

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL

CARRERA DE ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

TEMA:

“SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA LA LECTURA, CORTE Y RECONEXIÓN A TRAVÉS DE LAS REDES GSM/GPRS, EN LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A”.

Trabajo de proyecto de graduación modalidad TEMI (Trabajo estructurado de manera independiente) presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

AUTOR: César Vinicio Sánchez Valencia

TUTOR: Ing. Julio Cuji

AMBATO – ECUADOR
MARZO - 2011

APROBACIÓN DEL TUTOR O DIRECTOR

En mi calidad de Tutor o director del trabajo de graduación o titulación: Trabajo Estructurado de Manera Independiente sobre el tema, **“SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA LA LECTURA, CORTE Y RECONEXIÓN A TRAVÉS DE LAS REDES GSM/GPRS, EN LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A”** de Cesar Vinicio Sánchez Valencia, egresado de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad técnica de Ambato.

.

Ambato, Marzo 24 del 2011

EL TUTOR (ó DIRECTOR)

Ing. Julio Cuji.

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: **“SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA LA LECTURA, CORTE Y RECONEXIÓN A TRAVÉS DE LAS REDES GSM/GPRS, EN LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A”**. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor y su propiedad intelectual pertenece al graduado de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Marzo 24 del 2011

César Vinicio Sánchez valencia
C.C.171719399-7

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

El Tribunal de Calificación, conformada por los señores docentes Ing.----- e Ing. -----, aprueban el trabajo de graduación o titulación Trabajo Estructurado de Manera Independiente titulado: **“SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA LA LECTURA, CORTE Y RECONEXIÓN A TRAVÉS DE LAS REDES GSM/GPRS, EN LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A”**, presentado por el señor César Vinicio Sánchez Valencia, de acuerdo al Art. 18 del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad técnica de Ambato.

Ing. Oswaldo Paredes

PRESIDENTE TRIBUNAL

Ing.-----

DOCENTE CALIFICADOR

Ing.-----

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

Sánchez Valencia César Vinicio

AGRADECIMIENTO

Sánchez Valencia César Vinicio

ÍNDICE GENERAL

PRELIMINARES	Pág.
Carátula.....	i
Aprobación del tutor o director.....	ii
Autoría.....	iii
Aprobación de la comisión calificadora.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Índice General.....	vii
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Tablas.....	xiv
Índice de Gráficos.....	xv
Resumen Ejecutivo.....	xvi
Introducción.....	xviii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de Investigación.....	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis Crítico.....	2
1.2.3 Prognosis.....	2
1.3 Formulación del Problema.....	3
1.3.1 Preguntas Directrices.....	3
1.3.2 Delimitación del problema.....	3
1.4 Justificación.....	3
1.5 Objetivos de la Investigación.....	4
1.5.1 Objetivo General.....	4
1.5.2 Objetivos Específicos.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos.....	6
--------------------------------------	---

2.2 Fundamentación.....	6
2.2.1 Fundamentación Legal.....	6
2.3 Fundamentación Teórica.....	6
2.3.1 Comunicación Inalámbrica.....	6
2.3.1.1 Nacimiento de la comunicación Inalámbrica.....	7
2.3.1.2 Generalidades.....	9
2.3.1.3 Aspectos Tecnológicos.....	10
2.3.1.4 Campos de utilización.....	10
2.3.2 Telefonía Móvil.....	10
2.3.2.1 Generación Cero.....	11
2.3.2.2 Primera Generación.....	12
2.3.2.3 Segunda Generación.....	14
2.3.2.4 Tercera Generación.....	15
2.3.3 Teléfono Celular.....	17
2.3.3.1 Técnicas de acceso múltiple.....	23
2.3.4 Sistemas Satelitales.....	26
2.3.5 Modems Inalámbricos.....	27
2.3.6 Medidores de Energía Eléctrica.....	30
2.3.6.1 Unidades de medidas eléctricas.....	31
2.3.6.2 Equipos de medida.....	32
2.3.6.3 Calculo de potencia instalada.....	33
2.3.6.4 Elementos constitutivos.....	35
2.3.6.5 Características principales.....	37
2.3.6.6 Tipos de servicio en baja tensión.....	37
2.4 Hipótesis.....	40
2.5 Determinación de variables.....	40
2.5.1 Variable Independiente.....	40
2.5.2 Variable Dependiente.....	40

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la Investigación.....	41
3.2 Modalidad Básica de la investigación.....	41
3.2.1 Investigación de Campo.....	41

3.2.2 Investigación Documental- Bibliográfica.....	41
3.3 Nivel de la Investigación.....	42
3.4 Población y Muestra.....	42
3.4.1 Población.....	42
3.4.2 Muestra.....	42
3.5 Recolección de Información.....	43
3.5.1 Plan de Recolección de Información.....	43
3.6 Procesamiento y Análisis de la Información.....	43

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Recopilación de la Información.....	44
4.2 Análisis e Interpretación de la Información Recopilada.....	45

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	57
5.2 Recomendaciones.....	58

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Datos Informativos.....	59
6.2 Antecedentes de la Propuesta.....	60
6.3 Justificación.....	60
6.4 Objetivos.....	61
6.5 Análisis de Factibilidad.....	61
6.6 Fundamentación.....	62
6.6.1 Modem Inalámbrico GR64.....	62
6.6.1.1 Modulo de control y memoria.....	65
6.6.1.2 Comunicación serie PC-MODEM GSM.....	65
6.6.1.3 Protocolo RS-232.....	66
6.6.2 Medidores Eléctricos.....	67
6.6.2.1 Medidores Digitales.....	68
6.6.2.2 Medidores Electromagnéticos.....	69

6.6.3 Base de Datos.....	70
6.6.3.1 Lenguajes de programación.....	71
6.6.3.2 Protocolo TCP/IP.....	74
6.6.3.3 Aplicación del Servidor.....	76
6.6.4 Telemetría Remota.....	77
6.6.4.1 Descripción de las etapas.....	78
6.6.5 Comunicación Celular.....	80
6.6.5.1 Convergencia Tecnológica.....	80
6.6.5.2 Red GSM.....	82
6.6.5.3 Arquitectura de la red GSM.....	85
6.6.6 Red GPRS.....	87
6.6.6.1 Tecnología Utilizada.....	87
6.6.6.2 Clases de dispositivos.....	90
6.6.6.3 Velocidad de transferencia.....	90
6.6.7 Red EDGE.....	91
6.6.8 Red SMS.....	91
6.7 Metodología.....	92
6.7.1. Lectura Remota.....	94
6.7.2. Corte y reconexión del servicio.....	95
6.7.2.1. Operación automática.....	96
6.7.3. Sistemas AMR.....	97
6.7.3.1. Centro de control.....	99
6.7.4. Base de datos.....	100
6.7.4.1. Dispositivo móvil para la lectura corte y reconexión.....	100
6.7.4.2. Circuito de corte y reconexión.....	101
6.7.5. Comunicación entre centro de control y modulo GR64.....	101
6.7.6. Comunicación entre modulo GR64 y circuito de control.....	102
6.7.7. Comunicación entre el circuito de control y el medidor.....	102
6.7.8. Costo del diseño.....	103
6.7.9. Usuarios Potenciales.....	106
6.8 Administración.....	106
6.9 Previsión de la Evaluación.....	108

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones.....110

7.2 Recomendaciones.....111

BIBLIOGRAFÍA.....112

REFERENCIAS.....114

GLOSARIO.....115

ANEXOS.....118

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
Figura 2.1. Comunicación inalámbrica.....	9
Figura 2.2. Motorola DynaTAC.....	12
Figura 2.3. Teléfono GSM de diseño regular.....	13
Figura 2.4. Células áreas de propagación.....	18
Figura 2.5. Grupo de células adyacentes.....	19
Figura 2.6. Torre de transmisión de telefonía celular.....	20
Figura 2.7. Áreas de cobertura celular.....	21
Figura 2.8. Comunicación celular en zonas urbanas.....	23
Figura 2.9. Espectro electromagnético y sus frecuencias.....	25
Figura 2.10. Modem Multi-Tech inalámbrico.....	28
Figura 2.11. Medidores de energía eléctrica.....	30
Figura 2.12. Medición de potencias trifásicas en estrella.....	33
Figura 2.13. Medición de potencias trifásicas en delta.....	33
Figura 2.14. Partes principales de un medidor eléctrico.....	35
Figura 2.15. Estructura interna de un medidor.....	36
Figura 2.16. Conexiones concéntricos y excéntricos de un medidor.....	38
Figura 2.17. Medidor monofásico de dos hilos.....	39
Figura 2.18. Medidor monofásico de tres hilos.....	39
Figura 2.19. Medidor bifásico de tres hilos.....	40
Figura 6.1. Modem inalámbrico GR64.....	62
Figura 6.2. Diagrama de bloques del modem GSM GR64.....	63
Figura 6.3. Características físicas del modem.....	64
Figura 6.4. Circuito básico de la comunicación PC-MODEM.....	66
Figura 6.5. Interfaz para el intercambio de datos.....	66
Figura 6.6. Medidor Eléctrico digital SmartMeter.....	67
Figura 6.7. Medidor eléctrico digital estándar SmartMeter.....	68
Figura 6.8. Medidor eléctrico monofásico.....	69
Figura 6.9. Medidor electromecánico LANDIS&GYR.....	69
Figura 6.10. Capas de modelos TCP/IP y OSI.....	74
Figura 6.11. Repetidora de señales.....	80
Figura 6.12. Modem USB para Internet móvil Huawei E220.....	81

Figura 6.13. Arquitectura de la red GSM.....	85
Figura 6.14. Estructura de la red GSM.....	86
Figura 6.15. Conjunto multiplexor-demultiplexor por división de tiempo.....	89
Figura 6.16. Solución planteada utilizando tecnología celular GSM.....	93
Figura 6.17. Trama enviada para solicitud de lectura.....	94
Figura 6.18. Trama de respuesta en lectura.....	94
Figura 6.19. Proceso de la lectura remota.....	95
Figura 6.20. Proceso de corte y reconexión automática.....	97
Figura 6.21. Infraestructura de AMR para la telemedición de agua electricidad y gas..	98
Figura 6.22. Interfaz del servidor TMR en el centro de control.....	99
Figura 6.23. Interfaz del EMS Manager.....	100
Figura 6.24. Circuito de memoria de control.....	118
Figura 6.25. Diagrama del circuito de fuerza	119
Figura 6.26. Diagrama de lectura por sensor.....	120

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS	Pág.
Tabla 2.1. Nacimiento de comunicación inalámbrica.....	8
Tabla 2.2. Frecuencias de los satélites comerciales.....	27
Tabla 2.3. Cálculos de potencias instaladas en una casa.....	34
Tabla 4.1. Datos adquiridos pregunta #1.....	45
Tabla 4.2. Datos adquiridos pregunta #2.....	45
Tabla 4.3. Datos adquiridos pregunta #3.....	46
Tabla 4.4. Datos adquiridos pregunta #4.....	46
Tabla 4.5. Datos adquiridos pregunta #5.....	48
Tabla 4.6. Datos adquiridos pregunta #6.....	49
Tabla 4.7. Datos adquiridos pregunta #7.....	50
Tabla 4.8. Datos adquiridos pregunta #8.....	51
Tabla 4.9. Datos adquiridos pregunta #9.....	52
Tabla 6.1. Evolución de usuarios de telefonía móvil.....	81
Tabla 6.2. Características del funcionamiento de GSM.....	83
Tabla 6.3. Velocidad de transferencia de las tecnologías.....	90
Tabla 6.4. Talentos Humanos.....	107
Tabla 6.5. Costo del diseño del circuito digitador corte y reconexión.....	107
Tabla 6.6. Resumen de los costo de implementación.....	108
Tabla 6.7. Acciones programadas para el sistema de lectura, corte y reconexión.....	108
Tabla 6.8. Estimación de gastos mensuales.....	109
Tabla 6.9. Descripción y distribución de los pines del MODEM.GR64.....	124

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICOS	Pág.
Gráfico 4.1. Porcentaje en pastel 3D pregunta#1.....	45
Gráfico 4.2. Porcentaje en pastel 3D pregunta#2.....	46
Gráfico 4.3. Porcentaje en pastel 3D pregunta#3.....	47
Gráfico 4.4. Porcentaje en pastel 3D pregunta#4.....	48
Gráfico 4.5. Porcentaje en pastel 3D pregunta#5.....	49
Gráfico 4.6. Porcentaje en pastel 3D pregunta#6.....	50
Gráfico 4.7. Porcentaje en pastel 3D pregunta#7.....	51
Gráfico 4.8. Porcentaje en pastel 3D pregunta#8.....	52
Gráfico 4.9. Porcentaje en pastel 3D pregunta#9.....	53

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad, en la ciudad de Ambato existen usuarios del servicio de energía eléctrica que poseen medidores tanto electromecánicos como digitales, instalados en sus hogares.

Para la empresa eléctrica encargada de brindar este servicio, las operaciones de corte y reconexión de energía, así como también la toma de lectura en los medidores es un trabajo realizado por personal humano, por lo cual está sujeto a errores mínimos de diversas índoles, dando como resultado un mal servicio y por ende la insatisfacción del abonado en un numero reducido de casos.

Nuestra propuesta es automatizar todos estos pasos con ayuda de las tecnologías de transmisión de datos a través de la red celular vigentes en nuestro país logrando así; otorgar un mejor servicio para los abonados. Reduciendo a la empresa eléctrica costos de personal; por evento, las operaciones se las realizaría de manera remota y por su tiempo de respuesta mínima se la consideraría en tiempo real.

En el primer capítulo se describe el sistema actual que posee la Empresa Eléctrica Ambato S.A, para el control de la toma de lecturas, corte y reconexión, por lo cual se desea mejorar potencializando un sistema automático con el objetivo de aprovechar las capacidades tecnológicas que existen en el mercado.

