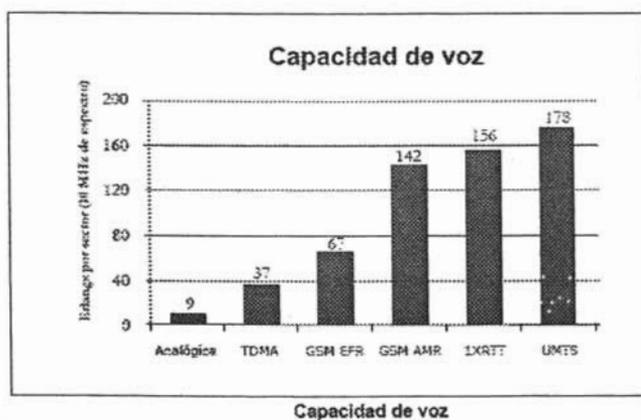


Ilustración 2.6.1 Comparación entre diversas tecnologías en capacidad de voz.

Penetración en el mercado: A comienzos del mes de junio del 2003, 162 operadores de 70 países habían lanzado GPRS. A finales del mismo año la red GSM tenía casi mil millones de abonados en todo el mundo sobre 665 redes y en 179 países. Muchos operadores TDMA de América del Norte y América latina han convertido sus redes a GSM/GPRS o tienen planes de hacerlo y, como resultado de ello, la participación de mercado de GPRS continuará en aumento a lo largo de los próximos años. Mientras tanto, en junio de 2003, CDMA tenía 159 millones de clientes en todo el mundo. Una mayor participación del mercado de GPRS se traduce en mayores volúmenes, gracias a ello GPRS ya tiene una estructura de costos mucho más favorable (menores costos de infraestructura y teléfonos) en comparación con CDMA. Como se muestra en la figura, se prevé que GSM llegará a obtener 80-85% de los clientes de la próxima generación en todo el mundo.

Capítulo 3: Especificación de transmisión de datos y del protocolo de comunicación (ANSI 12.18 Standard) en los medidores de luz.

Los protocolos son reglas y procedimientos para la comunicación. Cuando dos equipos están conectados en red, las reglas y procedimientos técnicos que dictan su comunicación e interacción se denominan protocolos.

Una jerarquía de protocolos es una combinación de protocolos. Cada nivel de la jerarquía especifica un protocolo diferente para la gestión de una función o de un subsistema del proceso de comunicación. Cada nivel tiene su propio conjunto de reglas. Los protocolos definen las reglas para cada nivel en el modelo OSI:

Tabla 3.1.1 Modelo de referencia OSI.

Nivel	Operación
Nivel de aplicación	Inicia o acepta una petición.
Nivel de presentación	Añade información de formato, presentación y cifrado al paquete de datos.
Nivel de sesión	Añade información del flujo de tráfico para determinar cuándo se envía el paquete.
Nivel de transporte	Añade información para el control de errores.
Nivel de red	Se añade información de dirección y secuencia al paquete.
Nivel de enlace de datos	Añade información de comprobación de envío y prepara los datos para que vayan a la conexión física.
Nivel físico	El paquete se envía como una secuencia de bits.

Los niveles inferiores en el modelo OSI especifican cómo pueden conectar los fabricantes sus productos a los productos de otros fabricantes.

El protocolo ANSI esta basado en el modelo de referencia OSI, pero sólo utiliza la capa 7 (aplicación) y la capa 2 (enlace) para establecer comunicación con el dispositivo remoto (medidor), es decir las capas 6 (presentación), 5 (sesión), 4 (transporte), 3 (network) y 1 (física) no son usadas.

La capa de aplicación soporta las operaciones de seguridad, lectura y escritura, control de sesión, encipción de datos, autenticación y funciones de control de canal. La sesión inicia

con una petición de “log in” y termina con un “log off” exitoso o una petición de terminación o desconexión.

3.1 Estados de actividad del dispositivo remoto.

Están definidos 4 diferentes estados: estado base, estado de sesión, estado de identificación y estado de desconexión.

El estado base es un estado inactivo, en el que el dispositivo final espera establecer una llamada de identificación con el usuario. Se puede llegar a este estado de dos maneras: mediante el establecimiento de una llamada telefónica o la ejecución del servicio de terminación (terminate).

El estado de identificación (ID), es un estado intermedio entre el estado base y el estado de sesión, se puede acceder a éste desde el estado base siguiendo la estructura determinada en el servicio de identificación; mientras se permanezca en este estado, el usuario puede negociar o renegociar las características del enlace de comunicación.

El estado de sesión solamente puede ser alcanzado desde el estado de identificación y salir de este por el resultado de una petición de “log off” o una petición de “terminate”. Se entra al estado de sesión después de un “log in” exitoso realizado en el estado “ID”. Una sesión representa el ambiente donde una serie de peticiones son intercambiadas entre el usuario y el dispositivo remoto. Se espera que estas peticiones tengan algo en común como el “user ID” y la autorización de seguridad. Todos los cambios en una tabla de datos se esperan que se hagan durante el estado de sesión.

El estado de desconexión es una condición alcanzada cuando no está presente una llamada entre el usuario y el dispositivo remoto.

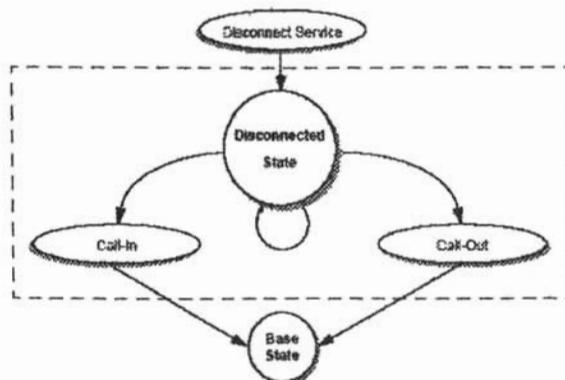


Ilustración 3.1.1 Diagrama de conexión y desconexión en el protocolo ANSI C 1218.

3.1.1 Servicios soportados en cada estado de actividad.

ESTADO BASE

En el estado base, solamente se puede utilizar el servicio “identify”. El servicio “identify” establece la identidad del dispositivo remoto al regresar los valores de revisión y número de versión del protocolo implementado y la lista de características implementadas. Este servicio es proporcionado para la asistencia del usuario inicial en el establecimiento de la identidad del dispositivo remoto y el nivel de cumplimiento del protocolo estándar. El servicio “identify” debe ser el primer servicio solicitado después del establecimiento de una conexión telefónica o después de la ejecución de un servicio “terminate”.

ESTADO DE IDENTIFICACIÓN (ID)

Los servicios soportados en el estado ID son: “negotiate”, “wait”, “terminate”, “logon” y “disconnect”.

El servicio de “negotiate” ofrece un mecanismo opcional para configurar los parámetros operacionales del canal (velocidad del canal, tamaño máximo del paquete y el número máximo de paquetes, a nivel de capa 2, que pueden ser reensamblados dentro de una petición de servicio). Para solicitar el cambio de velocidad, la petición se realiza agregando una lista de tasas de transmisión y los valores máximos deseados en el dispositivo remoto. Si no hay una re-configuración de estos parámetros, el dispositivo remoto usará los últimos valores de configuración aceptados.

El servicio “wait” extiende el valor de “time out” del canal de tráfico a nivel de capa 2. Este servicio es útil cuando la comunicación entre los dispositivos requiere un incremento en el tiempo de espera de la respuesta del paquete para facilitar el manejo de periodos largos de inactividad, por lo tanto, el servicio “wait” debe ser usado para obtener los retardos deseados. El valor máximo de este tiempo son 255 segundos.

El servicio “terminate” es una petición que finaliza la sesión sin cerrar el canal de comunicación. Bajo el servicio de terminación, el dispositivo remoto entrará en el estado base y asumirá los valores predeterminados para el enlace de comunicación.

El servicio “logon” es un mecanismo que define el inicio de la sesión en la capa de aplicación. Se espera que la transmisión de datos se lleve a cabo durante una sesión válida. Este servicio es exclusivo del usuario.

El servicio “disconnect” es usado para desconectar inmediatamente el canal de comunicación. Este servicio puede ser solicitado por el dispositivo remoto. Este puede ser usado para manejar excesos de errores, problemas de seguridad, condiciones de errores internos, finalizar una sesión o por razones definidas por el fabricante. El perder el enlace de comunicación implica la invocación del servicio “disconnect” y todos los dispositivos entrarán en el estado de desconexión incondicionalmente.

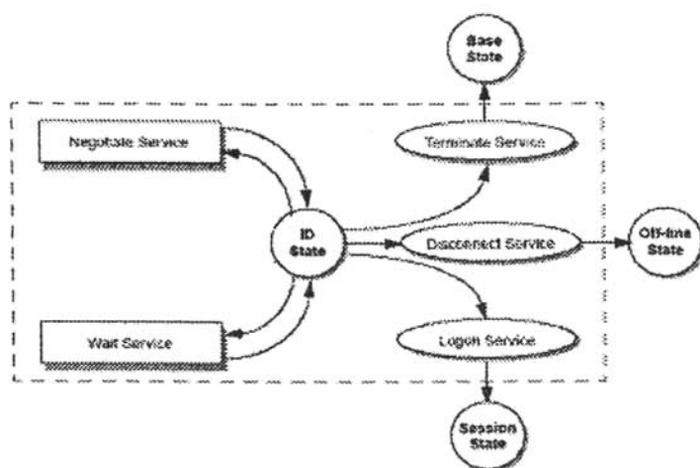


Ilustración 3.1.2 Diagrama de estados de actividad en el protocolo ANSI C 1218.

ESTADO DE SESIÓN

Los servicios soportados en el estado de sesión son "read", "write", "security", "wait", "logoff", "terminate" y "disconnect".

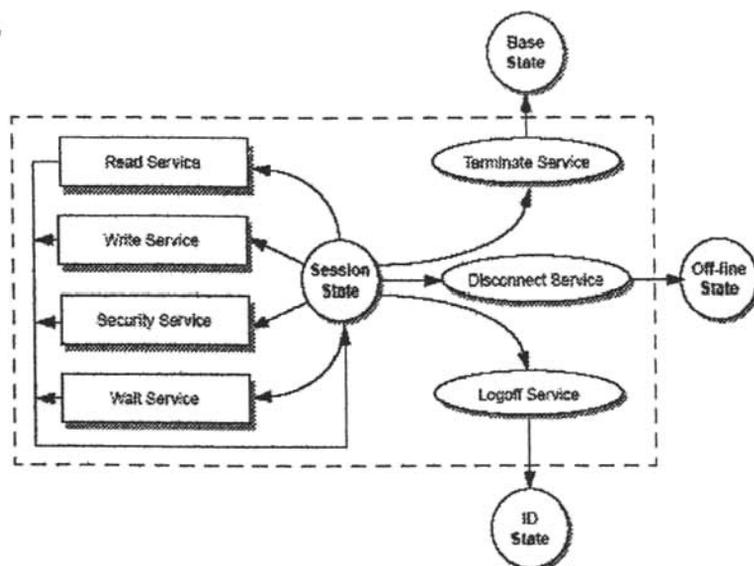


Ilustración 3.1.3 Diagrama de servicios en el estado de sesión en el protocolo ANSI C 1218.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

El servicio "read" provoca la transferencia de datos desde el dispositivo remoto hacia el usuario. El éxito o la falla de la petición depende de la validez de la misma, por ejemplo si la petición de lectura es de una tabla de lectura existente, para la cual el usuario tiene permiso, cualquier dispositivo remoto iniciará este servicio.

El servicio "write" produce la transferencia de datos desde el usuario hacia el dispositivo remoto. El éxito o la falla de esta petición depende de la validez de la misma.

El servicio "wait" aumenta el valor del "time out" del canal de tráfico a nivel de capa 2. Este servicio es idéntico al descrito en el estado de identificación.

El servicio "logoff" es otro mecanismo para finalizar la sesión. Toda sesión es orientada a la transacción de datos y se espera que esta llegue a su fin. Después de la ejecución de este servicio se espera que el dispositivo remoto entre en estado de identificación y el canal de comunicación mantendrá los parámetros establecidos.

El servicio "terminate" es una petición para terminar la sesión. Este servicio es idéntico al descrito en el estado de identificación.

El servicio "disconnect" es una petición para desconectarse de la sesión. Este servicio es idéntico al descrito en el estado de identificación.

3.2 Definición de paquetes y códigos de petición.

El protocolo ANSI 12.18 al enviar datos incluye paquetes de control de flujo entre cada uno de los paquetes de datos, estos paquetes de control pueden ser de dos tipos:

Tabla 3.2.1 Definición de los paquetes de control en el protocolo ANSI C 12.18.

Definición	Campo	Descripción
ACK_CNST	0 x 06 (Acknowledge)	Indica una recepción exitosa de los paquetes de datos.
NACK_CNST	0 x 15 (Negative Acknowledge)	Indica una recepción no exitosa de los paquetes de datos. Se espera una retransmisión del paquete con un máximo de 3 intentos, después del tercer intento fallido se ejecutará el comando de terminación de la sesión.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

La figura siguiente muestra la estructura de un paquete general de petición en el protocolo ANSI 12.18.

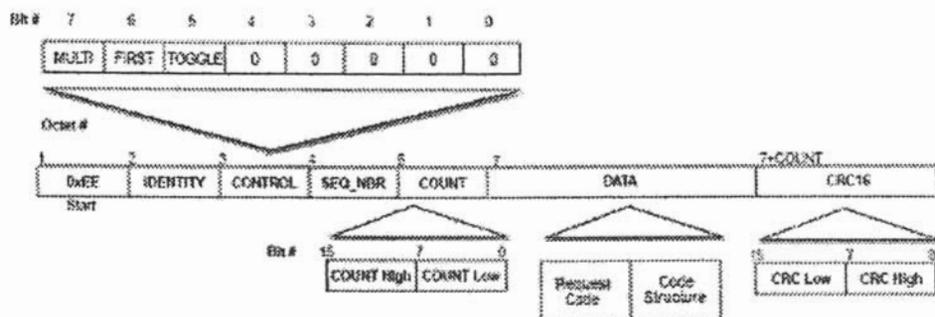


Ilustración 3.2.1 Estructura de un paquete en general en el protocolo ANSI C 1218.

Los campos son descritos a continuación:

Tabla 3.2.2 Estructura de un paquete general en el protocolo ANSI C 12.18.

Definición	Campo	Descripción
Start	0 x EE	Caracter que indica el inicio del paquete
Identity	0...255	Este campo muestra el número de identificación del dispositivo remoto, si este campo contiene el valor "0" cualquier dispositivo podrá contestar la petición.
Control	Multi_Flag 0 ó 1	Si su valor es "0" indica que el paquete no es parte de un multipaquete.
Control	First_Flag 0 ó 1	Si su valor es "0" indica que el paquete no es el primero de un multipaquete.
Control	Toggle 0 ó 1	Este bit sirve para rechazar paquetes duplicados. El estado inicial de este bit no está definido, para cada paquete retransmitido este bit mantiene el mismo estado que el del paquete original.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Seq_Nbr	0...255	En un multipaquete este número se decrementa en uno para cada nuevo paquete enviado. Para el primer paquete este campo tendrá el valor total de los paquetes a enviar menos uno. Si este byte tiene el valor de "0" indicará que es el último paquete a transmitir o el único que será transmitido ya que este no es un multipaquete.
Count		Indica el número total de bytes en el campo de datos.
Data		Los datos están contenidos en este campo. La longitud de este paquete esta definida por el campo "count". Este valor esta limitado por el tamaño máximo del paquete menos los 8 bytes de encabezado, que no podrá exceder el valor 8183. Este campo esta dividido en: Request Code (es el código de la petición) y Code Structure (son los parámetros que se necesitan para realizar una petición determinada).
CRC	0...65535	Este campo sirve para comprobar la integridad del paquete recibido y es un CRC 16.

Las peticiones siempre empiezan con un solo byte (código de la petición). Los códigos están divididos como se muestra:

Tabla 3.2.3 Rangos de códigos de petición en el protocolo ANSI C 12.18.

Código (hex)	Descripción
0x00..0x1F	Estos códigos no son usados, para evitar confusiones con los códigos de respuesta.
0x20..0x7F	Son los códigos estándar.
0x80..0xFF	Son los códigos reservados para una futura ampliación del protocolo.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Definición de cada código de petición que no requiere parámetros:

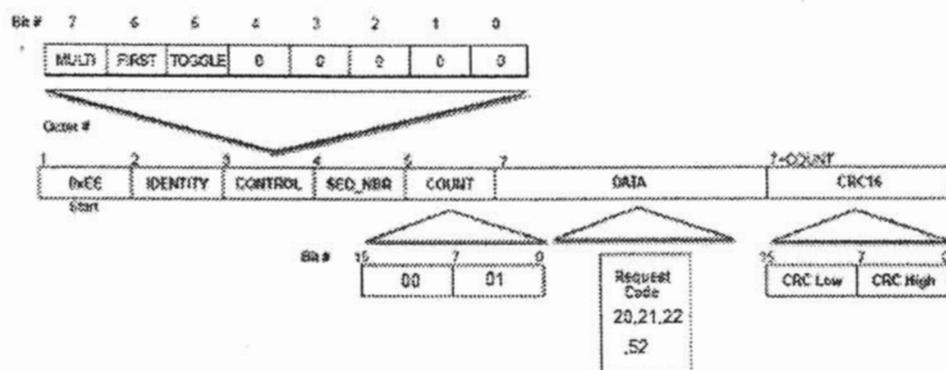


Ilustración 3.2.2 Estructura de un paquete de petición (código 20, 21, 22 y 52) en el protocolo ANSI C 1218.

Tabla 3.2.4 Definición de los códigos de petición (20, 21, 22, 52) en el protocolo ANSI C 12.18.

Código	Definición	Descripción
0 x 20	Identify No necesita parámetros adicionales	Petición de identificación del dispositivo remoto.
0 x 21	Terminate No necesita parámetros adicionales	Petición de terminación de la sesión.
0 x 22	Disconnect No necesita parámetros adicionales	Petición de desconexión del canal de comunicación.
0 x 52	Log Off No necesita parámetros adicionales	Petición para terminar la sesión.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Definición de cada código de petición que requiere parámetros:

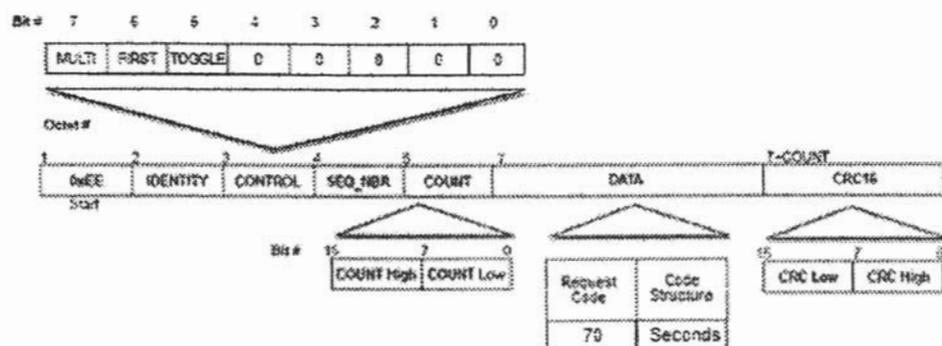


Ilustración 3.2.3 Estructura de un paquete de petición (código 70) en el protocolo ANSI C 1218.

Tabla 3.2.5 Definición de los códigos de petición (70) en el protocolo ANSI C 1218.

Código	Definición	Descripción
0 x 70	Wait Seconds 0...255	Extensión del "Time-Out" para los periodos de inactividad del canal de tráfico. El máximo número de segundos que espera antes de terminar la sesión.

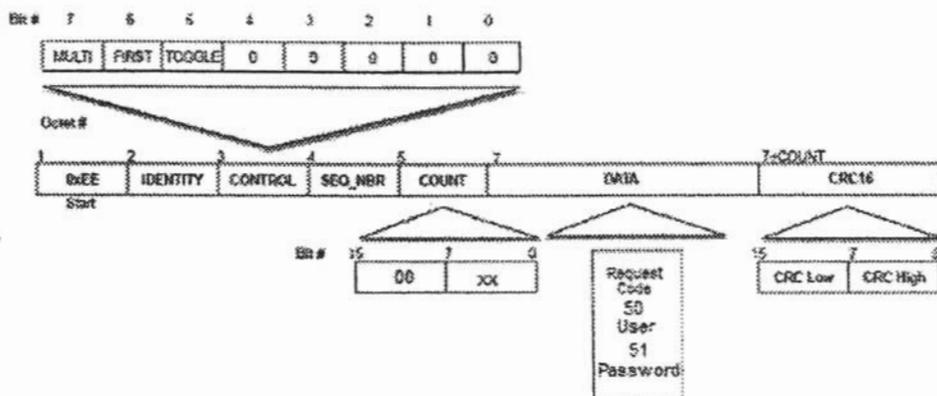


Ilustración 3.2.4 Estructura de un paquete de petición (código 50 y 51) en el protocolo ANSI C 1218.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Tabla 3.2.6 Definición de los códigos de petición (50, 51) en el protocolo ANSI C 12.18.

Código	Definición	Descripción
0 x 50	Log On USER_ID 0...65535 USER_NAME 10 bytes	Petición de inicio de sesión y servicio de identificación de usuario. Este comando necesita el código de identificación de usuario y el nombre de usuario.
0 x 51	Security PASSWORD 20 bytes	Petición de inicio del servicio de seguridad. Este comando necesita la password.

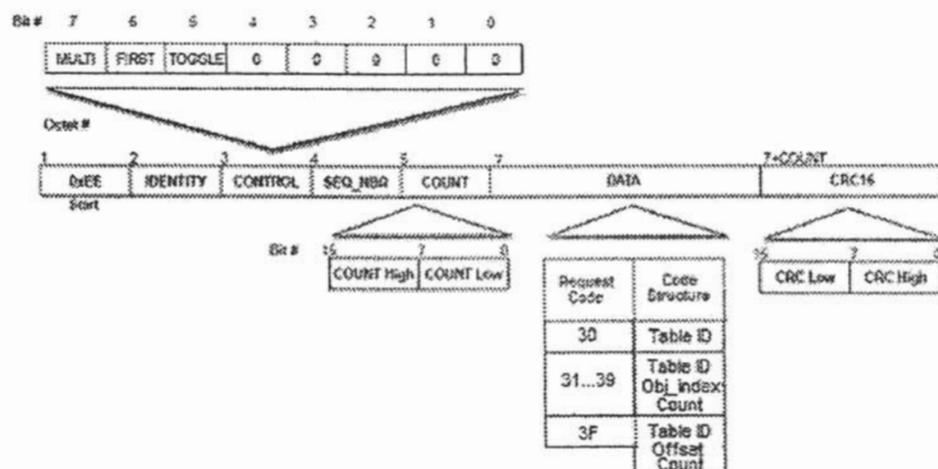


Ilustración 3.2.5 Estructura de un paquete de petición (código 30, 31... 39, 3F) en el protocolo ANSI C 1218.

Tabla 3.2.7 Definición de los códigos de petición (30, 31...39, 3F) en el protocolo ANSI C 12.18.