En el segundo capítulo se tiene la fundamentación del proyecto y el respaldo bibliográfico necesario para empezar a investigar cómo podemos abarcar la comunicación inalámbrica, la telemetría remota, energía eléctrica, sus características y fundamentos necesarios para su diseño.

El tercer capítulo se engloba al marco metodológico, enfoque que se obtuvo dando un proceso de investigación en la población que en nuestro caso son los empleados de la empresa eléctrica Ambato S.A, para determinar si la solución a la propuesta es la más correcta e indicada.

El cuarto capítulo nos brinda la información del análisis e interpretación de resultados después de haber encuestado a un grupo de empleados de la empresa que se encuentran relacionados con el tema.

El quinto capítulo recoge las conclusiones logradas a partir del análisis de los resultados de la investigación, además algunas recomendaciones para dar mejoras al problema planteado.

El capítulo seis es la parte fundamental de este trabajo de investigación ya que es la propuesta donde se observa las metodologías a utilizar y se enfoca en las alternativas de solución al problema planteado.

El capítulo siete contiene las conclusiones y recomendaciones de la propuesta sobre el trabajo realizado.

INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Ambato, la empresa eléctrica ofrece el servicio de energía eléctrica para los hogares en su mayoría ofreciendo modernos medidores digitales y en cierto grupo de abonados los medidores electromagnéticos.

Para ambos abonados, el servicio de toma de lectura, se lo realiza a través de un dispositivo electrónico llamado PDA, siendo el personal respectivo de la empresa los encargados de ejecutar dichas operaciones.

Al ser éstas realizadas por personal humano, están sujetas a errores mínimos por ejemplo en la toma de lectura y al momento de la digitalización para el almacenamiento en la base de datos provocando así que existan datos erróneos y por ende causa malestar al abonado al recibir la planilla con un consumo no real.

El objetivo del proyecto es brindar tanto a la empresa eléctrica como al abonado un mejor servicio ya que con ayuda de la telemedición se obtendrán datos reales, serán directamente almacenados en la base de datos y la ejecución de las operaciones será realizada en línea.

Otro punto importante es que al medidor se le incorporara una memoria externa, de esta forma se respaldará la lectura tomada por los sensores en una memoria no volátil, asegurando así que la última lectura tomada este también del lado del abonado.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 Tema de Investigación:

“SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA LA LECTURA, CORTE Y RECONEXIÓN A TRAVÉS DE LAS REDES GSM/GPRS, EN LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A”.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1. Contextualización

Existen dos tipos de problemas, el primero se desarrolla dentro de las empresas eléctricas del Ecuador durante muchos años vienen acumulando pérdidas por concepto de transmisión, distribución y facturación de energía, siendo esta última controlable según las políticas de cada ente.

Estas políticas están encaminadas a reducir al mínimo la brecha que existe entre: la energía comprada (mercado eléctrico mayorista) y la energía vendida (consumidor final), registrando pérdidas cuantiosas que van en perjuicio no solo de la empresa, sino del usuario final, por comprar energía con tarifas altas.

El segundo problema se da con los usuarios que perciben este servicio, ya que se esta expuesto a errores humanos en la toma de lecturas mensuales, provocando cortes de energía eléctrica de un usuario, el cual toma menos de 12 horas dependiendo de su ubicación la reconexión, en el cual son perjudicadas tanto la empresa eléctrica por

concepto de gastos de materiales y mano de obra, mientras que el usuario pierde tiempo y dinero.

1.2.2. Análisis crítico

A pesar de la importancia que se le ha dado al control de parámetros importantes como es el de facturación, corte y reconexión del servicio eléctrico, la Empresa Eléctrica Ecuatoriana por ser una sociedad del estado no cuenta con un sistema que permita controlar y monitorear los mismos en forma automática, debido a que nunca se realizó un estudio previo para contar con un sistema de control, lo que da como resultado el desconocimiento de las condiciones más óptimas en el cual puede trabajar la Empresa Eléctrica Ecuatoriana.

Para la realización de este proyecto se pretende analizar en primer lugar el porcentaje de recuperación de energía, analizando los tiempos que toma las diferentes actividades dentro del proceso de facturación, tales como: codificación e impresión de rutas; toma, ingresos y verificación de datos, facturar, corregir lecturas mal tomadas y/o mal ingresadas.

Esto se puede lograr con un sistema de facturación digital, sin intervención humana en la manipulación de datos, esto brinda un servicio de excelente calidad y de esta manera evita los robos constantes de suministro eléctrico.

Con la realización de nuestra solución, se aspira que la Empresa Eléctrica Ambato S.A, automatice el proceso de corte y reconexión, además de que sean más eficientes y rentables, disminuyendo sus costos operativos para que puedan brindar el servicio a todas personas dentro de su área de concesión.

1.2.3. Prognosis

La Empresa Eléctrica Ecuatoriana, es una empresa solida que debe tomar medidas correctivas porque de lo contrario podrán surgir inconvenientes para la empresa, como robo de energía eléctrica y pérdidas económicas por falta de reconexión inmediata del servicio, lo que daría como resultado una empresa poco competitiva y desacreditada con grandes pérdidas económicas, insatisfacción de los accionistas, etc.

Nuestra propuesta es automatizar todos estos pasos con ayuda de las tecnología de transmisión de datos a través de la red celular vigentes en nuestro país logrando así otorgar un mejor servicio para los abonados y reduciendo para la empresa eléctrica costos de personal ya que las operaciones se las realizaría de manera remota y por su tiempo de respuesta mínima se la consideraría en tiempo real.

1.3. Formulación del problema

¿De qué manera incide un sistema de lectura, corte y reconexión para medidores de energía eléctrica utilizando redes GSM/GPRS?

1.3.1. Preguntas directrices

- ¿En qué condiciones trabaja actualmente la Empresa Eléctrica Ambato S.A. Para la lectura corte y reconexión del servicio?
- ¿Qué características técnicas deberán tener los módulos de transmisión inalámbrica GSM/GPRS para la transmisión y recepción de datos en el sistema?
- ¿Qué características técnicas se requiere para realizar un sistema de automatización de corte y reconexión en los medidores electromagnéticos?

1.3.2. Delimitación del problema

Para la recopilación de información se realizara en las instalaciones de una de las jurisdicciones de la Empresa Eléctrica de Ambato situada en la provincia de Tungurahua, y se desarrollará por el lapso de seis meses como se indica en el cronograma de actividades a partir de su aprobación. Para lo cual se cuenta con el apoyo del tutor de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial y el tutor de dicha empresa.

1.4. Justificación

En el ítem anterior se explica las partes que involucran el proceso de facturación, por lo expuesto en ellos se conoce la problemática actual del proceso y se propone

inicialmente y de forma general una de las posibles soluciones. Por tal razón uno de los objetivos principales de nuestro trabajo consistirá en automatizar el proceso de facturación, utilizando para ello varias tecnologías, que se integrarán en diferentes etapas del proyecto.

Con los antecedentes expuestos se pretende entonces fomentar la utilización de las nuevas tecnologías, que actualmente se encuentran disponibles en el mercado, como son la telefonía móvil y el Internet, que permitan automatizar los procesos y simplificar las actividades de varias empresas que utilizan al recurso humano como su principal fuente de desarrollo. Cabe aclarar que el presente trabajo, no fomenta en grado significativo el desempleo en estas áreas, sino todo lo contrario, nuestra propuesta integrará el recurso humano y la tecnología lo que permitirá que dicho recurso reciba capacitaciones constantes y permanentes.

Además se notificará al usuario información sobre la fecha de vencimiento, día del corte y reconexión, valor adeudado, entre otros anuncios importantes, mediante el uso de SMS, utilizando un número telefónico celular fijados por la distribuidora, es decir, cada empresa promocionará este servicio haciendo publicidad sobre los números que deberá usar el usuario para consultar y recibir los mensajes de textos.

1.5. Objetivos de investigación

1.5.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de lectura, corte y reconexión para los medidores de energía eléctrica usando redes inalámbricas GSM/GPRS.

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar un estudio de las condiciones actuales de la Empresa Eléctrica de Ambato, Para el manejo de la lectura de datos, corte y reconexión del servicio eléctrico de los usuarios.

- Investigar sobre las características técnicas de los módulos de transmisión inalámbrica GSM/GPRS, que se utilizaran para la transmisión y recepción de datos.
- Establecer las características técnicas que se requiere para realizar un sistema de automatización del control de fuerza para el corte y reconexión en los medidores electromagnéticos y electrónicos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos

Revisados los archivos y la base de datos con relación a tesis de graduación de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, no existe ningún trabajo que se relacione con el tema antes mencionado.

Se a realizado un estudio investigativo a nivel nacional teniendo como resultado una tesis realizada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Con el tema de” Diseño de un sistema de corte y reconexión para los medidores de energía eléctrica usando redes inalámbricas GSM” diseñado en el año de 1998, su autor Patricio Heredia.

2.2 Fundamentación

2.2.1 Fundamentación legal

La Empresa Eléctrica Ambato S.A está constituida legalmente e inscrita con la Resolución N.0771-06-RA de la primera sala del tribunal constitucional del Ecuador, la sala es competente para conocer y resolver el presente caso de conformidad con lo que disponen los artículos 95 y 276 numero 3 de la Constitución, en concordancia con lo dispuesto en el artículo 62 de la ley del control constitucional.

2.3. Fundamentación Teórica.

2.3.1. Comunicación Inalámbrica

El simple hecho de ser seres humanos nos hace desenvolvemos en medios donde tenemos que estar comunicados. Por eso la gran importancia de la transmisión y la

recepción de información, y en la época actual donde los computadores hacen parte de la cotidianidad, es necesario establecer medios de comunicación eficaces entre ellos.

Una de las tecnologías más prometedoras y discutidas en esta década es la de comunicar computadoras mediante tecnología inalámbrica. La conexión de

computadoras mediante Ondas de Radio o Luz Infrarroja, actualmente está siendo ampliamente investigada. Las Redes Inalámbricas facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en un solo lugar, como en almacenes o en oficinas que se encuentren en varios pisos. ¹

2.3.1.1. Nacimiento de la comunicación inalámbrica

ERA PIONERA	
1860	-Postulación de las ondas EM por James Maxwell
1880	-Demostración de la existencia de las ondas por Henry Rudolf Hertz.
1890	-Primera patente de los sistemas inalámbricos por Guglielmo Marconi.
1905	-Primera transmisión de voz y música vía enlace inalámbrico por Reginald Fessenden
1912	-Hundimiento del Titanic destacando la importancia de las comunicaciones inalámbricas sobre las vías marítimas, en los años siguientes la marina comenzó a establecer los radios de telegrafía.
ERA PRECELULAR	
1921	-El Dpto. de la Policía de Detroit dirige maniobras militares con radios móviles.
1933	-En EEUU, existen 4 canales en los 30-40 Mhz.

¹ <http://www.monografias.com/trabajos16/comunicacion-inalambrica/comunicacion-inalambrica.shtml>

1938	-En EEUU, se reglamenta el servicio regular.
1946	-Primer comercio de los sistemas de teléfonos móviles operados por el sistema Bell, en EEUU.
1948	-Primer comercio plenamente automático de teléfonos móviles en EEUU.
1950	-Los teléfonos y los enlaces de microondas son desarrollados.
1960	-Introducción de líneas interurbanas a los sistemas de radio con canales automáticos en EEUU.
1970	-Los sistemas de teléfonos móviles operan en muchas ciudades. Lo utilizaban 100 millones de vehículos.
ERA CELULAR	
1980	-Distribución de los sistemas celulares analógicos por el mundo
1990	-Distribución de los celulares digitales y modo de operación dual de los sistemas digitales.
2000	-Distribución de los servicios multimedia a través de FPLMTS, IMT-2000, UMTS
2010	-Ancho de banda para Comunicación inalámbrica
	que soporten redes B-ISDN y ATM
2010+	-Radio sobre fibra (así como micro celdas sobre fibra óptica)

Tabla 2.1. Nacimiento de comunicación Inalámbrica

La comunicación inalámbrica.- es aquella en la que los extremos de la comunicación (emisor/receptor) no se encuentran unidos por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio.

En este sentido, los dispositivos físicos sólo están presentes en los emisores y receptores de la señal, entre los cuales encontramos: antenas, computadoras portátiles, PDA, teléfonos móviles, etc.