Código	Definición	Descripción
0 x 30	Full Read TABLE_ID 0..65535	Petición de lectura completa de una tabla completa en el dispositivo remoto. Necesita el número de identificación de la tabla.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

<p align="center">0 x 31 ... 0 x 39</p>	<p align="center">Partial Read Indexed</p> <p align="center">TABLE_ID 0..65535</p> <p align="center">OBJECT_INDEX 2 bytes</p> <p align="center">COUNT 0..65535</p>	<p>Petición de lectura parcial de una tabla, utilizando el método "Index/count".</p> <p>Necesita el número de identificación de la tabla.</p> <p>El objeto de índice es un arreglo de nueve índices, el número actual de índices depende del código de petición, este va desde "1" que es el código 0 x 31 hasta el "9" del código 0 x 39.</p> <p>La longitud en bytes, depende del tamaño del objeto de índice</p>
<p align="center">0 x 3F</p>	<p align="center">Partial Read Offset</p> <p align="center">TABLE_ID 0..65535</p> <p align="center">OFFSET 0..16777215</p> <p align="center">COUNT 0..65535</p>	<p>Petición de lectura parcial de una tabla, utilizando el método "Offset/count".</p> <p>Necesita el número de identificación de la tabla.</p> <p>El offset es relativo al comienzo de los datos de la tabla. El offset representa el número de bytes que saltara.</p> <p>La longitud en bytes, depende del tamaño de la tabla.</p>

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

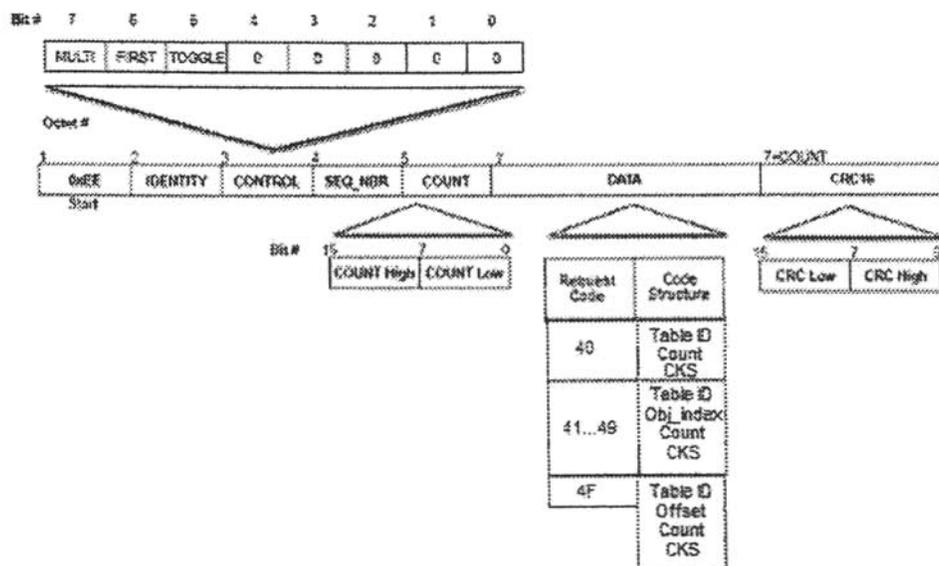


Ilustración 3.2.6 Estructura de un paquete de petición (código 40, 41... 49, 4F) en el protocolo ANSI C 1218.

Tabla 3.2.8 Definición de los códigos de petición (40, 41...49, 4F) en el protocolo ANSI C 1218.

Código	Definición	Descripción
0 x 40	Full Write TABLE_ID 0..65535	Petición de escritura completa de una tabla en el dispositivo remoto. Necesita el número de identificación de la tabla.
0 x 41 ... 0 x 49	Partial Write Indexed TABLE_ID 0..65535 OBJECT_INDEX 2 bytes	Petición de escritura parcial de una tabla, utilizando el método "Index/count". Necesita el número de identificación de la tabla. El objeto de índice es un arreglo de nueve índices, el número actual de índices depende del código de petición, este va desde "1" que es el código 0 x 41 hasta el "9" del código 0 x 49.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

	COUNT 0..65535	La longitud en bytes, depende del tamaño del objeto de índice.
0 x 4F	<p>Partial Write Offset</p> <p>TABLE_ID 0..65535</p> <p>OFFSET 0..1677215</p> <p>COUNT 0..65535</p>	<p>Petición de escritura parcial de una tabla, utilizando el método "Offset/count".</p> <p>Necesita el número de identificación de la tabla.</p> <p>El offset es relativo al comienzo de los datos de la tabla. El offset representa el número de bytes que saltara.</p> <p>La longitud en bytes, depende del tamaño de la tabla.</p>

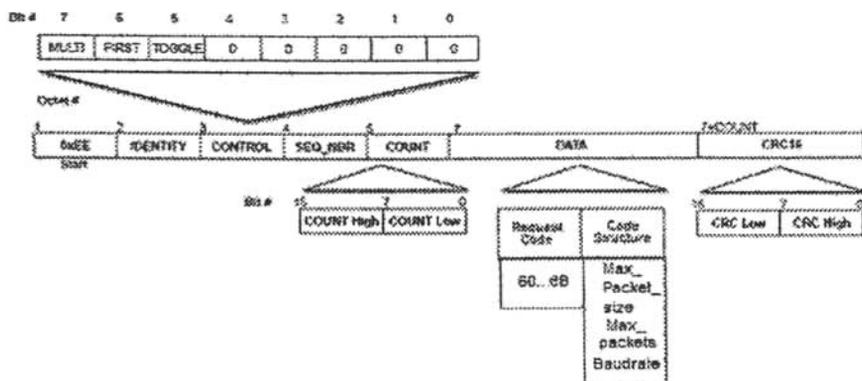


Ilustración 3.2.7 Estructura de un paquete de petición (código 60... 6B) en el protocolo ANSI C 1218.

Tabla 3.2.9 Definición de los códigos de petición (60) en el protocolo ANSI C 12.18.

Código	Definición	Descripción
0 x 60 ... 0 x 6B	<p align="center">Negotiate</p> <p align="center">MAX_PACKET_SIZE 8..8192</p> <p align="center">MAX_PACKETS 1..255</p>	<p>Servicio de configuración de los parámetros del canal de tráfico (tasa de transmisión y tamaño del paquete).</p> <p>El tamaño máximo del paquete en la capa de enlace en bytes. Este número incluye la cabecera y todos los bytes que se utilizan para el control (8 bytes).</p> <p>El máximo número de paquetes en la capa de enlace que se puede ensamblar desde la capa de aplicación.</p>
	<p>BAUDRATE</p>	<p>Es un arreglo de 11 bytes que representa los códigos de la tasa de transmisión. El número actual de bytes depende del código de petición, este rango va de "0" para el código 0 x 60 hasta el "11" para el código 0 x 6B. los códigos de la tasas de transmisión son los siguientes:</p> <p>0x00 = definición externa 0x01 = 300 baud 0x02 = 600 baud 0x03 = 1200 baud 0x04 = 2400 baud 0x05 = 4800 baud 0x06 = 9600 baud (default) 0x07 = 14400 baud 0x08 = 19200 baud 0x09 = 28800 baud 0x0A = 56000 baud 0x0B..0xFF = Reserved</p>

3.3 Códigos de respuesta a la petición.

Las respuestas siempre empiezan con un solo byte (código de la respuesta). Los códigos están divididos como se muestra:

Tabla 3.3.1 Rango de códigos de repuesta en el protocolo ANSI C 12.18.

Código (hex)	Descripción
0x00..0x0A	Código de respuestas estándar.
0x0B..0x 1F	Códigos que actualmente no están definidos, pero están disponibles para uso de la aplicación.
0x20..0x7F	Estos códigos no son usados, para evitar confusiones con los códigos de petición.
0x80..0xFF	Son los códigos reservados para una futura ampliación del protocolo.

Definición de cada código de respuesta:

Tabla 3.3.2 Códigos de respuesta en el protocolo ANSI C 12.18.

Código	Definición	Descripción
0 x 00	Acknowledge	Petición aceptada.
0 x 01	Unknown Error	Este código es usado para indicar que la petición fue rechazada, la razón por la cual fue rechazada no esta especificada.
0 x 02	Service Not Suported	Este error de capa de aplicación es mandado desde el dispositivo remoto

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

		cuando la petición de un servicio no es soportada. Indica que el mensaje fue válido pero la petición no pudo ser completada.
0 x 03	Insufficient Security Clearance	Este error de capa de aplicación indica que el nivel actual de autorización es insuficiente para completar la petición.
0 x 04	Operation Not Possible	Este error de capa de aplicación es mandado desde el dispositivo remoto cuando la operación no es soportada. Indica que el mensaje fue válido pero la acción no pudo ser completada.
0 x 05	Inappropriate Action Requested	Este error de capa de aplicación es mandado desde el dispositivo remoto cuando la petición es inválida. Por ejemplo, cuando se solicita escribir una tabla de solamente lectura, o el ID de la tabla es incorrecto.
0 x 06	Device Busy	Este error de capa de aplicación indica que la petición no puede ser atendida, ya que el dispositivo esta ocupado.
0 x 07	Data Not Ready	Este error de capa de aplicación indica que la petición no fue exitosa, debido a que los datos solicitados no estaban listos o no estaban disponibles.
0 x 08	Data Locked	Este error de capa de aplicación indica que la petición no fue exitosa, debido a que los datos no pudieron ser accedados.
0 x 09	Renegotiate Request	Este error de capa de aplicación indica que el dispositivo remoto desea regresar al estado ID o al estado base y renegociar los

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

		parámetros del canal de tráfico.
0 x 0A	Invalid Service Sequence State	Este error de capa de aplicación indica que la petición no pudo ser aceptada en el estado actual del dispositivo remoto.

Respuesta a los códigos de petición.

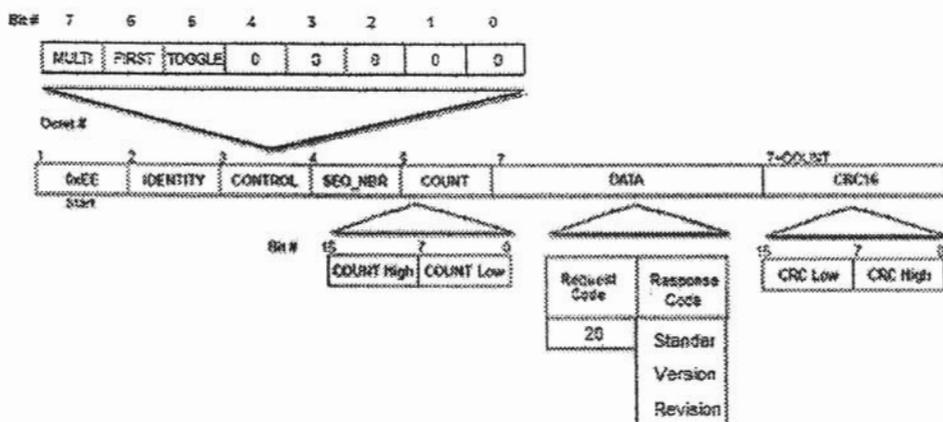


Ilustración 3.3.1 Estructura de un paquete de respuesta (código 20) en el protocolo ANSI C 1218.

Tabla 3.3.3 Definición de los códigos de respuesta (20) en el protocolo ANSI C 12.18.

Código	Definición	Descripción
0 x 20	Identify No necesita parámetros adicionales	Respuesta a la petición de identificación del dispositivo remoto.
	Standard 0	Este valor en el byte indica que el dispositivo cuenta con la versión ANSI C12.18.
	1	Este valor indica que esta reservado por uso de la industria canadiense.
	2	Este valor indica que el dispositivo cuenta con la versión ANSI C12.19xx.
	3 .. 255	Este valor indica que esta reservado.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

	Versión 0 ... 255 1 Revisión 0 ... 255 0	Este valor del byte indica que el protocolo esta referenciado a una versión mayor. Este valor indica que el protocolo esta referido a la versión ANSI C12.19 – 1997. Este valor indica que el protocolo esta referido a una revisión menor. Este valor indica que el protocolo esta referido al estándar ANSI C12.19 – 1997.
--	---	---

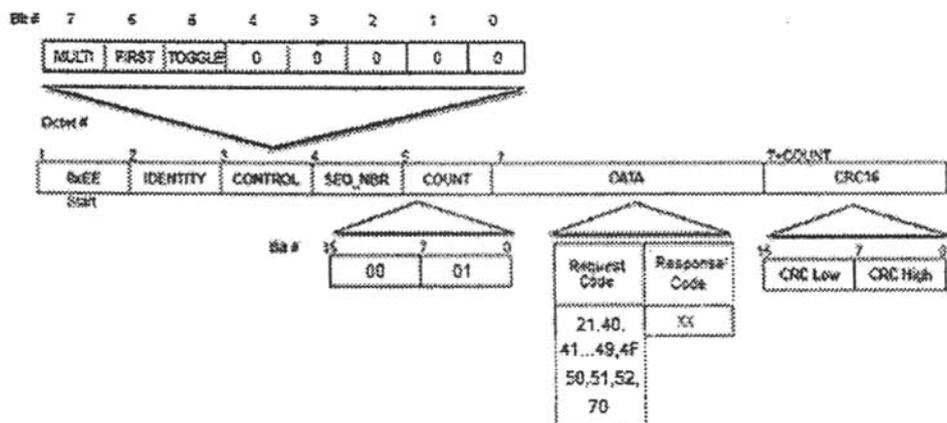


Ilustración 3.3.2 Estructura de un paquete de respuesta (código 21, 40, 41...49, 50, 51, 52 y 70) en el protocolo ANSI C 1218.

Tabla 3.3.4 Definición de los códigos de respuesta (21, 40, 41...49, 50, 51, 52 y 70) en el protocolo ANSI C 1218.