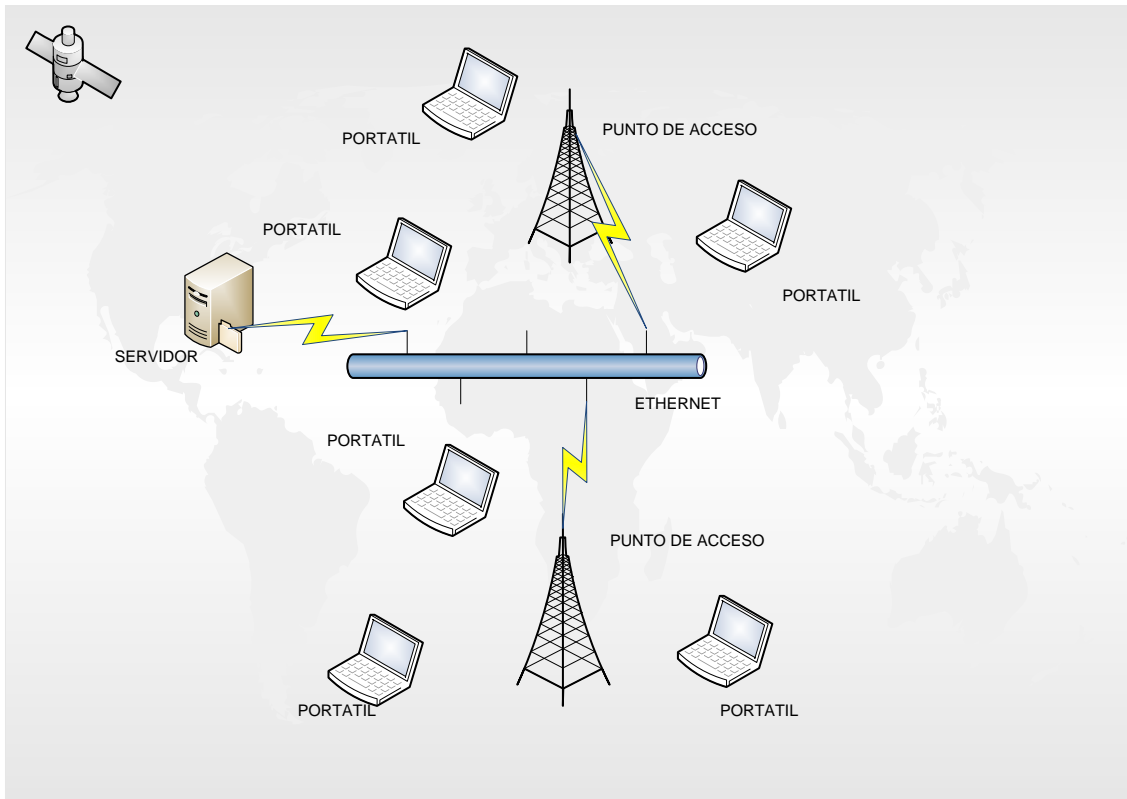


Figura 2.1. Comunicación Inalámbrica

2.3.1.2. Generalidades:

Se puede realizar una “mezcla” entre inalámbricas y alámbricas, de manera que pueden funcionar de la siguiente manera: que el sistema cableado sea la parte principal y la inalámbrica sea la que le proporcione movilidad al equipo y al operador para desplazarse con facilidad en distintos campos (almacén u oficina).

Un ejemplo de redes a larga distancia son las Redes públicas de Conmutación por Radio. Estas redes no tienen problemas en pérdida de señal, debido a que su arquitectura está diseñada para soportar paquetes de datos en vez de comunicaciones por voz.²

Actualmente, las transmisiones inalámbricas constituyen una eficaz herramienta que permite la transferencia de voz, datos y vídeo sin la necesidad de cableado. Esta

² http://es.wikipedia.org/wiki/Comunicaci%C3%B3n_inal%C3%A1mbrica

transferencia de información es lograda a través de la emisión de ondas de radio teniendo dos ventajas: movilidad y flexibilidad del sistema en general. En general, la tecnología inalámbrica utiliza ondas de radiofrecuencia de baja potencia y una banda específica, de uso libre para transmitir, entre dispositivos.

2.3.1.3. Aspectos tecnológicos:

En general, la tecnología inalámbrica utiliza ondas de radiofrecuencia de baja potencia y una banda específica, de uso libre o privada para transmitir, entre dispositivos. Estas condiciones de libertad de utilización sin necesidad de licencia, ha propiciado que el número de equipos, especialmente computadoras, que utilizan las ondas para conectarse, a través de redes inalámbricas haya crecido notablemente.

2.3.1.4. Campos de utilización:

La tendencia a la movilidad y la ubicuidad hacen que cada vez sean más utilizados los sistemas inalámbricos, y el objetivo es ir evitando los cables en todo tipo de comunicación, no solo en el campo informático sino en televisión, telefonía, seguridad, domótica etc.

Un fenómeno social que ha adquirido gran importancia, en todo el mundo, como consecuencia del uso de la tecnología inalámbrica son las comunidades inalámbricas que buscan la difusión de redes alternativas a las comerciales. El mayor exponente de esas iniciativas en España es RedLibre.

2.3.2. Telefonía móvil

Los teléfonos celulares han revolucionado el área de las comunicaciones, redefiniendo cómo percibimos las comunicaciones de voz. Tradicionalmente, los teléfonos celulares se mantuvieron fuera del alcance de la mayoría de los consumidores debido a los altos costos involucrados.

Como resultado, las compañías proveedoras de servicios invirtieron tiempo y recursos en encontrar nuevos sistemas de mayor capacidad, y por ende, menor costo. Los sistemas celulares se están beneficiando de estas investigaciones y han comenzado a desarrollarse como productos de consumo masivo.

La telefonía celular es un sistema de comunicación telefónica totalmente inalámbrica. Durante el desarrollo de este trabajo, se verá, como los sonidos se convierten en señales electromagnéticas, que viajan a través del aire, siendo recibidas y transformadas nuevamente en mensajes. A su vez, se especificarán y se compararán las diferentes tecnologías que se utilizan en dicho proceso.

Inicialmente los celulares eran analógicos. Se evaluarán las razones por la cual hubo una necesaria migración de estos sistemas a sistema digital.

La nueva revolución que implementa el uso social de celulares genera ventajas y al mismo tiempo desventajas. La accesibilidad al nuevo medio de comunicación, en un fuerte aumento en los últimos años, propone un contacto constante entre los ciudadanos. En este punto surge el dilema o las distintas interpretaciones sobre si el nuevo método comunicativo es positivo o negativo.³

2.3.2.1. Generación Cero (0G)

La 1G de la telefonía móvil hizo su aparición en 1979, si bien proliferó durante los años 80. Introdujo los teléfonos "celulares", basados en las redes celulares con múltiples estaciones de base relativamente cercanas unas de otras, y protocolos para el "traspaso" entre las celdas cuando el teléfono se movía de una celda a otra.

La transferencia analógica y estrictamente para voz son características identificadoras de la generación. Con calidad de enlaces muy reducida, la velocidad de conexión no era mayor a (2400 bauds). En cuanto a la transferencia entre celdas, era muy imprecisa ya que contaban con una baja capacidad (Basadas en FDMA, Frequency Division Multiple Access), lo que limitaba en forma notable la cantidad de usuarios que el servicio podía ofrecer en forma simultánea ya que los protocolos de asignación de canal estáticos padecen de ésta limitación.

Con respecto a la seguridad, las medidas preventivas no formaban parte de esta primitiva telefonía celular. La tecnología predominante de esta generación es AMPS (Advanced Mobile Phone System), desarrollada principalmente por Bell. Si bien fue introducida inicialmente en los Estados Unidos, fue usada en otros países en forma

³ <http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml>

extensiva. Otro sistema conocido como Sistema de Comunicación de Acceso Total (TACS) fue introducido en el Reino Unido y muchos otros países.

Si bien había diferencias en la especificación de los sistemas, eran conceptualmente muy similares. La información con la voz era transmitida en forma de frecuencia modulada al proveedor del servicio. Un canal de control era usado en forma simultánea para habilitar el traspaso a otro canal de comunicación de serlo necesario. La frecuencia de los canales era distinta para cada sistema. NMT usaba canales de 12.5KHz, AMPS de 30KHz y TACS de 25KHz.

A su vez, el tamaño de los aparatos era mayor al de hoy en día; fueron originalmente diseñados para el uso en los automóviles. Motorola fue la primera compañía en introducir un teléfono realmente portátil.



Figura 2.2. Motorola DynaTAC

Estos sistemas (NMT, AMPS, TACS, RTMI, C-Netz, y Radiocom 2000) fueron conocidos luego como la Primera Generación (G1) de Teléfonos Celulares.

En Setiembre de 1981 la primera red de telefonía celular con roaming automático comenzó en Arabia Saudita; siendo un sistema de la compañía NMT. Un mes más tarde los países Nórdicos comenzaron una red NMT con roaming automático entre países.

2.3.2.2. Primera generación (1G)

Si bien el éxito de la 1G fue indiscutible, el uso masivo de la propia tecnología mostró en forma clara las deficiencias que poseía. El espectro de frecuencia utilizado era insuficiente para soportar la calidad de servicio que se requería. Al convertirse a un sistema digital, ahorros significativos pudieron realizarse. Un número de sistemas

surgieron en la década del 90' debido a estos hechos, y su historia es tan exitosa como la de la generación anterior. La Segunda Generación (2G) de telefonía celular, como ser GSM, IS-136 (TDMA), iDEN and IS-95 (CDMA) comenzó a introducirse en el mercado.

La primera llamada digital entre teléfonos celulares fue realizada en Estados Unidos en 1990. En 1991 la primera red GSM fue instalada en Europa.

La generación se caracterizó por circuitos digitales de datos conmutados por circuito y la introducción de la telefonía rápida y avanzada a las redes. Usó a su vez acceso múltiple de tiempo dividido (TDMA) para permitir que hasta ocho usuarios utilizaran los canales separados por 200MHz. Los sistemas básicos usaron frecuencias de banda de 900MHz, mientras otros de 1800 y 1900MHz. Nuevas bandas de 850MHz fueron agregadas en forma posterior. El rango de frecuencia utilizado por los sistemas 2G coincidió con algunas de las bandas utilizadas por los sistemas 1G (como a 900Hz en Europa), desplazándolos rápidamente.

La introducción de esta generación trajo la desaparición de los "ladrillos" que se conocían como teléfonos celulares, dando paso a pequeñísimos aparatos que entran en la palma de la mano y oscilan entre los 80-200gr. Mejoras en la duración de la batería, tecnologías de bajo consumo energético.



Figura 2.3. Teléfono GSM de diseño regular

EL sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y se emplea en los sistemas de telefonía celular actuales. Las tecnologías predominantes son: GSM (Global System por Mobile Communications); IS-136 (conocido también como TIA/EIA136 o ANSI-136) y CDMA (Code Division Multiple Access) y PDC (Personal Digital

Communications), éste último utilizado en Japón. Se encontrará información detallada de los protocolos en la sección correspondiente más adelante.

Los protocolos empleados en los sistemas 2G soportan velocidades de información por voz más altas, pero limitados en comunicación de datos. Se pueden ofrecer servicios auxiliares, como datos, fax y SMS (Short Message Service). La mayoría de los protocolos de 2G ofrecen diferentes niveles de encriptación. En Estados Unidos y otros países se le conoce a 2G como PCS (Personal Communication Services).

2.3.2.3. Segunda generación (2G)

Una vez que la segunda generación se estableció, las limitantes de algunos sistemas en lo referente al envío de información se hicieron evidentes. Muchas aplicaciones para transferencia de información eran vistas a medida que el uso de laptops y del propio Internet se fue popularizando. Si bien la tercera generación estaba en el horizonte, algunos servicios se hicieron necesarios previa a su llegada. El General Packet Radio Service (GPRS) desarrollado para el sistema GSM fue de los primeros en ser visto. Hasta este momento, todos los circuitos eran dedicados en forma exclusiva a cada usuario. Este enfoque es conocido como "Circuit Switched", donde por ejemplo un circuito es establecido para cada usuario del sistema. Esto era ineficiente cuando un canal transfería información sólo en un pequeño porcentaje. El nuevo sistema permitía a los usuarios compartir un mismo canal, dirigiendo los paquetes de información desde el emisor al receptor. Esto permite el uso más eficiente de los canales de comunicación, lo que habilita a las compañías proveedoras de servicios a cobrar menos por ellos.

Aún más cantidad de mejoras fueron realizadas a la tasa de transferencia de información al introducirse el sistema conocido como EDGE (Enhanced Data rates aplicado a GSM Evolution). Éste básicamente es el sistema GPRS con un nuevo esquema de modulación de frecuencia.

Mientras GPRS y EDGE se aplicaron a GSM, otras mejoras fueron orientadas al sistema CDMA, siendo el primer paso de CDMA a CDMA2000 1x. 2.5G provee algunos de los beneficios de 3G (por ejemplo conmutación de datos en paquetes) y puede usar algo de la infraestructura utilizada por 2G en las redes GSM and CDMA. La tecnología más comúnmente conocida de 2.5G es GPRS (nombrada anteriormente), que provee transferencia de datos a velocidad moderada usando canales TDMA no

utilizados en la red GSM. Algunos protocolos, como ser EDGE para GSM y CDMA2000 1x-RTT para CDMA, califican oficialmente como servicios "3G" (debido a que su tasa de transferencia de datos supera los 144 kbit/s), pero son considerados por la mayoría como servicios 2.5G (o 2.75G, que luce aún más sofisticado) porque son en realidad varias veces más lentos que los servicios implementados en una red 3G.

Mientras los términos "2G" y "3G" están definidos oficialmente, no lo está "2.5G". Fue inventado con fines únicamente publicitarios.

Muchos de los proveedores de servicios de telecomunicaciones se moverán a las redes 2.5G antes de entrar masivamente a la 3. La tecnología 2.5G es más rápida, y más económica para actualizar a 3G.

2.3.2.4. Tercera Generación (3G).

No mucho luego de haberse introducido las redes 2G se comenzó a desarrollar los sistemas 3G. Como suele ser inevitable, hay variados estándares con distintos competidores que intentan que su tecnología sea la predominante. Sin embargo, en forma muy diferencial a los sistemas 2G, el significado de 3G fue estandarizado por el proceso IMT-2000. Este proceso no estandarizó una tecnología sino una serie de requerimientos (2 Mbit/s de máxima tasa de transferencia en ambientes cerrados, y 384 kbit/s en ambientes abiertos, por ejemplo). Hoy en día, la idea de un único estándar internacional se ha visto dividida en múltiples estándares bien diferenciados entre sí.

Existen principalmente tres tecnologías 3G. Para Europa existe UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) usando CDMA de banda ancha (W-CDMA). Este sistema provee transferencia de información de hasta 2Mbps.

Están a su vez las evoluciones de CDMA2000. La primera en ser lanzada fue CDMA2000 1xEV-DO, donde EV-DO viene de Evolution Data Only. La idea atrás de este sistema era que muchas de las aplicaciones sólo requirieran conexión de datos, como sería el caso si se usara el celular para conectar una PC a Internet en forma inalámbrica. En caso de requerir además comunicación por voz, un canal 1X estándar es requerido. Además de usar tecnología CDMA, EV-DO usa tecnología TDMA para proveer de la velocidad de transferencia necesaria y mantener la compatibilidad con CDMA y CDMA2000 1X.

La siguiente evolución de CDMA2000 fue CDMA2000 1xEV-DV. Esto fue una evolución del sistema 1X totalmente distinto a CDMA2000 1xEV-DO, ofreciendo servicios totales de voz y datos. Este sistema también es compatible con CDMA y CDMA2000 1X y es capaz de ofrecer tasas de transferencia de 3.1Mbps.

Estos dos protocolos usaron lo que se conoce como FDD (Frequency Division Duplex), donde los links de ida y vuelta usan distintas frecuencias. Dentro de UMTS existe una especificación conocida como TDD (Time Division Duplex), donde los links poseen la misma frecuencia pero usan distintos segmentos de tiempo. Sin embargo, TDD no se implementará en los mercados por un tiempo.⁴

Un tercer sistema 3G fue desarrollado en China que usa TDD. Conocido como TD-SCDMA (Time Division Synchronous CDMA), usa un canal de 1.6MHz y fue pensado para que abarque el mercado Chino y de los países vecinos. Algunos de los sistemas 2.5G, como ser CDMA2000 1x y GPRS, proveen de algunas de las funcionalidades de 3G sin llegar a los niveles de transferencia de datos o usos multimedia de la nueva generación. Por ejemplo, CDMA2000-1X puede, en teoría, transferir información hasta a 307 kbit/s. Justo por encima de esto se encuentra el sistema EDGE, el cual puede en teoría superar los requerimientos de los sistemas 3G; aunque esto es por tan poco que cualquier implementación práctica quedaría probablemente por debajo del límite deseado.

Al comienzo del siglo 21, sistemas 3G como UMTS y CDMA2000 1xEV-DO han comenzado a estar al alcance del público en los países del primer mundo. Sin embargo, el éxito de estos sistemas aún está por probarse. Los teléfonos celulares, por sofisticados que sean y luzcan, no dejan de ser radio transmisores personales.

Siendo un sistema de comunicación telefónica totalmente inalámbrica, los sonidos se convierten en señales electromagnéticas, que viajan a través del aire, siendo recibidas y transformadas nuevamente en mensaje a través de antenas repetidoras o vía satélite.

Para entender mejor cómo funcionan estos sofisticados aparatos puede ayudar compararlos con una radio de onda corta (OC) o con un walkie-talkie. Un radio OC es

⁴ <http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml>

un aparato simple. Este permite que dos personas se comuniquen utilizando la misma frecuencia, así que sólo una persona puede hablar al tiempo.

2.3.3. Teléfono Celular

Un teléfono celular es un dispositivo dual, esto quiere decir que utiliza una frecuencia para hablar, y una segunda frecuencia aparte para escuchar. Una radio OC tiene 40 canales. Un teléfono celular puede utilizar 1664 canales. Estos teléfonos también operan con "células" (o "celdas") y pueden alternar la célula usada a medida que el teléfono es desplazado. Las células le dan a los teléfonos un rango mucho mayor a los dispositivos que lo comparamos. Un walkie-talkie puede transmitir hasta quizás una milla. Una radio OC, debido a que tiene un poder mucho más alto, puede transmitir hasta 5 millas. Alguien que utiliza un teléfono celular, puede manejar a través de toda la ciudad y mantener la conversación todo el tiempo. Las células son las que dan a los teléfonos celulares un gran rango.

El teléfono celular estándar de la primera generación estableció un rango de frecuencias entre los 824 Megahertz y los 894 para las comunicaciones analógicas.

Para enfrentar la competencia y mantener los precios bajos, este estándar estableció el concepto de dos portadores en cada mercado, conocidos como portadores A y B. A cada portador se le da 832 frecuencias de voz, cada una con una amplitud de 30 Kilohertz. Un par de frecuencias (una para enviar y otra para recibir) son usadas para proveer un canal dual por teléfono. Las frecuencias de transmisión y recepción de cada canal de voz están separadas por 45 Megahertz. Cada portador también tiene 21 canales de datos para usar en otras actividades.

La genialidad del teléfono celular reside en que una ciudad puede ser dividida en pequeñas "células" (o celdas), que permiten extender la frecuencia por toda una ciudad. Esto es lo que permite que millones de usuarios utilicen el servicio en un territorio amplio sin tener problemas.

He aquí como funciona. Se puede dividir un área (como una ciudad) en células. Cada célula es típicamente de un tamaño de 10 millas cuadradas (unos 26Km²). Las células se imaginan como unos hexágonos en un campo hexagonal grande, como este:

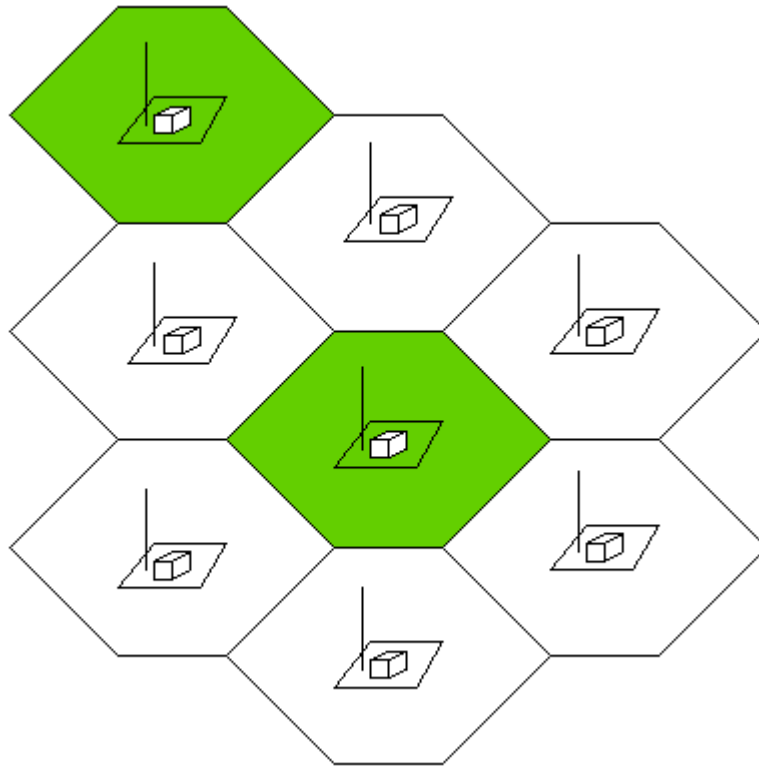


Figura 2.4. Células áreas de propagación

Sin embargo, el tamaño de las células puede variar mucho dependiendo del lugar en que se encuentre. Las estaciones de base se separan entre 1 a 3 Km. en zonas urbanas, aunque pueden llegar a separarse por más de 35Km en zonas rurales.

En zonas muy densamente pobladas o áreas con muchos obstáculos (como ser edificios altos), las células pueden concentrarse en distancias cada vez menores. Algunas tecnologías, como los PCS (Personal Communication Services), requieren células muy cercanas unas de otras debido a su alta frecuencia y bajo poder en el que operan.

Los edificios pueden, a su vez, interferir con el envío de las señales entre las células que se encuentren más lejanas, por lo que algunos edificios tienen su propia "microcélula." Los subterráneos son típicos escenarios donde una microcélula se hace necesaria. Microcélulas pueden ser usadas para incrementar la capacidad general de la red en zonas densamente pobladas como ser los centros capitalinos.

Debido a que los teléfonos celulares y las estaciones de base utilizan transmisores de bajo poder, las mismas frecuencias pueden ser reutilizadas en células no adyacentes.

Cada celda en un sistema análogo utiliza un séptimo de los canales de voz disponibles. Eso es, una celda, más las seis celdas que la rodean en un arreglo hexagonal, cada una utilizando un séptimo de los canales disponibles para que cada celda tenga un grupo único de frecuencias y no haya colisiones entre células adyacentes.

Esta configuración puede verse en forma gráfica en la siguiente figura:

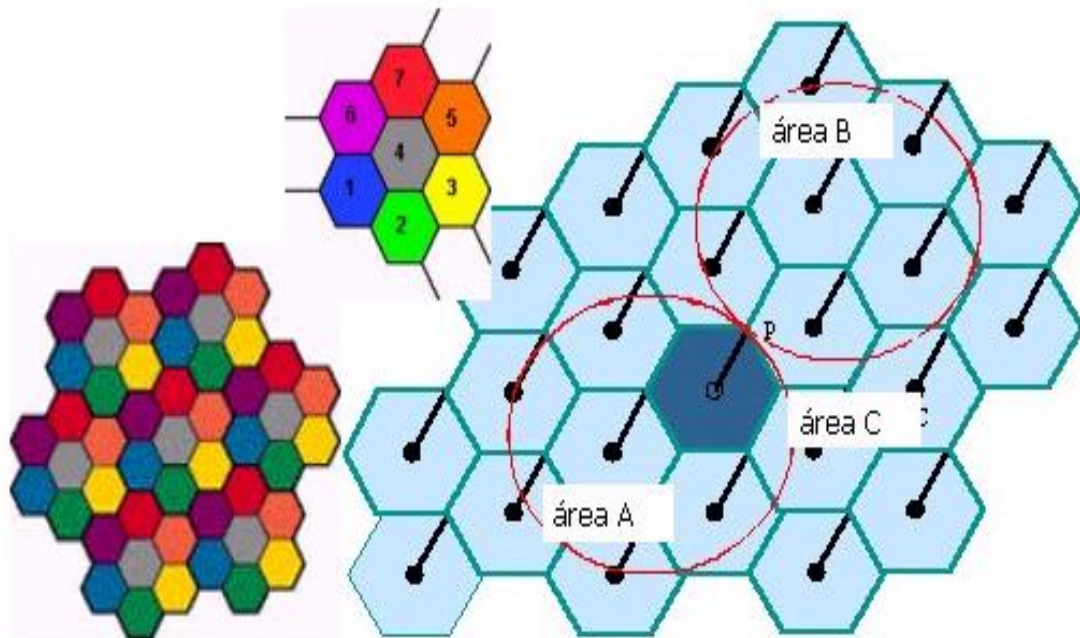


Figura 2.5. Grupo de células adyacentes

De esta forma, en un sistema análogo, en cualquier celda pueden hablar 59 personas en sus teléfonos celulares al mismo tiempo. Con la transmisión digital, el número de canales disponibles aumenta. Por ejemplo el sistema digital TDMA puede acarrear el triple de llamadas en cada celda, alrededor de 168 canales disponibles simultáneamente.

Cada célula tiene una estación base que consta de una torre y un pequeño edificio en donde se tiene el equipo de radio. Cada célula utiliza un séptimo de los 416 canales duales de voz. Dejando entonces a cada célula aproximadamente los 59 canales disponibles nombrados anteriormente.

Si bien los números pueden variar dependiendo de la tecnología usada en el lugar, las cantidades sirven para mostrar cómo funciona esta tecnología; que en caso de tratarse de una generación más moderna, puede de todas formas extrapolarse directamente [3]

Los teléfonos celulares poseen unos transmisores de bajo poder dentro de ellos. Muchos teléfonos celulares tienen 2 fuerzas de señal: 0.6 Watts y 3 Watts (como comparación, la mayoría de los radios de onda corta transmiten a 5 Watts). La estación base también transmite a bajo poder. Los transmisores de bajo poder tienen 2 ventajas:

El consumo de energía del teléfono, que normalmente opera con baterías, es relativamente bajo. Esto significa que bajo poder requiere baterías pequeñas, y esto hace posible que existan teléfonos que caben en la mano. A su vez aumenta en forma considerable el tiempo en que se puede usar el teléfono entre carga y carga de la batería.

Las transmisiones de las estaciones base y de los teléfonos no alcanzan una distancia más allá de la célula. Es por esto que en la figura de arriba en cada celda se pueden utilizar las mismas frecuencias sin interferir unas con otras.

Las transmisiones de la base central y de los teléfonos en la misma celda no salen de ésta. Por lo tanto, cada celda puede reutilizar las mismas 59 frecuencias a través de la ciudad.

La tecnología celular requiere un gran número de estaciones base para ciudades de cualquier tamaño. Una ciudad típica grande puede tener cientos de torres emisoras. Pero debido a que hay tanta gente utilizando teléfonos celulares, los costos se mantienen bajos para el usuario. Cada portador en cada ciudad tiene una oficina central llamada MTSO (PSTN en el diagrama siguiente). Esta oficina maneja todas las conexiones telefónicas y estaciones base de la región.



Figura 2.6. Torre de transmisión de telefonía celular

Cuando el usuario desea realizar una llamada, el teléfono celular envía un mensaje a la torre solicitando una conexión a un número de teléfono específico. Si la torre dispone de los suficientes recursos para permitir la comunicación, un dispositivo llamado "switch" conecta la señal del teléfono celular a un canal de la red de telefonía pública. La llamada en este momento toma un canal inalámbrico así como un canal en la red de telefonía pública que se mantendrán abiertos hasta que la llamada se concluya.

El diagrama que se muestra a continuación grafica lo descrito anteriormente.