Código	Definición	Descripción
0 x 21	Nulo, no necesita parámetros adicionales.	Respuesta a la petición de terminación de la sesión. La sesión es terminada y el canal de comunicación cerrado.
0 x 40	Full Write	Respuesta a la petición de escritura completa de una tabla en el dispositivo

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

		remoto. La tabla indicada fue escrita exitosamente.
0 x 41 ... 0 x 49	Partial Write Indexed	Respuesta a la petición de escritura parcial de una tabla, utilizando el método "Index/count". La tabla indicada fue escrita parcialmente de manera exitosa.
0 x 4F	Partial Write Offset	Respuesta a la petición de escritura parcial de una tabla, utilizando el método "Offset/count". La tabla indicada fue escrita parcialmente de manera exitosa.
0 x 50	Log On USER_ID	Respuesta a la petición de inicio de sesión y servicio de identificación de usuario. Sesión iniciada exitosamente.
0 x 51	Security	Respuesta a la petición de inicio del servicio de seguridad. Petición de seguridad aceptada.
0 x 52	Log Off	Respuesta a la petición para terminar la sesión. Sesión finalizada exitosamente.
0 x 70	Wait	Respuesta a la petición de extensión del "Time-Out" del canal de tráfico. Petición aceptada.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

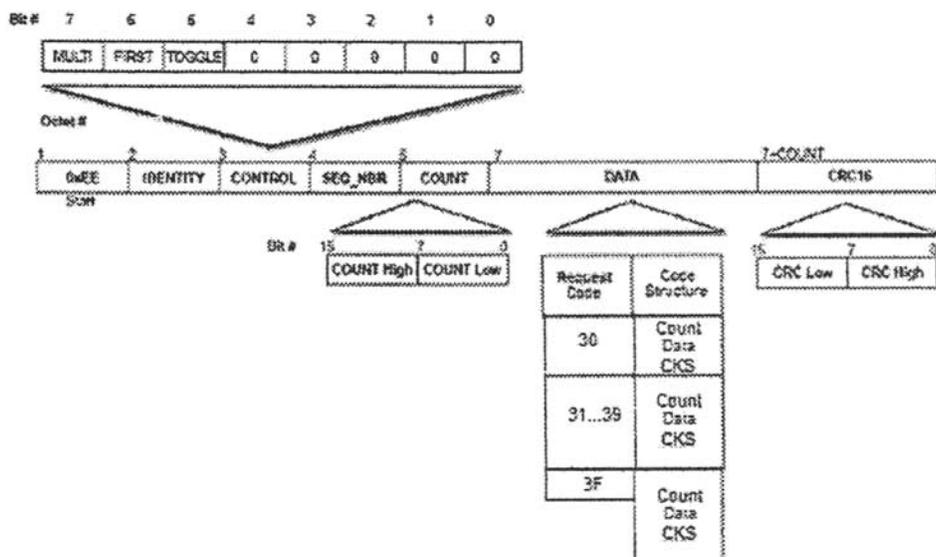


Ilustración 3.3.3 Estructura de un paquete de respuesta (código 30, 31...39, 3F) en el protocolo ANSI C 12.18.

Tabla 3.3.4 Definición de los códigos de respuesta (30, 31...39, 3F) en el protocolo ANSI C 12.18.

Código	Definición	Descripción
0 x 30	Count	Indica la longitud (en bytes) de los datos solicitados.
	Data	Son los datos contenidos en la tabla requerida.
	Checksum	Es el checksum obtenido del campo de datos solamente.
0 x 31...0 x 39	Count	Indica la longitud (en bytes) de los datos solicitados.
	Data	Son los datos contenidos en la sección requerida de la tabla solicitada.
	Checksum	Es el checksum obtenido del campo de datos solamente.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

0 x 3F	Count	Indica la longitud (en bytes) de los datos solicitados.
	Data	Son los datos contenidos en la sección requerida de la tabla solicitada.
	Checksum	Es el checksum obtenido del campo de datos solamente.

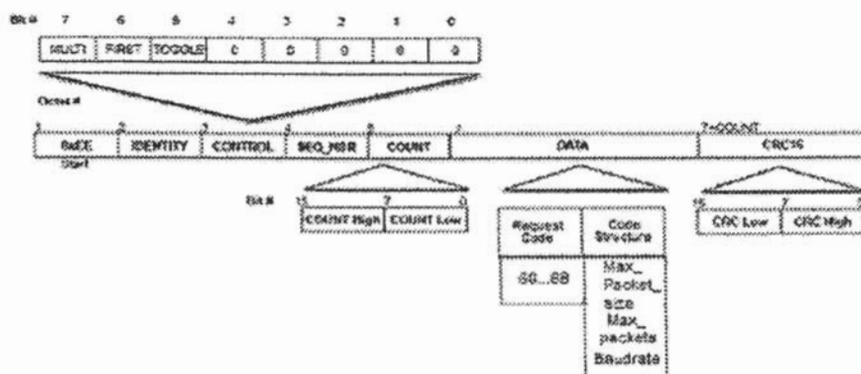


Ilustración 3.3.4 Estructura de un paquete de respuesta (código 60...6B) en el protocolo ANSI C 1218.

Tabla 3.3.5 Definición de los códigos de respuesta (60...6B) en el protocolo ANSI C 12.18.

Código	Definición	Descripción
0 x 60 ... 0 x 6B	Negotiate	Respuesta al servicio de configuración de los parámetros del canal de tráfico. Los nuevos parámetros establecidos en el canal de tráfico quedan como sigue:
	MAX_PACKET_SIZE 8..8192	El tamaño máximo del paquete indicado en la petición.
	MAX_PACKETS 1..255	El máximo número de paquetes indicado en la petición.
	BAUDRATE	La tasa de transmisión indicada en la petición según los siguientes valores: 0x00 = definición externa 0x01 = 300 baud 0x02 = 600 baud 0x03 = 1200 baud 0x04 = 2400 baud 0x05 = 4800 baud 0x06 = 9600 baud (default) 0x07 = 14400 baud 0x08 = 19200 baud 0x09 = 28800 baud 0x0A = 56000 baud

3.4 Tablas estándar.

El uso de tablas predefinidas (tablas estándar) provee un beneficio significativo para los usuarios de los dispositivos remotos en los cuales se encuentra implementado. Si los datos provenientes de varios fabricantes tienen la misma forma, esos datos pueden ser procesados por el mismo dispositivo sin la necesidad de un pre-procesamiento. De hecho, si el mismo protocolo es usado, los dispositivos de diversos fabricantes deberían ser interrogados de la misma manera, esto permite que los usuarios puedan adquirir el mejor producto y el mejor servicio, además de que se asegure que haya interoperabilidad entre ellos.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Las tablas, como son implementadas, también permiten que los usuarios modifiquen el formato de los datos que desean transmitir. Dentro de la estructura de las tablas predefinidas existe un método para crear tablas especiales (tablas del fabricante), compuestas de otras tablas dentro del dispositivo, esto produce que se obtengan solamente los datos especificados.

A continuación se dará una breve descripción de las tablas estándar más significativas.

Tabla 00: Configuración General.

Esta tabla contiene información general de configuración del dispositivo, establece el total de tablas que se encuentran en uso, los procedimientos y la selección de tipos especiales de datos, a continuación se definen en detalle los campos que la conforman.

```
TABLE GEN_CONFIG_TBL = GEN_CONFIG_RCD;
```

```
TYPE GEN_CONFIG_RCD = PACKED RECORD
    FORMAT_CONTROL_1      : FORMAT_CONTROL_1_BFLD;
    FORMAT_CONTROL_2      : FORMAT_CONTROL_2_BFLD;
    FORMAT_CONTROL_3      : FORMAT_CONTROL_3_BFLD;
    MANUFACTURER          : ARRAY[4] OF CHAR;
    NAMEPLATE_TYPE        : UINT8;
    DEFAULT_SET_USED      : UINT8;
    MAX_PROC_FARM_LENGTH  : UINT8;
    MAX_RESP_DATA_LEN     : UINT8;
    STD_VERSION_NO        : UINT8;
    STD_REVISION_NO       : UINT8;
    DIM_STD_TBLS_USED     : UINT8;
    DIM_MFG_TBLS_USED     : UINT8;
    DIM_STD_PROC_USED     : UINT8;
    DIM_MFG_PROC_USED     : UINT8;
    DIM_MFG_STATUS_USED   : UINT8;
    NBR_PENDING           : UINT8;
    STD_TBLS_USED         : SET (GEN_CONFIG_TBL.DIM_STD_TBLS_USED);
    MFG_TBLS_USED         : SET (GEN_CONFIG_TBL.DIM_MFG_TBLS_USED);
    STD_PROC_USED         : SET (GEN_CONFIG_TBL.DIM_STD_PROC_USED);
    MFG_PROC_USED         : SET (GEN_CONFIG_TBL.DIM_MFG_PROC_USED);
    STD_TBLS_WRITE        : SET (GEN_CONFIG_TBL.DIM_STD_TBLS_USED);
    MFG_TBLS_WRITE        : SET (GEN_CONFIG_TBL.DIM_MFG_TBLS_USED);
END;
```

```
TYPE FORMAT_CONTROL_1_BFLD = BIT FIELD OF UINT8
    DATA_ORDER           : UINT(0..0);
    CHAR_FORMAT           : UINT(1..3);
    MODEL_SELECT          : UINT(4..6);
    FILLER                : FILL(7..7);
END;
```

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

```

TYPE FORMAT_CONTROL_2_BFLD = BIT FIELD OF UINT8
    TM_FORMAT           : UINT{0..2};
    DATA_ACCESS_METHOD : UINT{3..4};
    ID_FORM             : UINT{5..5};
    INT_FORMAT         : UINT{6..7};
END;

```

Tabla 3.4.1 FORMAT_CONTROL_1_BFLD en el protocolo ANSI C 12.18.

Código	Definición	Descripción
FORMAT_CONTROL_1_BFLD	Data_Order	Define el orden de los bytes de un multipaquete.
	0	El primer byte es el menos significativo.
	1	El primer byte es el más significativo.
	Char_Format	Determina el formato de los datos a transmitir.
	0	No asignado.
	1	ISO - 7 bits (ISO/IEC 646: 1991).
2	ISO 8859/1.	
3-7	No asignado.	

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

	<p>Model_Select</p> <p>0</p> <p>1..7</p>	<p>Es un código que indica las entradas y salidas del modelo usado para la selección de fuentes, por lo que están restringidas el máximo número de fuentes de datos disponibles para el dispositivo remoto.</p> <p>Índices de 8 bits permite fuentes de datos hasta 255.</p> <p>Reservado.</p>
	<p>Filler</p> <p>7..7</p>	<p>Bit que se llena con ceros.</p>

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Tabla 3.4.2 FORMAT_CONTROL_2_BFLD en el protocolo ANSI C 12.18.

Código	Definición	Descripción
FORMAT_CONTROL_2_BFLD	TM_Format	Tipo de dato usado para representar la hora y la fecha.
	0	No hay reloj en el dispositivo remoto.
	1	BCD se usa para los campos de Mes, Día, Hora, Minuto, Segundos
	2	UINT 8 se usa para los campos de Mes, Día, Hora, Minuto, Segundos
	3	UINT 32 esta referido en segundos relativos a un tiempo de inicio. Este tiempo de inicio puede estar definido con los siguientes formatos:
	LTIME_DATE	Redondeado al segundo más cercano a 01/01/1970 a las 00:00:00 horas GMT.
	STIME_DATE	Redondeado al minuto más cercano a 01/01/1970 a las 00:00:00 horas GMT.
TIME	Tiempo en segundos desde las 00:00:00 horas del tiempo local (incluyendo el incremento de la zona horaria)	
4...7	No asignados.	

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

	<p align="center">Data_Access_Method</p> <p align="center">0</p> <p align="center">1</p> <p align="center">2</p> <p align="center">3</p>	<p>Determina el método de acceso de los datos a transmitir.</p> <p>Solamente acceso total de tablas. El acceso parcial no es soportado.</p> <p>El método de acceso de datos "offset-count" es soportado.</p> <p>El método de acceso de datos "index-count" es soportado.</p> <p>Los métodos de acceso 1 y 2 son soportados.</p>
	<p align="center">ID_Form</p> <p align="center">0</p> <p align="center">1</p>	<p>Indica el formato del campo identificador de la tabla 05.</p> <p>CHAR string.</p> <p>BCD string.</p>
	<p align="center">INT_Format</p> <p align="center">0</p> <p align="center">1</p> <p align="center">2</p> <p align="center">3</p>	<p>Indica el formato de los enteros signados.</p> <p>Representa los enteros signados como complemento a 2.</p> <p>Representa los enteros signados como complemento a 1.</p> <p>Los enteros signados son representados con el formato de signo y magnitud.</p> <p>Reservados.</p>

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

```

TYPE FORMAT_CONTROL_3_BFLD = BIT FIELD OF UINT8
    NI_FORMAT1          : UINT(0..3);
    NI_FORMAT2          : UINT(4..7);
END;
```

Tabla 3.4.3 FORMAT_CONTROL_3_BFLD en el protocolo ANSI C 12.18.