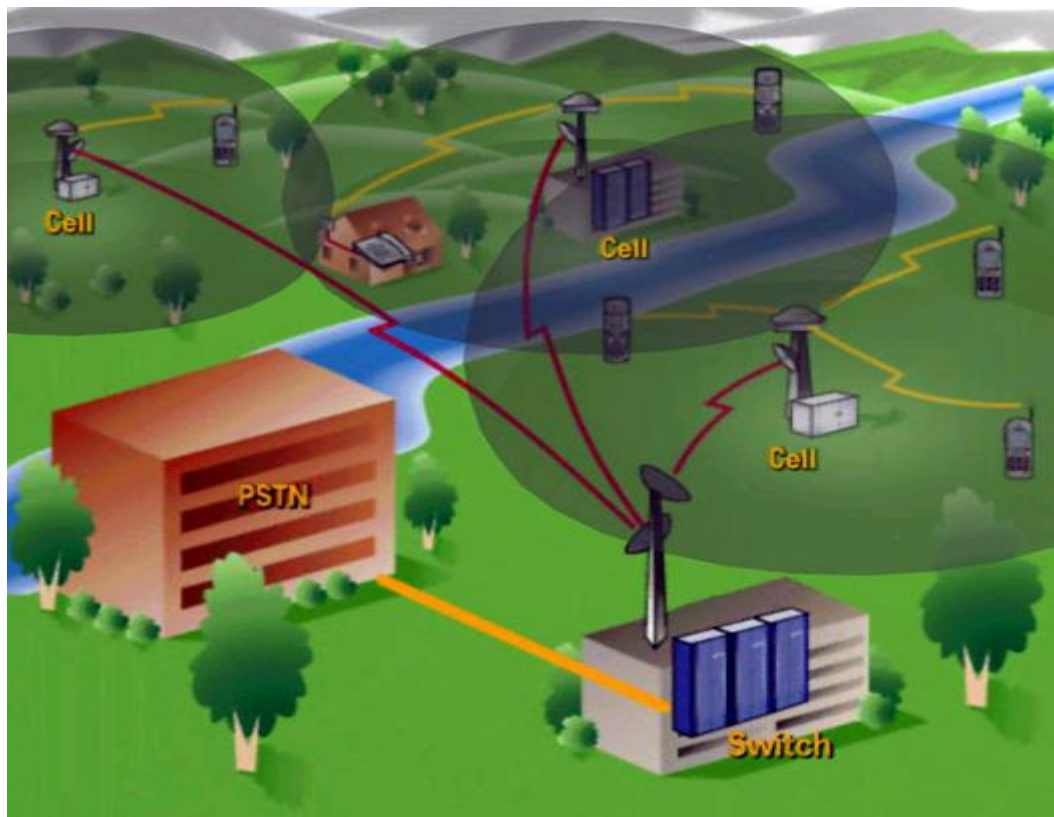


Figura 2.7. Áreas de cobertura celular

Digamos que usted tiene un celular, lo enciende, y alguien trata de llamarle. La MTSO recibe la llamada, y trata de encontrarlo. Desde los primeros sistemas la MTSO lo encontraba activando su teléfono (utilizando uno de los canales de control, ya que su teléfono se encuentra siempre escuchando) en cada célula de la región hasta que su teléfono respondiera. Entonces la estación base y el teléfono decidirán cuál de los 59

canales en su teléfono celular usará. Ahora estará conectado a la estación base y puede empezar a hablar y escuchar.⁵

A medida que usted se mueva en la célula, la estación base notará que la fuerza de su señal disminuye. Entretanto, la estación base de la célula hacia la que se está moviendo (que está escuchando la señal) será capaz de notar que la señal se hace más fuerte.

Las dos estaciones base se coordinan a sí mismas a través del MTSO, y en algún punto su teléfono obtiene una señal que le indica que cambie de frecuencia. Este cambio hace que su teléfono mude su señal a otra célula.

En sistemas modernos los teléfonos esperan una señal de identificación del sistema (IDS) del canal de control cuando se encienden. El teléfono también transmite una propuesta de registro y la red mantiene unos datos acerca de su ubicación en una base de datos (de esta forma es que la MTSO sabe en que célula se encuentra si quiere timbrar su teléfono). A medida que se mueve entre células, el teléfono detecta los cambios en la señal, los registra y compara para con los de la nueva célula cuando cambia de canal. Si el teléfono no puede hallar canales para escuchar se sabe que está fuera de rango y muestra un mensaje de "sin servicio".

Éste es, en forma bastante simplificada, el funcionamiento de la telefonía celular; abarcando desde el aspecto teórico en la división de las zonas geográficas en células, hasta el intercambio de ondas electro magnéticas necesario para establecer una sencilla comunicación entre dos teléfonos celulares. Si bien puede enfocarse el tema de manera mucho más técnica, deteniéndose más en aspectos de frecuencia y amplitud de las ondas por ejemplo, preferimos darle un enfoque más general, dando sí algunos datos técnicos específicos que nos parecieron de mayor relevancia para el entendimiento general del tema.

⁵ <http://www.monografias.com/trabajos34/telefonía-celular/telefonía-celular.shtml>

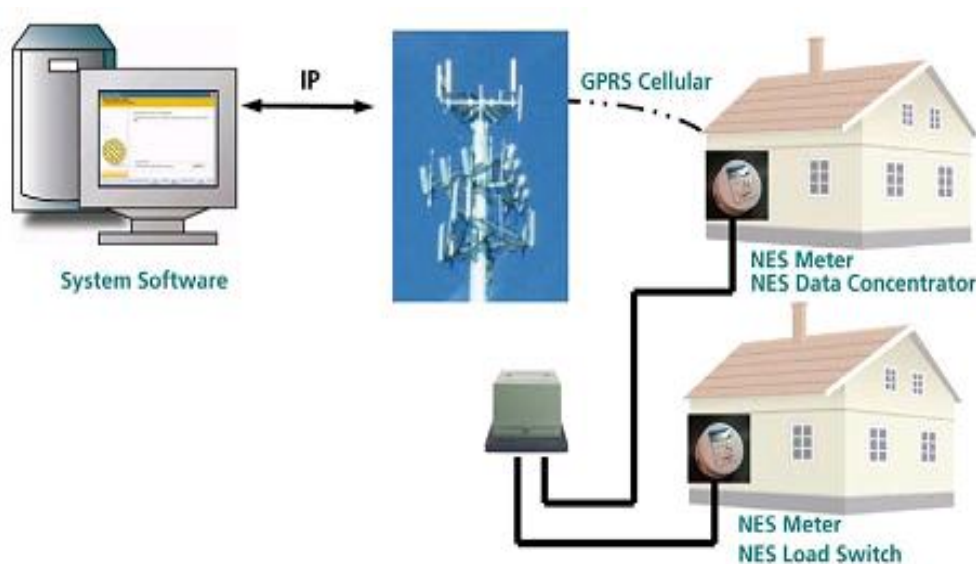


Figura 2.8. Comunicación celular en zonas urbanas

2.3.3.1. Las técnicas de acceso múltiple

Una de las estrategias más importantes para aumentar el número de usuarios en un sistema basado en celdas radica principalmente en la técnica de acceso múltiple que éste sistema emplee. Las técnicas de acceso múltiple en un sistema inalámbrico permiten que varios usuarios puedan estar accediendo simultáneamente un canal o un grupo de frecuencias, lo que permite el uso eficiente del ancho de banda.

Existen tres técnicas para compartir un canal de Radio Frecuencia (RF) en un sistema celular:

FDMA (Acceso Múltiple Por división De Frecuencia)

Los sistemas celulares basados en FDMA formaron la base de los primeros sistemas celulares en el mundo. FDMA fue implementada en la banda de 800 MHz utilizando un ancho de banda de 30 kHz por canal. FDMA subdivide el ancho de banda en frecuencias, cada frecuencia sólo puede ser usada por un usuario durante una llamada. Debido a la limitación en ancho de banda, esta técnica de acceso es muy ineficiente ya que se saturan los canales al aumentar el número de usuarios alrededor de una celda.

Esta técnica de acceso múltiple predominó en los sistemas celulares analógicos de la primera generación.⁶

TDMA (Acceso Múltiple Por división De Tiempo)

Después de la introducción de FDMA, operadores celulares y fabricantes de equipo inalámbrico reconocieron las limitaciones de esta técnica de acceso analógica. Años más adelante aparecen los primeros sistemas celulares digitales basados en TDMA. Con el fin de continuar la compatibilidad con la asignación de espectro del sistema anterior ocupado por la tecnología AMPS, se desarrolla en Norteamérica a finales de los 80s un sistema conocido como DAMPS (Digital AMPS) también con 30 kHz de ancho de banda por canal. En Europa se desarrolla también un sistema celular digital basado en TDMA conocido como GSM (Groupe Special Mobile) con canales de 200 kHz. Los primeros sistemas bajo GSM fueron instalados en 1991, mientras el primer sistema instalado en Norteamérica fue instalado en Canadá en 1992.

Los sistemas celulares bajo TDMA utilizan el espectro de manera similar a los sistemas FDMA, con cada radio base ocupando una frecuencia distinta para transmitir y recibir. Sin embargo, cada una de estas dos bandas son divididas en tiempo (conocidas como ranuras de tiempo) para cada usuario en forma de round-robin. Por ejemplo, TDMA de tres ranuras divide la transmisión en tres periodos de tiempo fijos (ranuras), cada una con igual duración, con una asignación particular de ranuras para transmisión para uno de 3 posibles usuarios. Este tipo de metodología requiere una sincronización precisa entre la terminal móvil y la radio base. Como puede verse en este esquema de tres ranuras por canal, se incrementa en un factor de tres la capacidad de TDMA con respecto a FDMA.

CDMA (Acceso Múltiple Por división De Código)

A mediados de los 80s algunos investigadores vieron el potencial de una tecnología conocida como espectro disperso (spread spectrum) la cual era utilizada para aplicaciones militares pero que también podría ser usada para telefonía celular. Esta tecnología de espectro disperso involucra la transformación de la información de banda angosta a una señal de banda amplia para transmisión, la cual puede ser vista como una

⁶ <http://www.eveliux.com/mx/tecnologias-de-comunicacion-inalambrica.php>

manera de aumentar las capacidades de los sistemas TDMA que limitan el número de usuarios al número de ranuras de tiempo. Espectro disperso es una tecnología de banda amplia desarrollada por los militares estadounidenses que provee comunicaciones seguras, confiables y de misión crítica. La tecnología de espectro disperso está diseñada para intercambiar eficiencia en ancho de banda por confiabilidad, integridad y seguridad. Es decir, más ancho de banda es consumido con respecto al caso de la transmisión en banda angosta, pero el "trueque" ancho de banda/potencia produce una señal que es en efecto más robusta al ruido y así más fácil de detectar por el receptor que conoce los parámetros (código) de la señal original transmitida. Si el receptor no está sintonizado a la frecuencia correcta o no conoce el código empleado, una señal de espectro disperso se detectaría solo como ruido de fondo. Debido a estas características de la tecnología de espectro disperso la interferencia entre la señal procesada y otras señales no esenciales o ajenas al sistema de comunicación es reducida.

Al asignar diferentes códigos únicos a los usuarios, un sistema de acceso múltiple es posible. A este método de acceso múltiple se le conoce como CDMA. Las limitaciones de rehúso de frecuencia vistas en FDMA y TDMA ya no son tan críticas en CDMA, ya que múltiples terminales móviles y radio bases pueden ocupar las mismas frecuencias a la vez. Es obvio entonces que la capacidad en usuarios en CDMA se incrementa bastante con respecto a las otras dos técnicas de acceso múltiple. Se puede observar en este grafico el espectro electromagnético y sus frecuencias.

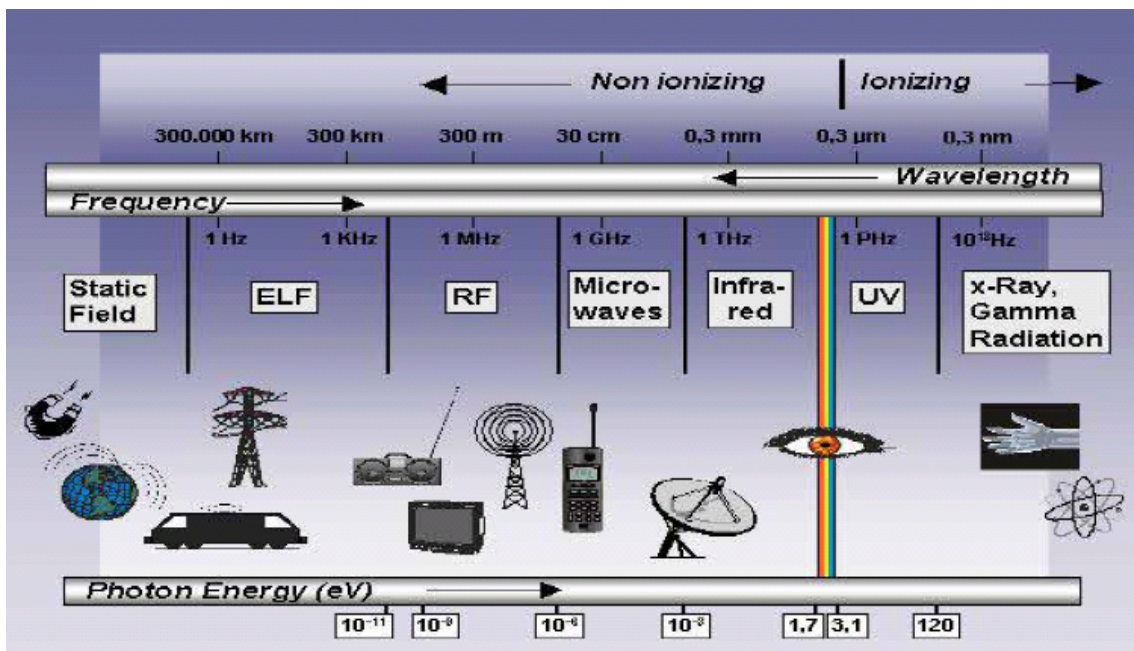


Figura 2.9. Espectro electromagnético y sus frecuencias

2.3.4. Sistemas Satelitales

Las comunicaciones vía satélite han sido una tecnología muy utilizada para proveer comunicaciones a áreas alejadas y de difícil acceso. Ante la escasa y en muchos casos nula infraestructura terrestre de comunicaciones (e.g. fibra óptica) en las zonas remotas, las comunicaciones vía satélite abren una ventana hacia al resto del mundo. Las comunicaciones satelitales permiten transmitir múltiples servicios de voz, datos y video a velocidades en el orden de Megabits por segundo. Las terminales satelitales hacen posible las comunicaciones donde otros medios no pueden penetrar por su alto costo.⁷

La introducción de pequeñas terminales conocidas como VSAT (Very Small Aperture Terminal) ha permitido que el costo de las comunicaciones vía satélite haya bajado drásticamente. VSAT es una tecnología de comunicaciones vía satélite que mediante el uso de antenas de satélite con diámetros pequeños, permiten comunicaciones altamente seguras entre una estación maestra y nodos dispersos geográficamente. Entre las aplicaciones típicas de este tipo de terminales se encuentra la telefonía rural, educación a distancia, redes privadas y acceso a Internet, entre otras.

Es sin duda las comunicaciones por satélite una opción muy utilizada por compañías mexicanas desde la introducción del *Morelos I* en 1985. El satélite fue parte importante en las comunicaciones durante el terremoto de ese año, después de que las comunicaciones por tierra colapsaron.

Existen satélites de todo tipo, los hay geoestacionarios (GEO, Geostacionary Earth Orbit), aquellos que giran a una órbita natural a 36,000 kms de la superficie de la tierra. Este tipo de satélites (e.g. Satmex V, Solidaridad II) proveen comunicaciones fijas para aplicaciones de voz, datos y video en las bandas C y Ku principalmente. Existen satélites en órbitas bajas (LEO, Low Earth Orbit) y medias (MEO, Medium Earth Orbit) que dan varias vueltas a la tierra y que para cubrir casi toda la superficie están agrupados en constelaciones de satélites. Muchos de estos satélites proveen aplicaciones móviles de voz, censado remoto (SCADA), meteorología, determinación de la posición (GPS), etc. La mayoría de estos trabajan en la banda móvil L.

⁷ <http://www.eveliux.com/mx/tecnologias-de-comunicacion-inalambrica.php>

Los métodos de acceso al medio en comunicación trabajan de manera similar a la telefonía celular. Aunque en comunicaciones vía satélite SCPC/FDMA (Single Channel Per Carrier/FDMA) y TDMA son los métodos de acceso múltiple más populares para redes privadas con VSATs; otras variantes de TDMA como DAMA (Demand Assignment Multiple Access) y ALOHA son también utilizados en menor proporción. TDMA y CDMA son ampliamente usados para comunicaciones móviles por satélite por los satélites LEOs y MEOs. En la tabla 1 se muestran las bandas de frecuencias más utilizadas en las comunicaciones por satélite, así como su uso:

Frecuencias de satélite de uso comercial		
Banda	Enlace Subida/Bajada	Aplicaciones
V o Q	50/40 GHz	Datos a altas velocidades
Ka	30/20 GHz	Datos y TV a altas velocidades
Ku (BSS)	17/12 GHz	Video directo al hogar
Ku	14/11-12 GHz	VSAT, video e Internet
C	6/4 GHz	Datos, voz y video
S	2/2 GHz	Servicios móviles de voz
L	1.6/1.5 GHz	Servicios móviles de voz
BSS: Broadcasting Satellite Service, Servicio de difusión por satélite		

Tabla 2.2 Frecuencias de los satélites comerciales

2.3.5. Módems Inalámbricos

General Packet Radio Service (GPRS) o servicio general de paquetes vía radio es una extensión del Sistema Global para Comunicaciones Móviles (Global System for Mobile Communications o GSM) para la transmisión de datos no conmutada (o por paquetes).

Existe un servicio similar para los teléfonos móviles que del sistema IS-136. Permite velocidades de transferencia de 56 a 144 kbps.⁸

Una conexión GPRS está establecida por la referencia a su nombre del punto de acceso (APN). con GPRS pueden utilizar los servicios tales como Wireless Application Protocol (WAP) , servicio de mensajes cortos (SMS), servicio de mensajería multimedia (MMS), Internet y para los servicios de comunicación, como el correo electrónico y la World Wide Web (WWW).Para fijar una conexión de GPRS para un módem inalámbrico, un usuario debe especificar un APN, opcionalmente un nombre y contraseña de usuario, y muy raramente una dirección IP, todo proporcionado por el operador de red. La transferencia de datos de GPRS se cobra por volumen de información transmitida (en kilo o megabytes), mientras que la comunicación de datos a través de conmutación de circuitos tradicionales se factura por minuto de tiempo de conexión, independientemente de si el usuario utiliza toda la capacidad del canal o está en un estado de inactividad. Por este motivo, se considera más adecuada la conexión conmutada para servicios como la voz que requieren un ancho de banda constante durante la transmisión, mientras que los servicios de paquetes como GPRS se orientan al tráfico de datos. La tecnología GPRS como bien lo indica su nombre es un servicio (Service) orientado a radio enlaces (Radio) que da mejor rendimiento a la conmutación de paquetes (Packet) en dichos radio enlaces.

Módems Inalámbricos Externos



Figura 2.10. Modem Multi-Tech inalámbrico

⁸ <http://www.digidata-ca.com/Archivos/MulModGSM-CDMA.htm>

Los MultiModem GSM/GPRS y MultiModem CDMA de Multi-Tech son módems externos inalámbricos para Datos/Fax/Voz. Ofrecen el desempeño de multibanda GSM/GPRS Class 10 y CDMA2000 1xRTT / IS-95x con base en los estándares. Estos módems autosuficientes, listos para ser usados, permiten a los desarrolladores agregar comunicaciones inalámbricas a los productos con un mínimo de tiempo de desarrollo y costo. Los MultiModem GSM/GPRS y MultiModem CDMA tienen su base en la interfaz abierta estándar de la industria, poseen todas las aprobaciones posibles y pueden ser ubicados sobre mesas o en paneles.⁹

Características de la familia

- Compatible con los comandos AT
- Datos por conmutación de circuitos a 14,4Kbps
- Administración del libro telefónico
- Número de discado fijo
- Reloj de tiempo real
- Administración de alarmas
- Soporte de servicios suplementarios tales como re direccionamiento de llamadas, rechazo de llamadas, llamadas en espera y más.
- Soporte de Servicios de Mensaje Cortos (SMS)
- Conector de antena SMA
- Interfaz serial
- Ubicación sobre mesa o en panel
- Numerosos LEDs que muestran el estado operacional de la unidad
- Aprobados para uso en Redes y Radio Frecuencia

Características del MultiModem GSM/GPRS

- GPRS Class 10
- Doble-banda 850/1900 ó 900/1800 GSM/GPRS
- GSM Class 1 y Class 2 Group 3 Fax
- Compresión de datos V.42bis

⁹ http://www.dooyoo.es/modem-rdsi-dsl/modem_inalambrico_para_telefono_movil/

- Las características de voz incluyen DTMF, telefonía, llamada de emergencia, Full Rate, Enhanced Full Rate y Half Rate (FR/EFR/HR)
- Receptáculo para SIM
- SIM Toolkit Class 2
- Bloqueo programado por el proveedor de servicio y/o red en la SIM
- Administración del juego de caracteres UCS2

Producto	Descripción
MTCBA-G-F1	GSM/GPRS Class 2/10, 900/1800 MHz
MTCBA-G-F2	GSM/GPRS Class 2/10, 850/1900 MHz

- CDMA2000 1xRTT
- CDMA IS-95-A, IS-95B
- Doble-banda 800/1900 CDMA
- Class 2.0 Group 3 Fax
- Las características de voz incluyen DTMF, telefonía, QCELP (13K), cancelación de eco
- Administración de Información Personal (PIM)

Producto	Descripción
MTCBA-C	CDMA 2000 1xRTT, 800/1900 MHz

2.3.6. Medidores de Energía Eléctrica



Figura 2.11. Medidores de energía eléctrica

El mercado eléctrico ecuatoriano inicia su proceso de reformas en Octubre de 1996, con la promulgación de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico (LRSE), y la puesta en marcha del mercado eléctrico en Abril de 1999. La industria eléctrica se la divide en cuatro etapas plenamente definidas, esto es:

- **Generación** de energía eléctrica
- **Transmisión** a los centros de consumo
- **Distribución** a los diferentes consumidores
- **Comercialización** (entrega, medición y cobro) de la energía eléctrica al consumidor final.

La última fase corresponde a la **Comercialización**. Esta etapa básicamente consiste en:

- Seleccionar la tarifa y el voltaje de entrega a los consumidores
- Medir la energía que consumen los usuarios
- Facturar y cobrar el servicio de consumo de energía eléctrica
- Diseñar y realizar estrategias de comercialización.

En esta etapa es donde la energía se convierte en valores monetarios, necesarios para el funcionamiento y desarrollo de la Empresa y como consecuencia el desarrollo también de nuestra provincia; por lo tanto, esta etapa tiene la misma importancia que las anteriores. [2]

La medición de la energía es el proceso más significativo dentro de la Comercialización, lo cual significa que la selección, operación y mantenimiento de los medidores merecen especial atención para evitar errores que a la postre se convertirán en pérdidas de energía con perjuicios para la Empresa de Distribución.¹⁰

2.3.6.1. Unidades de medidas eléctricas

Voltaje: Es la energía necesaria para poner en movimiento los electrones.

¹⁰ <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/redes-electricas/redes-electricas.pdf>

Símbolo: V

Unidad Voltio: (V)

Instrumento de medida: Voltímetro

Intensidad: Es la cantidad de electrones que circulan por segundo en un circuito eléctrico

Símbolo: I

Unidad Amperio: (A)

Instrumento de medida: Amperímetro

Potencia Activa: Trabajo que realizan los electrones en un circuito eléctrico.

Símbolo: P

Unidad Vatio: (W)

Instrumento de medida: Vatímetro

Fórmula: $P = V \times I \times \cos\phi$

Energía: Es la capacidad para realizar un trabajo

Símbolo: KWh

Unidad Kilovatio-hora: (KWh)

Instrumento de medida: medidor o contador

Fórmula: $E = P \times T$

2.3.6.2. Equipos de medida.

Voltímetro: misión del voltímetro es medir la diferencia de potencial o tensión existente entre dos conductores. Se conecta siempre en paralelo con la red a medir.

Medición de potencias trifásicas: Para un sistema trifásico en estrella ó Y, utilizaremos 3 vatímetros, en los que cada uno de ellos se medirá la corriente de fase y el voltaje fase-neutro.

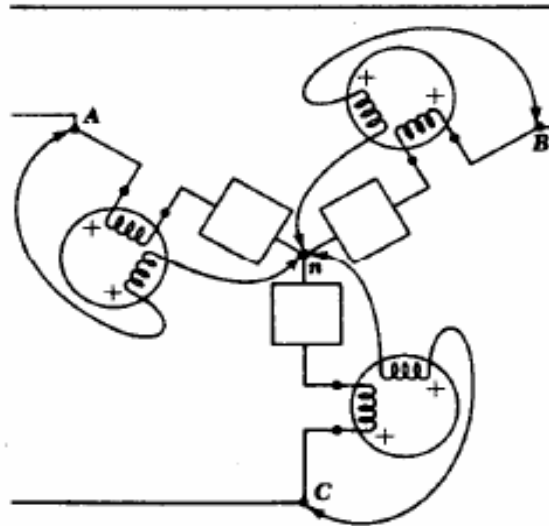


Figura 2.12 Medición de potencias trifasicas en estrella

Por otro lado, para medir la potencia trifásica de un sistema en delta, utilizaremos el método de los 2 vatímetros, en los que se medirá la corriente de fase y el voltaje fase-fase, una de las fases hará de común.[1]

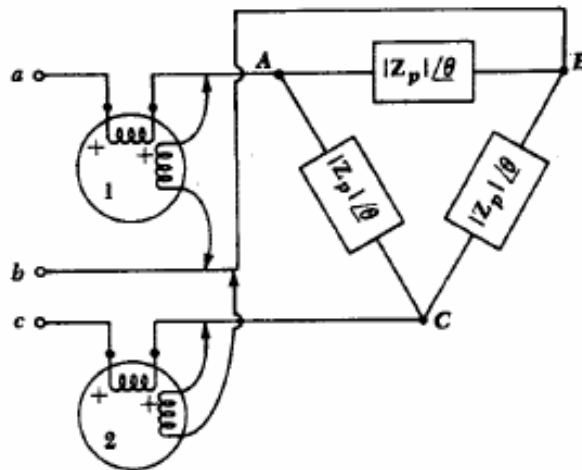


Figura 2.13 Medición de potencias trifasicas en delta

2.3.6.3. Cálculo de Potencia Instalada.

La Potencia o carga Instalada es la potencia total obtenida de sumar las potencias de cada uno de los receptores.

Ejemplo: Determinar la potencia instalada para un domicilio tipo B con los siguientes equipos¹¹

- 8 Lámparas incandescentes
- 8 toma corrientes
- 1 Plancha
- 1 Televisor.

Equipos eléctricos	Cantidad	Potencia Unitaria (W)	Potencia Unitaria Total (W).
Lámpara Incandescente	8	100	800
Toma corriente	8	200	1600
Refrigeradora	1	500	500
Plancha	1	1000	1000
Radio	1	200	200
Televisor	1	250	250
		TOTAL	4350 W 4,35 KW

Tabla 2.3. Calculo de la carga instalada en una casa

Cálculo de la Demanda

Es la potencia promedia en los terminales de recepción en un intervalo de tiempo.