Código	Definición	Descripción
FORMAT_CONTROL_3_BFLD	NI_Format1	Indica el tipo de valores no enteros usados a través de tablas donde se especifica este formato.
	NI_Format2	Indica el tipo de valores no enteros usados a través de tablas donde se especifica este formato.

```

MANUFACTURER          : ARRAY[4] OF CHAR;
NAMEPLATE_TYPE        : UINT8;
DEFAULT_SET_USED      : UINT8;
MAX_PROC_PARM_LENGTH  : UINT8;
MAX_RESP_DATA_LEN     : UINT8;
STD_VERSION_NO        : UINT8;
STD_REVISION_NO       : UINT8;
DIM_STD_TBLs_USED     : UINT8;
DIM_MFG_TBLs_USED     : UINT8;
DIM_STD_PROC_USED     : UINT8;
DIM_MFG_PROC_USED     : UINT8;
DIM_MFG_STATUS_USED   : UINT8;
NBR_PENDING           : UINT8;
STD_TBLs_USED         : SET(GEN_CONFIG_TBL.DIM_STD_TBLs_USED);
MFG_TBLs_USED         : SET(GEN_CONFIG_TBL.DIM_MFG_TBLs_USED);
STD_PROC_USED         : SET(GEN_CONFIG_TBL.DIM_STD_PROC_USED);
MFG_PROC_USED         : SET(GEN_CONFIG_TBL.DIM_MFG_PROC_USED);
STD_TBLs_WRITE        : SET(GEN_CONFIG_TBL.DIM_STD_TBLs_USED);
MFG_TBLs_WRITE        : SET(GEN_CONFIG_TBL.DIM_MFG_TBLs_USED);
```

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Tabla 3.4.4 GEN_CONFIG_RCD en el protocolo ANSI C 12.18.

Definición	Descripción
Manufacturer	Identificación del fabricante del dispositivo final.
NamePlate_Type	Define el tipo de dispositivo remoto a usar.
0	Gas
1	Agua
2	Eléctrico
3..255	No asignados
Default_Set_Used	Indica cuales valores predeterminados se encuentran en uso.
0	No esta usando ningún valor predeterminado.
1	Set de valores #1 registro simple del medidor.
2	Set de valores #2 demanda simple del medidor.
3	Set de valores #3 TOU (Time Of Use) del medidor en uso.
4	Set de valores #4 perfil de grabación del medidor en uso.
5..255	Reservado para uso de valores de tablas predeterminadas.
Max Proc Parm Length	El fabricante define la máxima longitud de los argumentos que se

	utilizarán en los procedimientos.
Max_Resp_Data_Len	El fabricante define la máxima longitud regresada por los procedimientos.
STD_Version_No	Un entero binario no signado es usado para indicar la versión del conjunto de tablas estándar.
0	Documento informal del estándar.
1	Primer documento formal del estándar.
2...255	Reservado para uso exclusivo del comité de estándares.
STD_Revision_No	Entero binario no signado que indica el menor cambio de la versión de este estándar.
DIM_STD_TBLS_Used	Indica los bytes requeridos para representar el conjunto de tablas estándar usadas. Este es un mecanismo que permite identificar el conjunto de tablas para expandir su tamaño de un dispositivo simple a uno más complejo.
DIM_MFG_TBLS_Used	Indica los bytes requeridos para representar el conjunto de tablas del fabricante usadas. Este es un mecanismo que permite identificar el conjunto de tablas para expandir su tamaño de un dispositivo simple a uno más complejo.
	Indica los bytes requeridos para representar el conjunto de procedimientos estándar usados. Este

DIM_STD_PROC_Used	es un mecanismo que permite definir al estándar un identificador de un conjunto de procedimientos para expandir su tamaño.
DIM_MFG_PROC_Used	Indica los bytes requeridos para representar el conjunto de procedimientos del fabricante usados. Este es un mecanismo que permite al fabricante definir un identificador de un conjunto de procedimientos para expandir su tamaño.
DIM_MFG_Status_Used 0..255	Es el número de bytes asignados para indicar al fabricante las banderas específicas del estado del dispositivo.
NBR_PENDING	Número de estados pendientes.
STD_TBLS_Used	Indica cual de las tablas estándar ha sido implementada en el dispositivo. Si esta en "1" es verdadero (se implementa la condición); si esta en "0" es falso (no se implementa la condición).
MFG_TBLS_Used	Indica cual de las tablas del fabricante ha sido implementada en el dispositivo. Si esta en "1" es verdadero (se implementa la condición); si esta en "0" es falso (no se implementa la condición).
STD_PROC_Used	Indica cual de los procedimientos estándar ha sido implementado en el dispositivo. Si esta en "1" es verdadero (se implementa la condición); si esta en "0" es falso (no se implementa la condición).

MFG_PROC_Used	Indica cuales de los procedimientos del fabricante han sido implementados en el dispositivo. Si esta en "1" es verdadero (se implementa la condición); si esta en "0" es falso (no se implementa la condición).
STD_TBLs_Write	Indica cuales de las tablas estándar son capaces de ser re-escritas. Si esta en "1" es verdadero y representa que la tabla puede ser re-escrita y si es "0" que la tabla no puede ser re-escrita.
MFG_TBLs_Write	Indica cuales de las tablas del fabricante son capaces de ser re-escritas. Si esta en "1" es verdadero y representa que la tabla puede ser re-escrita y si es "0" que la tabla no puede ser re-escrita.

Tabla 05: Identificación del Dispositivo.

Esta tabla contiene información de identificación del dispositivo remoto; esta identificación es provista por el usuario.

```
TABLE DEVICE_IDENT_TBL = IDENT_RCD;

TYPE IDENT_RCD = PACKED RECORD
  IF GEN_CONFIG_TBL.ID_FORM THEN
    IDENTIFICATION : ARRAY{10} OF BCD;
  ELSE
    IDENTIFICATION : ARRAY{20} OF CHAR;
  END;
END;
```

Tabla 3.4.5 DEVICE_IDENT_TBL en el protocolo ANSI C 12.18.

Definición	Descripción
Identification	Es un arreglo de 20 caracteres o 20 dígitos BCD usados para identificar al dispositivo de manera única.

Tabla 52: Reloj.

Esta tabla provee la información del reloj en tiempo real del dispositivo remoto.

```

TABLE CLOCK_TBL = CLOCK_STATE_RCD;

TYPE CLOCK_STATE_RCD = PACKED RECORD
    CLOCK_CALENDAR      : LTIME_DATE;
    TIME_DATE_QUAL      : TIME_DATE_QUAL_BFLD;
END;
    
```

Tabla 3.4.6 CLOCK_STATE_RCD en el protocolo ANSI C 12.18.

Código	Definición	Descripción
Clock_State_RCD	Clock_Calendar	El tiempo corriente en el dispositivo remoto (ver tabla 00 campo Ltime_date)
	Time_Date_Qual	Esta definido en Time_Date_Qual_BFLD

```

TYPE TIME_DATE_QUAL_BFLD = BIT FIELD OF UINT8
    DAY_OF_WEEK      : UINT(0..2);
    DST_FLAG         : BOOL(3);
    GMT_FLAG         : BOOL(4);
    TM_EN_APPLIED_FLAG : BOOL(5);
    DST_APPLIED_FLAG : BOOL(6);
    FILLER           : FILL(7..7);
END;
    
```

Tabla 3.4.7 TIME_DATE_QUAL_BFLD en el protocolo ANSI C 12.18.

Código	Definición	Descripción
Time_Date_Qual_BF LD		Estado del tiempo en el dispositivo remoto.
	Day_Of_Week	Día actual de la semana.
	0	Domingo
	1	Lunes
	2	Martes
	3	Miércoles
	4	Jueves
	5	Viernes
	6	Sábado
	7	
	DST_Flag	Guarda el estado del tiempo.
	False	El dispositivo remoto no guarda el tiempo.
	True	El dispositivo remoto guarda el tiempo.
	GMT_Flag	
	False	El tiempo del dispositivo remoto no corresponde con el tiempo del meridiano de Greenwich.
	True	El tiempo del dispositivo remoto si corresponde con el tiempo del meridiano de Greenwich.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

	<p align="center">TM_ZN_Applied_Flag</p> <p align="center">False</p> <p align="center">True</p>	<p>El incremento de la Zona horaria no ha sido implementado en el dispositivo remoto.</p> <p>El incremento de la Zona horaria ha sido implementado en el dispositivo remoto.</p>
	<p align="center">Dst_Applied_Flag</p> <p align="center">False</p> <p align="center">True</p>	<p>El dispositivo remoto no incluye ajuste de almacenamiento del tiempo.</p> <p>El dispositivo remoto no incluye ajuste de almacenamiento del tiempo.</p>
	<p align="center">Filler</p> <p align="center">7...7</p>	<p>Bit que se llena con ceros.</p>

Tabla 71: Dimensiones actuales de los registros.

Define las dimensiones y capacidades de los registros del historial y de eventos.

```

TABLE ACT_LOG_TBL = DIM_LOG_TBL.LOG_RCD;
TYPE LOG_FLAGS_BFLD = BIT FIELD OF UINT8
    EVENT_NUMBER_FLAG      : BOOL(0);
    HIST_DATE_TIME_FLAG    : BOOL(1);
    HIST_SEQ_NBR_FLAG      : BOOL(2);
    HIST_INHIBIT_OVF_FLAG  : BOOL(3);
    EVENT_INHIBIT_OVF_FLAG : BOOL(4);
    FILLER                  : FILL(5..7);
END;
```

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Tabla 3.4.8 ACT_LOG_TBL en el protocolo ANSI C 12.18.

Codigo	Definición	Descripción
Log_Flags_BFLD	Event_Number_Flag	
	False	Un número de evento común no es guardado en los registros del Historial y de Eventos.
	True	Un número de evento común es guardado en los registros del Historial y de Eventos.
	Hist_Date_Time_Flag	
	False	La fecha y la hora no son guardadas en el registro del Historial.
	True	La fecha y la hora son guardadas en el registro del Historial.
	Hist_SEQ_NBR_Flag	
	False	Una secuencia de números no es transportada a través del registro del Historial.
	True	Una secuencia de números es transportada a través del registro del Historial.
	Hist_Inhibit_Ovf_Flag	
	False	El registro del Historial no inhibe nuevas entradas cuando existe una condición de sobreflujo.
	True	El registro del Historial inhibe

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

		nuevas entradas cuando existe una condición de sobreflujo.
	Event_Inhibit_Ovf_Flag	
	False	El registro de Eventos no inhibe nuevas entradas cuando existe una condición de sobreflujo.
	True	El registro de Eventos inhibe nuevas entradas cuando existe una condición de sobreflujo.

```

TYPE LOG_RCD = PACKED RECORD
    LOG_FLAGS                : LOG_FLAGS_BFLD;
    NBR_STD_EVENTS           : UINT8;
    NBR_MFG_EVENTS           : UINT8;
    HIST_DATA_LENGTH         : UINT8;
    EVENT_DATA_LENGTH        : UINT8;
    NBR_HISTORY_ENTRIES      : UINT16;
    NBR_EVENT_ENTRIES        : UINT16;
END;
    
```

Tabla 3.4.9 LOG_RCD en el protocolo ANSI C 12.18.

Código	Definición	Descripción
Log_RCD	Log_Flags	Ver Log_Flags_BFLD descrito anteriormente.
	NBR_STD_Events 0..255	Es el número de bytes en el conjunto de STD_Events_Supported
	NBR_MFG_Events 0..255	Es el número de bytes en el conjunto de MFG_Events_Supported

	Hist_Data_Length 0..255	Es el número de bytes en el conjunto de History_Argument
	Event_Data_Length 0..255	Es el número de bytes en el conjunto de Events_Argument
	NBR_History_Entries 0..65535	Es el número máximo actual de entradas en el registro del Historial.
	NBR_Event_Entries 0..65535	Es el número máximo actual de entradas en el registro del Eventos.