Por definición, el factor de demanda es igual a:

$$fd = \frac{Demanda}{Carga_Instalada}$$

Entonces:

$$Demanda = fd * Carga_Instalada$$

Como una aproximación práctica, en adelante se utilizará un factor de demanda único de 0,60. Por consiguiente la Demanda se calculará de la siguiente forma:

$$Demanda = 0,60 * Carga_Instalada$$

¹¹ <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/redes-electricas/redes-electricas.pdf>

El medidor de energía, conocido también como contador, es un equipo que se emplea para medir la energía suministrada a los clientes. Aplicada una tarifa establecida por el Ente Regulador (CONELEC), posibilita a la Empresa realizar una facturación adecuada de la potencia y energía consumida.

2.3.6.4. Elementos constitutivos.

Un medidor de energía tipo inducción está constituido por un núcleo de chapa magnética en el que van montados dos bobinas, una en serie con el conductor por el que circula la corriente principal, y que se denomina bobina de intensidad (ó corriente), y otra en bobina en derivación sobre los dos conductores, denominada bobina de tensión. Los flujos magnéticos producidos por ambas bobinas están desfasadas 90° y actúan sobre un disco rotórico de aluminio. Estos flujos producen pares de giros, que a su vez provocan un movimiento de rotación del disco de aluminio a una velocidad angular proporcional a la potencia. El disco de aluminio es, además, frenado por un imán (freno de corrientes parásitas) de tal forma que la velocidad angular del disco sea proporcional a la carga. El aparato está completado por un registrador, que mediante un sistema de transmisión indica los kilovatios-hora consumidos.

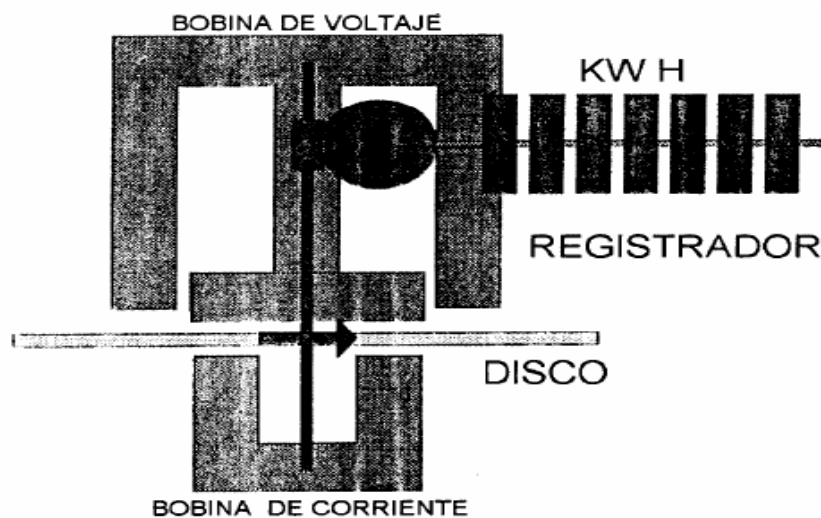


Figura 2.14. Partes principales de un medidor

Estructura:

El medidor está constituido por las siguientes partes:

1. Bobina de Tensión

2. Bobina de Intensidad
3. Imán de frenado
4. Regulación fina
5. Regulación gruesa
6. Disco
7. Sistema de Transmisión
8. Terminales de conexión

La representación esquemática de la estructura de un medidor de inducción, se visualiza a continuación en la siguiente figura:

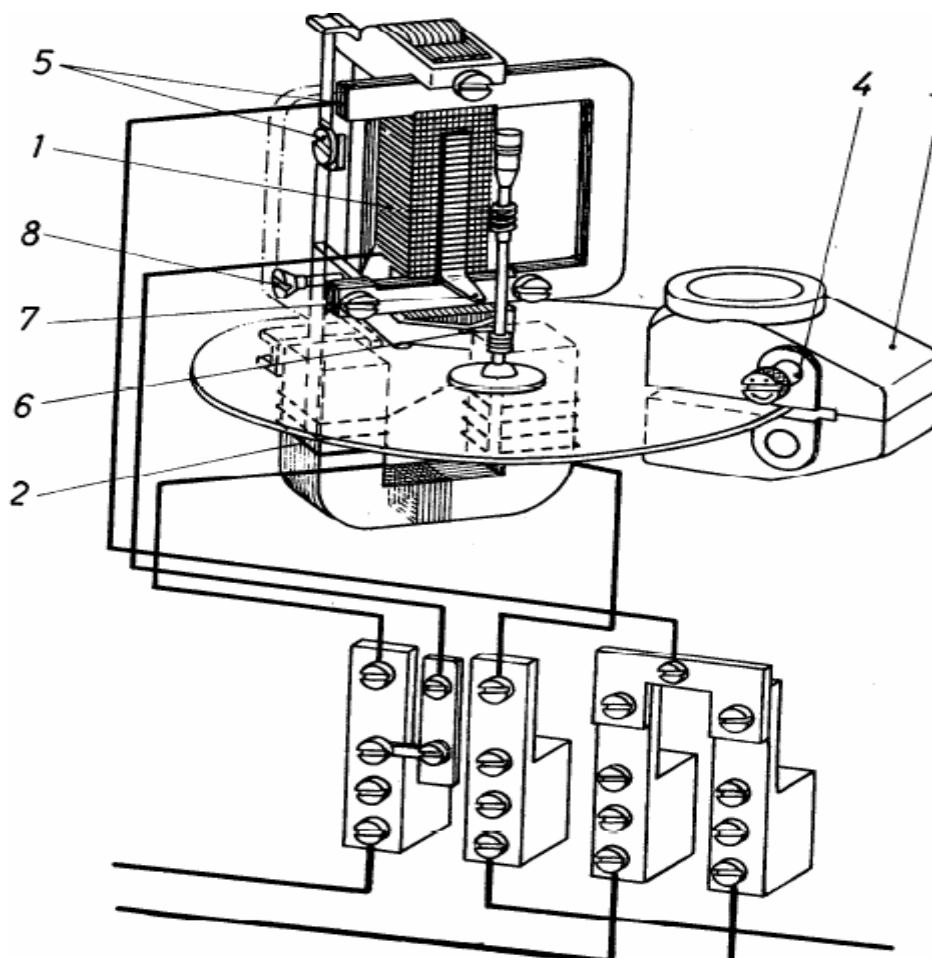


Figura 2.15. Estructura interna de un medidor

1_Bobina de tensión. 2_Bobina de intensidad. 3_Imán de frenado. 4_Tornillo de regulación gruesa. 5_Abrazadera. 6_Bloqueo marcha inversa. 7_Angulo marcha inversa. 8_Tornillo para Regulación fina.

2.3.6.5. Características Principales

En la placa de características de un medidor de energía se indica:

Corriente Nominal (I_n): corriente para la cual el medidor es diseñado y que sirve de referencia para la realización de ensayos y verificaciones. También se la conoce como corriente básica.

Corriente máxima ($I_{máx}$): es la intensidad límite, es decir, el máximo amperaje que puede ser conducido en régimen permanente por la corriente del medidor, sin que su error porcentual y temperatura admisible sean superados. Este valor de la corriente límite se indica entre paréntesis detrás de la corriente nominal I_n ($I_{máx}$); por ejemplo: 10 (20) A, 10(40) A, 15(60) A, 15 (100)A., etc.

Tensión nominal: Tensión para la cual el medidor es diseñado y sirve de referencia para la realización de pruebas. Se debe indicar que los medidores electrónicos se diseñan con un rango de tensión sin que se vea afectado su precisión.

Constante del disco (K_h): expresada en Wh/revolución, es el número de vatios-hora correspondientes a una revolución o vuelta completa del disco. Expresada en revolución/Kwh, es el número de revoluciones correspondiente a un KWh que debe dar el disco. En medidores electrónicos, esta constante viene expresada en Wh/pulso.¹²

Clase de precisión: Es el valor máximo del error de medición expresado en porcentaje para el cual fue diseñado el medidor dentro del rango 10% de corriente nominal y su corriente máxima.

2.3.6.6. Tipos de Servicio en Baja Tensión.

Servicio monofásico dos hilos

Es aquel que se suministra desde un transformador monofásico, mediante dos conductores, un activo (fase) y un neutro. Tensión nominal 120 ó 127 Voltios.

¹² <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/redes-electricas/redes-electricas.pdf>

Servicio monofásico tres hilos.

Es el suministrado desde un transformador monofásico, empleando 3 conductores, dos activos (fases) y un neutro (derivado desde el centro del bobinado secundario). Tensión nominal 120/240 Voltios.

Tipos de medidores de energía activa

Los medidores de energía los clasificaremos de acuerdo a: 1) El tipo de construcción, 2) conexiones internas y 3) el tipo de servicio.

De acuerdo al tipo de construcción.

De acuerdo a la tecnología de construcción, los medidores serán:

- Electromecánicos
- Digitales

De acuerdo a las conexiones internas:

De acuerdo a las conexiones internas, los medidores serán:

- Concéntricos
- Excéntricos

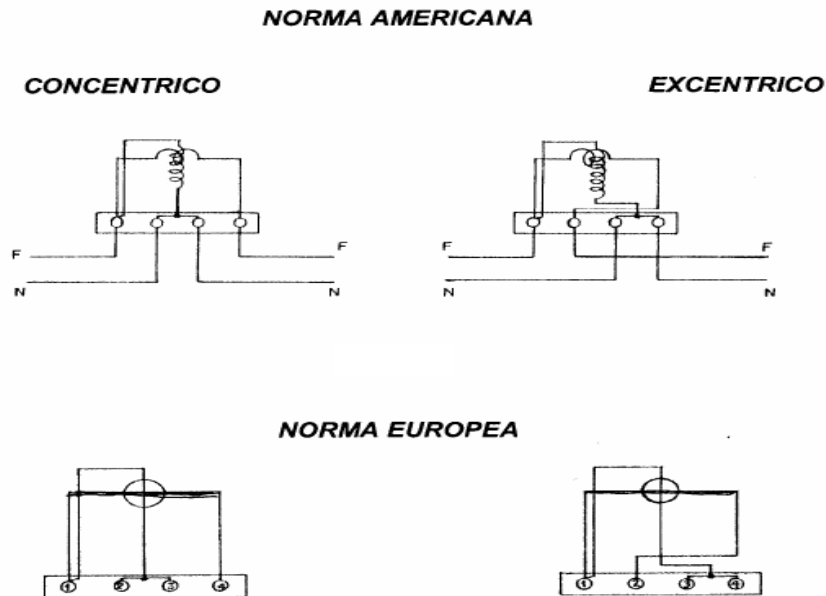


Figura 2.16. Conexiones concéntricas y excéntricas de un medidor

De acuerdo al tipo de servicio.

Tipos de medidores de energía activa para medición directa

Medidor monofásico dos hilos

Medidor de un elemento motor (FORMA 1A), conformado por una bobina de corriente y una bobina de potencial para 120 ó 127 V., entre fase y neutro. Es utilizado para servicios monofásicos dos hilos.

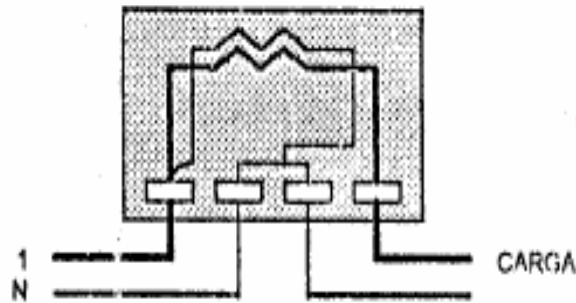


Figura 2.17. Medidor monofásico de dos hilos

Medidor monofásico tres hilos

Medidor de un elemento motor (FORMA 2A), conformado por dos bobinas de corriente y una de potencial para 220 ó 240 V. entre fases. Su uso es restringido para medir el consumo de servicios monofásicos tres hilos.

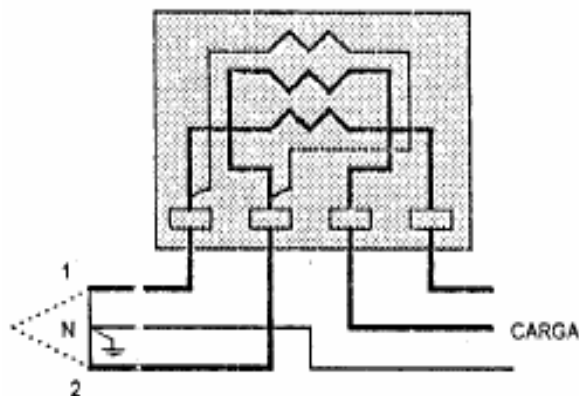


Figura 2.18. Medidor monofásico de tres hilos

Medidor bifásico tres hilos

Medidor de dos elementos motores (FORMA 13A), donde cada elemento está conformado por una bobina de corriente y una bobina de potencial para 120 ó 127 V. entre fase y neutro. Es utilizado para servicio monofásico tres hilos y bifásico tres hilos.

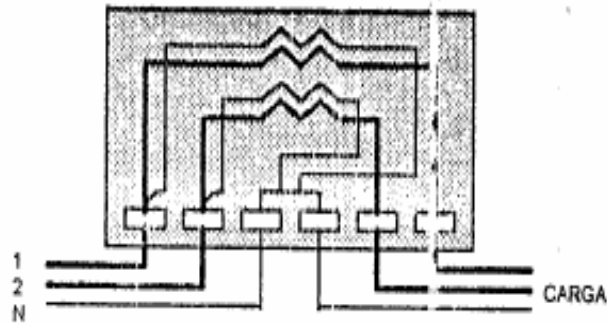


Figura 2.19. Medidor bifásico de tres hilos

2.4 Hipótesis

El sistema de control automático de medidores de energía eléctrica, para la lectura, corte y reconexión a través de tecnología inalámbrica permitirá tecnificar y automatizar los diferentes procesos de operación en la empresa eléctrica Ambato S.A.