Tabla 74: Datos en el Registro del Historial

Esta tabla contiene el Registro del Historial.

```

TABLE HISTORY_LOG_DATA_TBL = HISTORY_LOG_RCD;

TYPE HISTORY_LOG_RCD = PACKED RECORD
    HIST_FLAGS           : LIST_STATUS_BFLD;
    NBR_VALID_ENTRIES   : UINT16;
    LAST_ENTRY_ELEMENT  : UINT16;
    LAST_ENTRY_SEQ_NBR  : UINT32;
    NBR_UNREAD_ENTRIES  : UINT16;
    ENTRIES              : ARRAY[ACT_LOG_TBL.NBR_HISTORY_ENTRIES]
                          OF HISTORY_ENTRY_RCD;

END;

TYPE LIST_STATUS_BFLD = BIT FIELD OF UINT8
    ORDER                : UINT(0..0);
    OVERFLOW_FLAG        : BOOL(1);
    LIST_TYPE             : UINT(2..2);
    INHIBIT_OVERFLOW_FLAG : BOOL(3);
    FILLER                : FILL(4..7);

END;

```

Tabla 3.4.10 LIST_STATUS_BFLD en el protocolo ANSI C 12.18.

Código	Definición	Descripción
List_Status_BFLD	Order	
	0	Los registros son mostrados en orden ascendente (el elemento más viejo es N y el más nuevo es N+1)
	1	Los registros son mostrados en orden descendente (el elemento más nuevo es N y el más viejo es N+1)
	Overflow_Flag	
	False	El sobreflujo no ha ocurrido.
	True	Se excedió el número de entradas lo cual ocasiona un sobreflujo.
	List_Type	
	0	La entrada más nueva es la última en la lista (FIFO).
	1	La entrada más nueva es la primera en la lista (Circular).
	Inhibit_Overflow_Flag	
False	El registro del Historial no inhibe nuevas entradas cuando existe una condición de sobreflujo.	
True	El registro del Historial inhibe nuevas entradas cuando existe una condición de sobreflujo.	
		Nota: (Hist_Inhibit_Ovf_Flag es el mismo valor que ésta entrada)

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

	Filler 4...7	Bit que se llena con ceros.
NBR_Valid_Entries	0..65535	Número de entradas válidas en el registro. Empieza desde cero (esto significa que el registro esta vacío) hasta la dimensión actual del mismo.
Last_Entry_Element	0..65535	Es el número de la entrada más nueva en el registro.
Last_Entry_SEQ_NBR	0..4294967265	El número de secuencia de la entrada válida más nueva dentro del registro.
NBR_Unread_Entries	0..65535	El número de entradas en el registro que todavía no ha sido leídas.
Entires		Arreglo de entradas en el registro del historial.

```

TYPE HISTORY_ENTRY_RCD = PACKED RECORD
  IF ACT_LOG_TBL.HIST_DATE_TIME_FLAG THEN
    HISTORY_TIME      : LTIME_DATE;
  END;
  IF ACT_LOG_TBL.EVENT_NUMBER_FLAG THEN
    EVENT_NUMBER     : UINT16;
  END;
  IF ACT_LOG_TBL.HIST_SEQ_NBR_FLAG THEN
    HISTORY_SEQ_NBR  : UINT16;
  END;
  USER_ID            : UINT16;
  HISTORY_CODE       : TABLE_IDE_SFILD;
  HISTORY_ARGUMENT   : ARRAY[ACT_LOG_TBL.HIST_DATA_LENGTH] OF
    UINT8;
    
```

Tabla 3.4.11 HISTORY_ENTRY_RCD en el protocolo ANSI C 12.18.

Código	Definición	Descripción
History_Entry_RCD	Hist_Date_Time_Flag	Ver referencia en la tabla 71.
	Event_Number_Flag	Ver referencia en la tabla 71.
	Hist_SEQ_NBR_Flag	Ver referencia en la tabla 71.
	User_ID 0..65535	El "User ID" esta asociado con las entradas en el registro del Historial.
	History_Code	Este byte indica el código del evento registrado. Ver el apéndice.
	History_Argument	Estos bytes contienen el argumento asociado con una entrada específica.

Capítulo 4: Solución prototipo.

Con base en la necesidad de la compañía de Luz y Fuerza del Centro de supervisar la operación de los procesos de medición del consumo de energía eléctrica en sus clientes mayores y la de asegurar la medición correcta de la energía, es que se propone una solución prototipo que utilice la red GSM/GPRS como la red de comunicación entre el usuario final y el dispositivo remoto.

Esta solución prototipo sólo es la implementación básica de comunicación en la parte de la capa de adquisición, ya que para que se cumpla con la totalidad de requisitos solicitados en licitación, se tendría que adecuar al software de recolección ha utilizar, al servidor de gestión de base de datos, etc.

4.1 Arquitectura.

La figura siguiente muestra el esquema de interconexión de la solución prototipo.

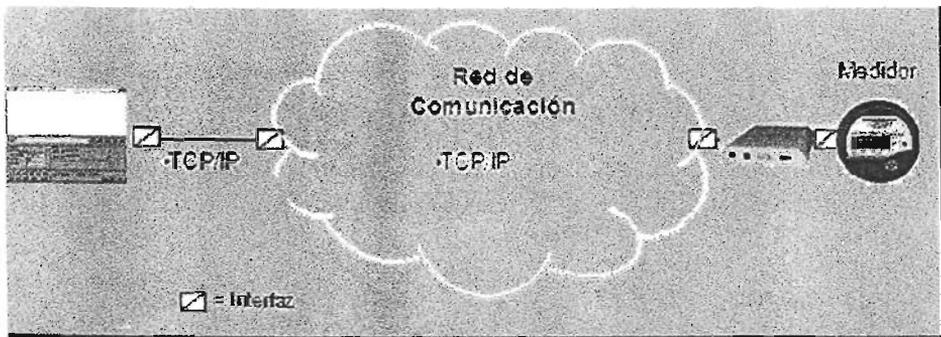


Ilustración 4.1.1 Red de comunicación.

Como usuario final se utiliza el programa "Test Ver. 1.3" (Softel S.A de C.V.), que es un software básico de explotación con el que se puede obtener datos del medidor a nivel protocolo ANSI 12.18 para su posterior interpretación.

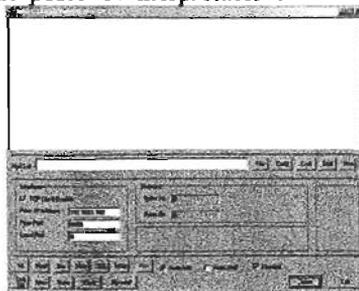


Ilustración 4.1.2 "Test Ver. 1.3".

Este software debe estar instalado en una computadora que tenga conexión a internet inalámbrico para que pueda conectarse a la red GSM/GPRS. Una parte del programa realiza el encapsulamiento/desencapsulamiento de la información de TCP/Serial y de Serial/TCP.

La interrogación de los medidores la realiza un MSC (Multi Service Controller de Softel S.A de C.V.) a través de una conexión RS-232. El MSC es el que realiza la transmisión de datos entre el medidor y el programa de explotación utilizando como medio la red GPRS.



Ilustración 4.1.3 Medidor.

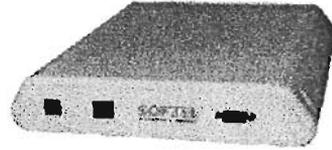


Ilustración 4.1.4 MSC.

4.1.2 Diagrama de comunicación.

En el diagrama de comunicación se muestra el flujo de información entre los distintos dispositivos descritos en la sección anterior que forma la solución prototipo. Se observa que el MSC inicia la comunicación a través de la interfase RS-232 hacia el Medidor.

Al inicio, el MSC se asegura que el Medidor se encuentre en el estado de Desconexión, esto se hace solicitando el servicio "Terminate"; posteriormente se entra al estado Base, donde el MSC pide la identificación del medidor por medio del servicio "Identify", recuperándose así información de la versión del protocolo y características implementadas en él.

Después de obtener respuesta a la solicitud del servicio "Identify" y encontrándose el medidor en el estado de Identificación, el MSC solicita los siguientes servicios: "Negotiate" para establecer las características del medio de comunicación; "Log On" y "Security" para registrar al usuario y su nivel de acceso. Al término del establecimiento de estos servicios, el Medidor se encuentra en estado de Sesión y el MSC ya está habilitado para poder solicitar los servicios "Read" y "Write".

En esta primera etapa, el MSC reconoce la identidad del Medidor al que está conectado, este procedimiento se realiza, ya que para la aplicación final se necesita tener una base de datos en la cual se puedan identificar los MSC's y a que medidores están conectados.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Tabla 4.3.1.1 Paquetes de Telcel.

Paquete	KB incluidos	Tarifa	Precio por KB adicional
Básico	1,000	\$ 100.00 + IVA	\$ 0.10 + IVA
Paquete 50	5,000	\$ 200.00 + IVA	\$ 0.05 + IVA
Paquete 100	10,000	\$ 300.00 + IVA	\$ 0.04 + IVA
Paquete 500	50,000	\$ 500.00 + IVA	\$ 0.02 + IVA

- Tarifa de Movistar GPRS.

La tarifa es de \$0.12 +IVA por Kb o fracción.

Tabla 4.3.1.2 Paquetes de Telefónica.

Plan	Kbytes incluidos	Precio	Kbyte adicional
GPRS-P1	1,000	\$ 95	\$0.10
GPRS-P5	5,000	\$190	\$0.05
GPRS-P10	10,000	\$285	\$0.04
GPRS-P25	25,000	\$475	\$0.03
GPRS-P50	50,000	\$480	\$0.02

- Medio alternativo:

TELMEX (Tarifas del 2002).

Tabla 4.3.1.3 Lada enlace de 2Mbps.

	Rango Km	Gasto de instalación por tramo	Renta mensual por tramo	
			Fijo	Cargo/Km
LOCAL	N.A	\$ 90971	\$5321	N.A
LARGA DISTANCIA NACIONAL	0-81	\$12193	\$9916	\$226
	>81-161		\$20830	\$168
	>161-805		\$39153	\$ 64
	>805		\$55228	\$ 46

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Tabla 4.3.1.4 Tarifas en pesos para lada enlaces nx64 locales.

	Rango Km	Gasto de instalación por tramo	Renta mensual por tramo	
			Fijo	Cargo/Km
64 KBPS	N.A	\$ 12908	\$907	N.A
128 KBPS	N.A	\$19362	\$1725	N.A
192 KBPS	N.A	\$25816	\$2042	N.A
256 KBPS	N.A	\$32270	\$2579	N.A
384 KBPS	N.A	\$38724	\$2901	N.A
512 KBPS	N.A	\$45178	\$3331	N.A
768 KBPS	N.A	\$51632	\$3869	N.A
1024 KBPS	N.A	\$58086	\$4406	N.A

Como se puede observar la red GPRS es mucho más barata que otros medios y los "Carriers" de GPRS tienen tarifas muy similares.

- Alcances: La solución prototipo se puede modificar para dar total cumplimiento a los requerimientos de la licitación de Luz y Fuerza del Centro para la red pública, estas modificaciones se describirán a continuación en detalle.

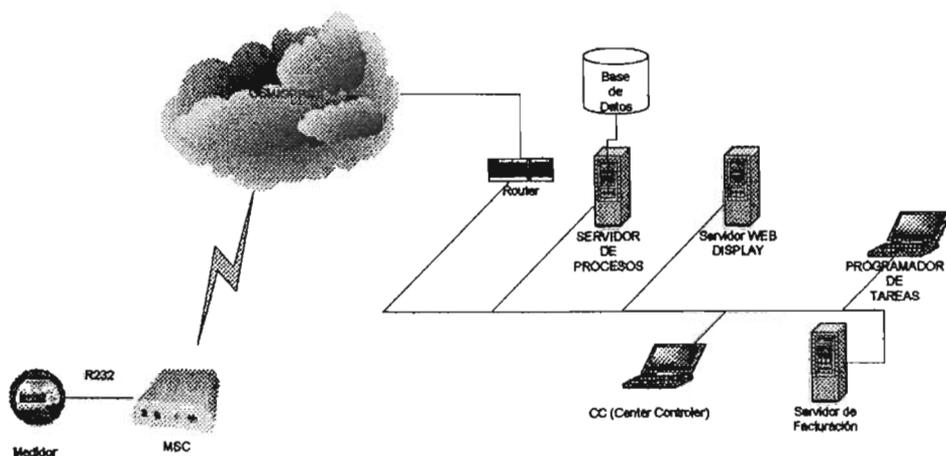


Ilustración 4.3.1.1 Solución prototipo modificada.

○ **El Programador de Tareas:**

Será el encargado de establecer los intervalos de poleo, así como horarios de interrogación de los medidores que serán ejecutados por el CC (Center Controller).

○ **El CC (Center Controller):**

Se encargará de la distribución de la información entre los distintos servidores, dependiendo del tipo de esta, así como el establecimiento de las rutas para la identificación de cada uno de los medidores y su adecuada interrogación.

○ **El Servidor Web:**

El servidor se encargará de proporcionar una interfaz visual entre un usuario externo e interno y el sistema, para realizar distintas actividades dependiendo de su nivel de acceso a éste.

○ **El Servidor de Procesos y Base de Datos:**

El servidor de procesos realizará la distribución de la información en las tablas de la Base de Datos dependiendo de sus propiedades.

○ **El Servidor de Facturación:**

El servidor de Facturación con base a la información contenida en la Base de Datos se encargará de tarificar el consumo de energía de un cliente mensualmente.

4.3.2 Desventajas.

- **Velocidad en la red GPRS:** por que la red GPRS tiene diferentes números de “Times Slots” asignados en sus áreas de servicio dependiendo del número de usuarios registrados en la red al mismo tiempo, hace que la red pueda transmitir menor cantidad de datos en ese período de tiempo en ciertas zonas, esto afecta la eficiencia en la transmisión de datos.
- **Cobertura:** No todos los lugares tendrán cobertura por lo que será necesario suplirlo con otro “Carrier”, lo cual incrementaría el costo, si el nuevo proveedor del servicio no se compromete a mantener las tarifas en uso.

Capítulo 5: Conclusiones.

Para desarrollar un sistema de comunicaciones es fundamental conocer el problema, las diferentes etapas y los dispositivos que conformarán a éste, para determinar que aspectos se tendrán que desarrollar.

En este trabajo se desarrolló una solución prototipo para la capa de adquisición en la parte de red pública y se propuso las modificaciones necesarias para darle un cabal cumplimiento a las necesidades expresadas por la compañía de Luz y Fuerza del Centro.

Una parte fundamental en el desarrollo de un sistema (no únicamente el propuesto) son los protocolos de comunicación que interactúan en él. La interconexión de los dispositivos es muy importante, por lo que es indispensable conocerlos para poder hacer una mejor integración de éste. En el sistema propuesto se dio una explicación a fondo del protocolo ANSI 1218 que es utilizado en medidores digitales para su configuración y la recolección de datos almacenados en su memoria; además de este existen otros protocolos en el sistema que son necesarios en la comunicación entre los dispositivos como es el caso de TCP/IP.

Otro elemento importante es el medio de comunicación, para poder dar un mejor servicio al usuario, hay que conocer las ventajas y desventajas del medio que se va emplear para tener una idea de sus capacidades, así como de su infraestructura y sus costos para determinar si es la mejor opción. En la solución prototipo propuesta se determinó que GPRS es la mejor opción debido al precio, su cobertura y a la actual infraestructura existente en el país.

Esta tesis es solamente una parte del análisis que es requerido para dar una solución completa, por ejemplo, es necesario evaluar los equipos que la conformarán, sus capacidades, su tiempo de vida, un software de explotación que sea capaz de interpretar la información que llegue del medidor y realizar todas las funciones requeridas por Luz y Fuerza del Centro, entre otras cosas.

Apéndices.

A. Ejemplos de Tablas Estándar

TABLA 00:

EE	00	00	00	00	2F	00	00
2E	02	0B	10	53	43	48	20
02	00	0B	14	01	00	0A	02
02	01	02	00	AF	B9	E1	1F
00	00	10	E0	81	1F	FF	03
38	06	7E	80	00	00	00	00
00	00	00	00	00	1B	03	FE
92	BE						

EE: Carácter que indica el inicio del paquete.

00: Este campo muestra el número de identificación del dispositivo remoto, si este campo contiene el valor "0" cualquier dispositivo podrá contestar la petición.

00: Grupo de bits de control. Para más detalle ver el capítulo 3, apartado 3.2: Definición de paquetes y códigos de petición.

00: En un multipaquete este número se decrementa en uno para cada nuevo paquete enviado. Para el primer paquete este campo tendrá el valor total de los paquetes a enviar menos uno. Si este byte tiene el valor de "0" indicará que es el último paquete a transmitir o el único que será transmitido ya que este no es un multipaquete.

00 2F: Indica el número total de bytes en el campo de datos.

00: Acknowledge: Petición aceptada. Para ver otros códigos de repuestas, ver capítulo 3, apartado 3.3: Códigos de respuesta a la petición.

00 2E: La longitud en bytes, depende del tamaño de la tabla.

FE: CKS.

92 BE: CRC

DATOS:

02: 0 0 0 0 0 0 1 0: Format_Control_1_BFLD.

0B: 0 0 0 0 1 0 1 1: Format_Control_2_BFLD.

10: 0 0 0 1 0 0 0 0: Format_Control_3_BFLD.

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

53 43 48 20: El Acrónimo del Fabricante en ASCII (SCH).
 02: Name Plate Type.
 00: Default_SET_Used.
 0B: Max_Proc_Parm_Length.
 14: Max_Resp_Data_Length.
 01: STD_Version_Nº.
 00: STD_Revision_Nº.
 0A: DIM_STD_TBLS_Used.
 02: DIM_MFG_TBLS_Used.
 02: DIM_STD_Proc_Used.
 01: DIM_MFG_Proc_Used.
 02: DIM_MFG_Status_Used.
 00: NBR_Pending.
 AF B9 E1 1F 00 00 10 E0 81 1F: STD_TBLS_Used
 FF 03: MFG_TBLS_Used
 38 06: STD_PROC_Used
 7E: MFG_PROC_Used
 80 00 00 00 00 00 00 00 00 00: STD_TBLS_Write
 1B 03: MFG_TBLS_Write

TABLA 05:

EE	01	20	00	00	18	00	00
14	49	54	52	4F	4E	20	20
20	20	20	20	20	20	20	20
20	20	20	20	20	94	BB	03

DATOS:

49 54 52 4F 4E 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20: Es un arreglo de 20 caracteres o 20 dígitos BCD usados para identificar al dispositivo de manera única. (ITRON).

TABLA 52:

EE	00	00	00	00	07	00	00
06	7F	35	12	01	3A	42	BD
8F	0C						

DATOS:

7F 35 12 01: STIME_DATE: Redondeado al minuto más cercano a 01/01/1970 a las 00:00:00 horas GMT. Orden "Big Endian"(Valor Hexadecimal 0112357F = Valor Decimal 17970559 = 02/03/2004 01:19:00 p.m.).

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

3A: Segundos (58 s).

42: 0 1 0 0 0 0 1 0: Conjunto de banderas. Para más detalle ver Tabla 52: reloj.

TABLA 71:

EE	01	00	00	00	0D	00	00
09	12	07	1D	06	30	9C	01
4F	00	A8	20	16			

DATOS:

12: 0 0 0 1 0 0 1 0: Log_Flags. Conjunto de banderas. Para más detalle ver Tabla 71: Dimensiones actuales de los registros.

07: NBR_STD_Events.

1D: NBR_MFG_Events.

06: Hist_Data_Length.

30: Event_Data_Length.

9C 01: NBR_History_Entries

4F 00: NBR_Event_Entries

TABLA 74:

EE	01	C0	33	00	78	00	18
2F	00	7D	00	7C	00	00	00
00	00	7D	00	FF	B6	12	01
2D	01	00	24	00	00	00	00
00	00	00	FF	B6	12	01	36
01	00	06	00	FF	B6	12	01
38	00	06	B7	12	01	0E	01
00	0A	08	02	00	00	00	00
00	06	B7	12	01	0F	01	00
0C	08	03	00	00	00	00	00
08	B7	12	01	05	01	00	06
00	08	B7	12	01	04	00	15
B7	12	01	17	01	00	0A	08
02	00	00	00	00	00	15	B7
12	01	17	01	00	0C	08	03
00	00	00	00	00	15	61	19

Nota: Este es el primer paquete del total recibidos.

DATOS:

00: History_Flag.

7D 00: NBR_Valid_Entries

7C 00: Last_Entry_Element

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

00 00 00 00: Last_Entry_SEQ_NBR
7D 00: NBR_Unread_Entries

Primer evento en la tabla:

FF B6 12 01 2D: Hora en la que ocurrió el evento, en orden "Big Endian". (25/03/2004 01:51:45 p.m.)
01 00: User_ID
24 00: Código del evento (Para ver en más detalle ver apéndice C).
00 00 00 00 00 00: Argumento del evento (Para ver en más detalle ver apéndice C).

B. Lista de Códigos de Eventos en los Registros.

Tabla B. Lista de códigos de eventos.

Código de Evento	Descripción del Evento	Tipo de Argumento
00	No hay evento	Ninguno
01	Falla de Energía	Ninguno
02	Energía Re -establecida	Ninguno
03	Cambio de Hora y Fecha (Antigua Fecha y Hora)	Ninguno
04	Cambio de Hora y Fecha (Nueva Fecha y Hora)	Ninguno
05	Cambio de Hora y Fecha (Antigua Fecha y Hora)	STime_Date
06	Cambio de Hora y Fecha (Nueva Fecha y Hora)	STime_Date
07	Dispositivo Remoto Accesado para lectura	Ninguno
08	Dispositivo Remoto Accesado para Escritura	Ninguno
09	Se uso un Procedimiento	Table IDB_BFLD
10	Escritura de Tabla	Table IDB_BFLD
11	Dispositivo Remoto Programado	Ninguno
12	Terminación Normal de Comunicación	Ninguno
13	Terminación Anormal de Comunicación	Ninguno
14	Reinicio de los apuntadores de las listas	INT 8
15	Actualización de los apuntadores de las listas	UINT 8
16	Registro del historial ha sido borrado	Ninguno
17	Registro del historial ha sido Actualizado	UINT 16
18	Registro de los Eventos ha sido borrado	Ninguno
19	Registro de los Eventos ha sido Actualizado	UINT 16
20	Reinicio del dispositivo remoto	Ninguno
21	Lectura	Ninguno
22	Habilitado almacenamiento del tiempo	Ninguno
23	Deshabilitado almacenamiento del tiempo	Ninguno

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

24	Cambio a Horario de Verano	UINT 8
25	Cambio de tasa de transmisión	UINT 8
26	Horario especial activado	UINT 8
27	Cambio de nivel de switch	Arreglo de UNIT 8
28	Activación de tablas pendientes	Table IDA BFLD
29	Borrado de tablas pendientes	Table IDA BFLD
30	Modo de medición iniciado	Ninguno
31	Modo de medición finalizado	Ninguno
32	Modo de prueba iniciado	Ninguno
33	Modo de prueba finalizado	Ninguno
34	Modo de medidor iniciado	Ninguno
35	Modo de medidor finalizado	Ninguno
36	Medidor reprogramado	Ninguno
37	Error de configuración detectado	Ninguno
38	Autodetección de errores	Ninguno
39	Falla de RAM detectado	Ninguno
40	Falla de ROM detectado	Ninguno
41	Falla de memoria no volátil detectada	Ninguno
42	Error de reloj detectado	Ninguno
43	Error de medición detectado	Ninguno
44	Baja batería detectada	Ninguno
45	Baja pérdida de potencial detectada	Ninguno
46	Sobre carga de demanda detectada	Ninguno
47	Intento de manipulación detectado	Ninguno
48	Rotación inversa detectada	Ninguno

C. Lista de Acrónimos

A	Es la interfaz entre el BSC y el MSC. Esta interfaz soporta los canales estándar de 64 Kbps para señalización y tráfico.
Abis	Es la interfaz que facilita la conectividad entre múltiples estaciones base y una BSC. Los datos de esta interfaz consisten en el paquete de datos de GPRS y la voz de GSM.
AMPS	Advanced Mobile Phone System. Corresponde a la primera generación de telefónica celular, desarrollado en USA por AT&T, opera en la banda de frecuencia de los 800MHZ y es conocida como la Telefonía Celular Analógica.
AMR	Adaptive Multi-rate speech transcoding
ANSI	American National Standards Institute
APN	Access Point Name
ARQ	Automatic Repeat Request
ATM	Asynchronous Transfer Mode
AUC	Centro de autenticación
BG	Border Gateway
Big Endian	En este tipo de arquitectura, el byte más significativo se localiza en la parte baja de la memoria. Cuando es transmitido, esta parte es la que se envía primero.
BSC	Base Station Controller
BTS	Base Transceiver Station
CDMA	Code Division Multiple Access
CEPT	Conférence Européenne des Postes et Télécommunications
D-AMPS	Digital Advance Mobile Phone Service
DCS1800	Digital Cellular System 1800
EDGE	Enhanced Data rates for Global Evolution

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

EIR	Registro de identificación de equipos
ETSI	European Telecommunications Standard Institute
FCC	Federal Communication Commission
Gb	Es la interfaz entre un SGSN y una BSS, consiste en un enlace de alta velocidad de Frame Relay que es construido para una conexión T1 o E1.
GGSN	Gateway GPRS Support Node
Gi	Es un punto de referencia entre GPRS y una red externa de paquetes de datos.
Gn	Interfaz entre dos GGSN, SGSN y PLMN's
GPRS	General Packet Radio Service
Gr	Es la interfaz entre un SGSN y la HLR.
Gs	Es la interfaz entre un SGSN y una MSC/VLR.
GSM	Global System for Mobile communications
GTP	GPRS Tunneling Protocol
HDLC	High - Level Data Link Control
HLR	Home Location Register
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
Little Endian	En este tipo de arquitectura, el byte menos significativo se localiza en la parte baja de la memoria. Cuando es transmitido, esta parte es la que se envía primero.
LLC	Logical Link Control
MAC	Medium Access Control

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

MCC	Mobile Country Code (2 o 3 cifras, para Italia 39)
MNC	Mobile Network Code (2 cifras, en Italia 01 para TIM y 10 para Omnitel)
MS	Mobile Station: Terminal Equipment (interfaz con el usuario) y Mobile terminal (interfaz con la red)
MSC	Mobile Switching Centre
MSIN	Mobile Station Identification Number (max 13 cifras)
NMT	Nordic Mobile Telephony. Es el estándar nórdico común para la telefonía móvil analógica establecido por las administraciones de telecomunicaciones de Suecia, Noruega, Finlandia y Dinamarca a principios de la década de 1980.
NSAPI	Network Service Access Point Identifier
OSI	Open System Interconnection
PCS	Personal Communications Services
PCU	Packet Control Unit
PDC	Personal Digital Cellular
PDP	Packet Data Protocol
PDU's	Protocol Data Units
PLMN	Public Land Mobile Network. Nombre genérico para todas las redes móviles de aire que usan una estación terrestre. Su equivalente móvil es la PSTN.
PRACH	Packet Random Access Channel
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Service
RACH	Random Access Channel
RLP	Radio Link Protocol
SGSN	Serving GPRS Node

TACS	Total Access Communications System. Es un sistema de comunicaciones para telefonía móvil celular dúplex en la banda de 900 MHz. Define tan sólo el protocolo de acceso radio entre una estación móvil y su correspondiente estación base. La gestión de la movilidad, es decir, las facilidades de "handover" y "roaming" soportadas por el sistema, así como la estructura y comunicaciones entre los distintos elementos de la red quedan a criterio del fabricante.
TBF	Temporary Block Flow
TCP	Transaction Control Protocol
TDMA	Time Division Multiple Access
TE	Subscriber terminal
TIA	Telecommunications Industry Association
TOU	Time Of Use
UDP	User Datagram Protocol
VLR	Visitor Location Register
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access

D. Tablas.

Tabla 1.1.4.1 Interfaces del sistema SISFC.....	10
Tabla 1.1.4.2 Cobertura.....	12
Tabla 2.1.1 Hitos de GSM.....	18
Tabla 2.3.1 Modificaciones en una red GSM para soportar la red GPRS.....	23
Tabla 2.3.2 Servicios de GPRS y GSM.....	26
Tabla 2.3.1.1 Esquemas de codificación en la red GPRS.....	33
Tabla 2.6.1 Comparación en la transmisión de datos entre distintas tecnologías.....	35
Tabla 3.1.1 Modelo de referencia OSI.....	37
Tabla 3.2.1 Definición de los paquetes de control en el protocolo ANSI C 12.18.....	41
Tabla 3.2.2 Estructura de un paquete general en el protocolo ANSI C 12.18.....	42
Tabla 3.2.3 Rangos de códigos de petición en el protocolo ANSI C 12.18.....	43
Tabla 3.2.4 Definición de los códigos de petición (20, 21, 22, 52) en el protocolo ANSI C 12.18.....	44
Tabla 3.2.5 Definición de los códigos de petición (70) en el protocolo ANSI C 12.18.....	45
Tabla 3.2.6 Definición de los códigos de petición (50, 51) en el protocolo ANSI C 12.18.....	46
Tabla 3.2.7 Definición de los códigos de petición (30, 31...39, 3F) en el protocolo ANSI C 12.18.....	46
Tabla 3.2.8 Definición de los códigos de petición (40, 41...49, 4F) en el protocolo ANSI C 12.18.....	48
Tabla 3.2.9 Definición de los códigos de petición (60) en el protocolo ANSI C 12.18.....	50
Tabla 3.3.1 Rango de códigos de repuesta en el protocolo ANSI C 12.18.....	51
Tabla 3.3.2 Códigos de respuesta en el protocolo ANSI C 12.18.....	51
Tabla 3.3.3 Definición de los códigos de respuesta (20) en el protocolo ANSI C 12.18.....	53
Tabla 3.3.4 Definición de los códigos de respuesta (21, 40, 41...49, 50, 51, 52 y 70) en el protocolo ANSI C 12.18.....	54
Tabla 3.3.4 Definición de los códigos de respuesta (30, 31...39, 3F) en el protocolo ANSI C 12.18.....	56
Tabla 3.3.5 Definición de los códigos de respuesta (60...6B) en el protocolo ANSI C 12.18.....	58
Tabla 3.4.1 FORMAT_CONTROL_1_BFLD en el protocolo ANSI C 12.18.....	60
Tabla 3.4.2 FORMAT_CONTROL_2_BFLD en el protocolo ANSI C 12.18.....	62
Tabla 3.4.3 FORMAT_CONTROL_3_BFLD en el protocolo ANSI C 12.18.....	64
Tabla 3.4.4 GEN_CONFIG_RCD en el protocolo ANSI C 12.18.....	65
Tabla 3.4.5 DEVICE_IDENT_TBL en el protocolo ANSI C 12.18.....	69
Tabla 3.4.6 CLOCK_STATE_RCD en el protocolo ANSI C 12.18.....	69
Tabla 3.4.7 TIME_DATE_QUAL_BFLD en el protocolo ANSI C 12.18.....	70
Tabla 3.4.8 ACT_LOG_TBL en el protocolo ANSI C 12.18.....	72
Tabla 3.4.9 LOG_RCD en el protocolo ANSI C 12.18.....	73
Tabla 3.4.10 LIST_STATUS_BFLD en el protocolo ANSI C 12.18.....	75
Tabla 3.4.11 HISTORY_ENTRY_RCD en el protocolo ANSI C 12.18.....	77
Tabla 4.3.1.1 Paquetes de Telcel.....	82
Tabla 4.3.1.2 Paquetes de Telefonía.....	82
Tabla 4.3.1.3 Lada enlace de 2Mbps.....	82

Diseño de un Sistema Prototipo de Comunicaciones de Telemetría para la Supervisión del Consumo de Energía Eléctrica basada en la tecnología GPRS.

Tabla 4.3.1.4 Tarifas en pesos para lada enlaces nx64 locales.	83
Tabla B. Lista de códigos de eventos.	90

E. Ilustraciones.

Ilustración 1.1.2.4 Arquitectura física del SISFC.....	8
Ilustración 1.1.4.1.1 Interfaces de comunicación.....	11
Ilustración 2.1.1. Evolución de la Telefonía Móvil.....	20
Ilustración 2.2.1 .Arquitectura general de la red GSM.....	20
Ilustración 2.3.1: Arquitectura general de la red GPRS.....	24
Ilustración 2.3.2: Transmisión de datos por la red GPRS.....	25
Ilustración 2.3.1.1: Interfaces en al red GPRS (MS,BSS,SGNS,GGSN,TE) GPRS.....	27
Ilustración 2.3.1.2 Interfaces en al red GPRS (MS,BSS,SGNS).....	28
Ilustración 2.3.1.3 Protocolo RLC/MAC.....	29
Ilustración 2.3.1.4 formato del frame de LLC y RLC.....	30
Ilustración 2.3.1.5 El encabezado de GTP (primer parte).....	31
Ilustración 2.3.1.6 El encabezado de GTP (segunda parte).....	32
Ilustración 2.6.1 Capacidad de voz.....	35
Ilustración 2.6.2 Suscripciones celulares por norma de sistema.....	36
Ilustración 2.6.3 Porcentaje de ARPU en los operadores de GSM.....	36
Ilustración 3.1.1 Diagrama de conexión y desconexión en el protocolo ANSI C 1218.....	38
Ilustración 3.1.2 Diagrama de estados de actividad en el protocolo ANSI C 1218.....	40
Ilustración 3.1.3 Diagrama de servicios en el estado de sesión en el protocolo ANSI C 1218.....	40
Ilustración 3.2.1 Estructura de un paquete en general en el protocolo ANSI C 1218.....	42
Ilustración 3.2.2 Estructura de un paquete de petición (código 20, 21, 22 y 52) en el protocolo ANSI C 1218.....	44
Ilustración 3.2.3 Estructura de un paquete de petición (código 70) en el protocolo ANSI C 1218.....	45
Ilustración 3.2.4 Estructura de un paquete de petición (código 50 y 51) en el protocolo ANSI C 1218.....	45
Ilustración 3.2.5 Estructura de un paquete de petición (código 30, 31... 39, 3F) en el protocolo ANSI C 1218.....	46
Ilustración 3.2.6 Estructura de un paquete de petición (código 40, 41... 49, 4F) en el protocolo ANSI C 1218.....	48
Ilustración 3.2.7 Estructura de un paquete de petición (código 60... 6B) en el protocolo ANSI C 1218.....	49
Ilustración 3.3.1 Estructura de un paquete de respuesta (código 20) en el protocolo ANSI C 1218.....	53
Ilustración 3.3.2 Estructura de un paquete de respuesta (código 21, 40, 41... 49, 50, 51, 52 y 70) en el protocolo ANSI C 1218.....	54
Ilustración 3.3.3 Estructura de un paquete de respuesta (código 30, 31... 39, 3F) en el protocolo ANSI C 1218.....	56
Ilustración 3.3.4 Estructura de un paquete de respuesta (código 60... 6B) en el protocolo ANSI C 1218.....	57
Ilustración 4.1.1 Red de comunicación.....	78
Ilustración 4.1.2 "Test Ver. 1.3".....	78
Ilustración 4.1.3 Medidor.....	79
Ilustración 4.1.4 MSC.....	79
Ilustración 4.1.2.1 Diagrama de comunicación (primera parte).....	80

Bibliografía.

Lee, William C. Y., *Mobile Cellular Telecommunications, Analog and Digital Systems*, Mc Graw Hill, 2ª Edición, Singapur, 1989

Couch II, Leon W., *Digital and Analog Communication Systems*, Macmillan, 4ª Edición, E.U.A., 1990

Spragins, J., Hammond, J., Pawlikowski, K., *Telecommunications Protocols and Design*, Addison Wesley Publishing Co., 1994

Held, G., *Data Communications Networking Devices*, John Wiley & Sons, 1993, 3ª Edición.

Ake, M., Flores, M., *Evolución hacia la Tercera Generación de Sistemas Móviles a través de la Tecnología GPRS*, Facultad de Ingeniería, 2002

Regis J.Bates., *GPRS General Packet Radio Service*, Mc Graw Hill, E.U.A, 2002

Andersson Christoffer, *GPRS and 3G Wireless Application*, John Wiley and Sons., 2001

Utility Industry Standard, *Tables User's Guide*, Draft 2.3 May 25, 1998

Referencias en Internet:

http://www.cdg.org/technology/3g/SpectrumPolicy/CITEL_submission_en_espanol.doc

http://www.mpirical.com/companion/mpirical_companion.html#http://www.mpirical.com/companion/GPRS/GTP-U - GPRS Tunnelling Protocol - User.htm

<http://www.protocols.com/pbook/gprsfamily.htm#GTP>

<http://neutron.ing.ucv.ve/revistaNo7/Rafael%20Cadenas%5CVIABILIDAD%20DEL%20IP%20INALAMBRICO.htm>

http://www.dell.com/downloads/global/vectors/2002_gprs_overview.pdf

http://www.soluzion.es/htdocs/global/de_interes/revistas/articulos_voice2/articulo6.pdf

<http://www.monografias.com/trabajos13/gpts/gpts.shtml>

<http://www.telemetria.com.mx>

http://fmc.axarnet.es/redes/tema_06.htm

<http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/20/2XX.PDF>

<http://www.protocols.com/pbook/gprsfamily.htm#GTP>