2.5 Determinación de variables

2.5.1 Variable independiente

Sistema de control automático de medidores de energía eléctrica.

2.5.2 Variable dependiente

Lectura, corte y reconexión a través de las redes GSM/GPRS, en la empresa eléctrica Ambato S.A.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque

La investigación tuvo un enfoque cuali-cuantitativo porque el investigador se involucró en el problema, lo analizó, lo contextualizó, tomó decisiones y sugirió una posible solución al mismo, además se requirió información que fue proporcionada por la empresa eléctrica de Ambato S.A.

3.2 Modalidades básicas de la investigación

3.2.1 Investigación de campo

El investigador estuvo en contacto directo con el problema para recabar la mayor cantidad de información, lo contextualizó y analizó, se relacionó con las diferentes personas que lo viven día a día y de esta manera se formuló la propuesta que solucionó el problema.

3.2.2 Investigación documental - bibliográfica

La investigación documental-bibliográfica permitió sustentar la investigación con criterios y conocimientos de personas especializadas en temas relacionados sobre el problema, además permitió establecer conceptos, ampliar conocimientos y profundizar la información para construir un marco teórico fuerte que permite respaldar el proceso investigativo.

3.3. Nivel o tipo de investigación

La investigación inició en el nivel exploratorio porque el investigador se involucró y conoció el problema, se tuvo una visión clara y directa del mismo y se pasó al nivel descriptivo para explicar las propiedades, características y rasgos del problema, se procedió con el nivel correlacional porque se relacionan las variables dependiente e independiente y concluyó en el nivel explicativo ya que se detalló la solución al problema.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población la constituye en este caso el personal que realiza los diferentes procesos de lectura, corte y reconexión, personal de trabajo del Departamento Comercial, a cargo del director, Ing. Héctor Bustos y el personal que se ocupa del Control de Perdidas, a cargo del Ing. Mauricio Marín - Jefe de Sección 3, quienes nos define las necesidades de la empresa eléctrica de Ambato S.A.

3.4.2. Muestra

Los miembros que interactúan en el proceso de investigación para un sistema de lectura ,corte y reconexión dentro de la empresa eléctrica de Ambato consta de 12 personas, por lo que la muestra será determinada en función de la siguiente formula:

$$n = \frac{N}{(E)^2(NK + 1) C + 1}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra = ?

N = Población a investigarse = 12

E = Índice de error máximo admisible = 0.05

Remplazando tenemos:

$$n = \frac{10}{(0.05)^2(10K 1) C 1}$$

$$n = 9.79$$

$$n = \text{MUESTRA} = 9.84 \text{ personas}$$

3.5. Recolección de la información

3.5.1. Plan de recolección de la información

Debido al número recudido de personas que conforman la muestra, la técnica escogida para el proceso será la entrevista y el instrumento a utilizarse será el cuestionario para la recolección de datos.

3.6. Procesamiento y análisis de la información.

- A. Revisión.
- B. Limpieza de la información
- C. Tabulación
- D. Análisis estadístico
- E. Interpretación de los datos en función de los objetivos y del marco teórico
- F. Conclusiones y recomendaciones

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Recopilación de la información.

Los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación fueron tabulados de conformidad a la observación realizada durante 3 semanas, cuyos datos fueron analizados de forma sistemática e interpretada estadísticamente para obtener conclusiones valederas.

Se ha utilizado la herramienta Microsoft Office Excel, para realizar los respectivos gráficos, en los cuales se detalla el porcentaje de cada ítem en relación a las respuestas.

Al final de cada uno de los gráficos, se realiza el análisis e interpretación respectiva de acuerdo a los resultados obtenidos, de esta forma se puede tener una mejor visualización de la problemática investigativa.

La muestra involucrada con el problema fue de 12 personas los cuales facilitaron los datos obtenidos.

4.1 Ficha de Observación:

Pregunta1.- ¿El sistema actual de toma de lecturas, corte y reconexión en la empresa eléctrica Ambato S.A es?

- a) Bueno
- b) Malo
- c) Regular

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Bueno	5	41,67
malo	3	25
Regular	4	33,33
Total	12	100

Tabla 4.1.Sistema de control actual

Fuente: Ficha de observación
Elaborado por: César Sánchez

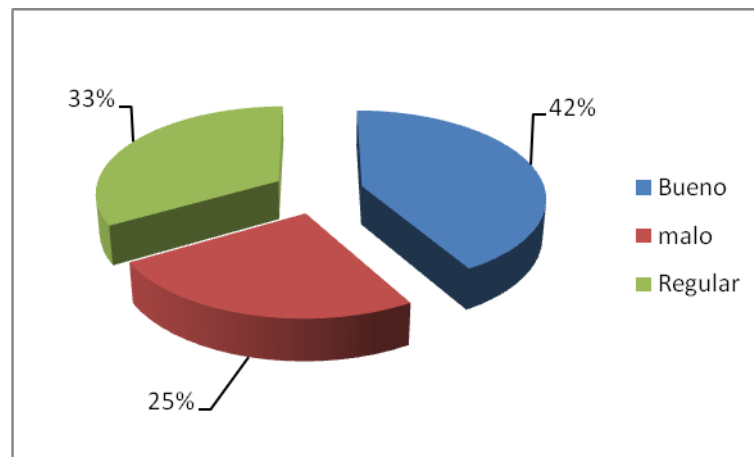


Gráfico 4.1 Sistema de control actual

Análisis e interpretación:

Se ha obtenido que el control del proceso actual de toma de lecturas, corte y reconexión es bueno, debido a que es el porcentaje más alto obtenido en la encuesta; lo que indica que es necesario mejorar y automatizar el control de lectura, corte y reconexión en la empresa a fin de que llegue a un óptimo rendimiento.

Pregunta 2.- ¿Se ha tenido errores humanos en la toma de lecturas en los medidores eléctricos últimamente?

- a) Si
- b) No

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	4	33,33
No	8	66,67
Total	12	100

Tabla 4.2 Errores en la toma de lecturas

Fuente: Ficha de observación
Elaborado: César Sánchez

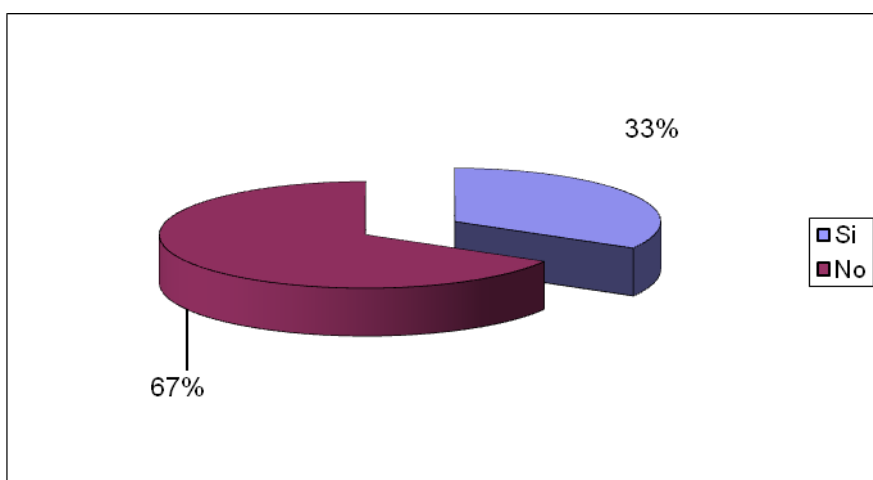


Gráfico 4.2 Errores en la toma de lecturas

Análisis e Interpretación

Se observa que no existe un porcentaje elevado de errores en el proceso de toma de lecturas, ya que se lo hace semimanual lo que está expuesto a cometer errores humanos en este largo proceso.

Pregunta3.- ¿Ha existido reclamos por parte de los usuarios por una mala facturación o servicio?

- a) Siempre
- b) A veces
- c) Nunca

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	1	8,33
A veces	8	66,67
Nunca	3	25
Total	12	100

Tabla 4.3 Control de facturación

Fuente: Ficha de observación
Elaborado por: César Sánchez

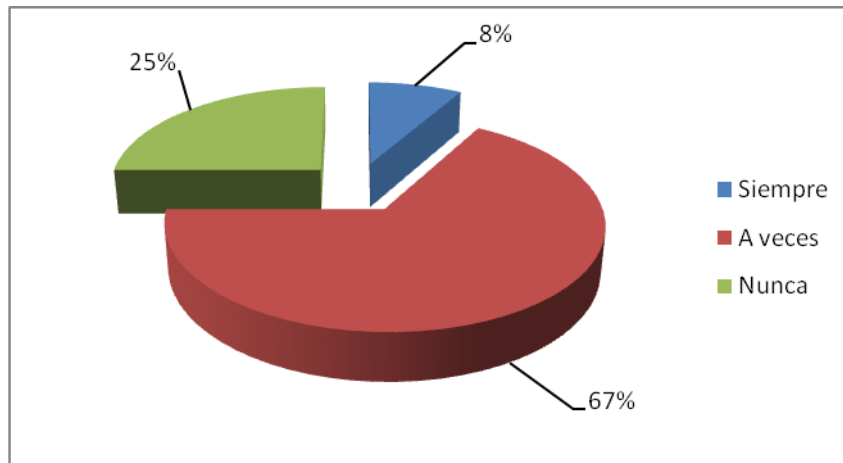


Gráfico 4.3 Control de facturación

Análisis e interpretación:

Lo que nos indica claramente que a veces hay inconformidad por parte de los usuarios hacia la empresa ya sea por una mala facturación o algún servicio que presta la empresa eléctrica Ambato S.A.

Pregunta 4.- ¿Se ha registrado pérdidas económicas por concepto de facturación en la EEASA?

- a) Si
- b) No

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	3	25
No	9	75
Total	12	100

Tabla 4.4 Pérdidas económicas

Fuente: Ficha de observación
Elaborado por: César Sánchez

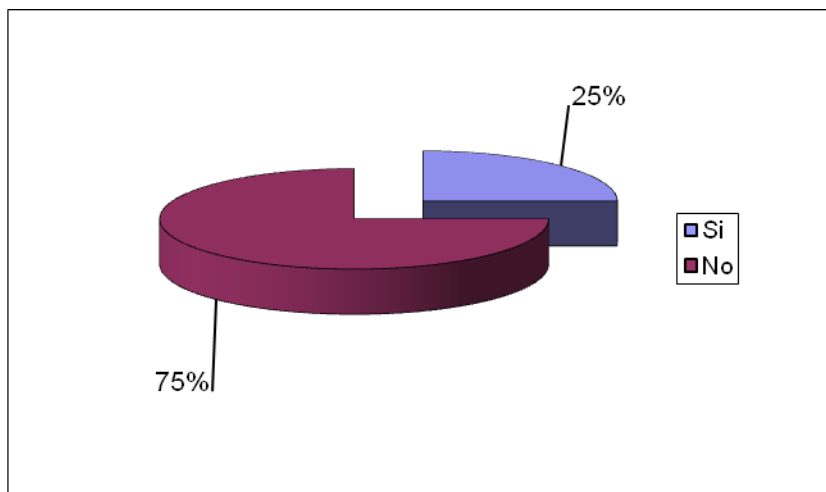


Gráfico 4.4 Pérdidas económicas

Análisis e interpretación:

Lo que nos indica que si existen pérdidas económicas pero son mínimas ya sea por diversas situaciones como son errores en la toma de lecturas, mala digitalización de datos, demora en la reconexión del servicio eléctrico y robos de energía eléctrica.

Pregunta5.- ¿El tiempo que se demora para la reconexión del servicio eléctrico es?

- a) Menos de un día
- b) Un día
- c) Más de un día

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Menos de un día	6	50
Un día	4	33,33
Más de un día	2	16,67
Total	12	100

Tabla 4.5 Reconexión del servicio eléctrico

Fuente: Ficha de observación
Elaborado por: César Sánchez

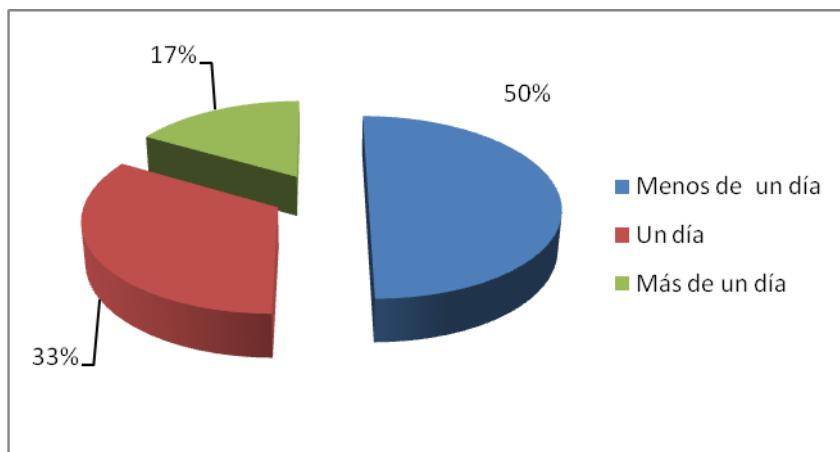


Gráfico 4.5 Reconexión del servicio eléctrico

Análisis e interpretación:

Es notable observar que el personal encargado de realizar este servicio se tarda menos de 24 horas en ejecutarlo, lo que causa molestias a los usuarios, lo que se recomienda que este servicio sea al instante de cancelar su deuda con la Empresa.

Pregunta 6.- ¿Ha existido errores humanos en la digitalización de las lecturas?

- a) Si
- b) No

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	4	33,33
No	8	66,67
Total	12	100

Tabla 4.6 Errores en la digitalización de lecturas

Fuente: Ficha de observación
 Elaborado por: César Sánchez

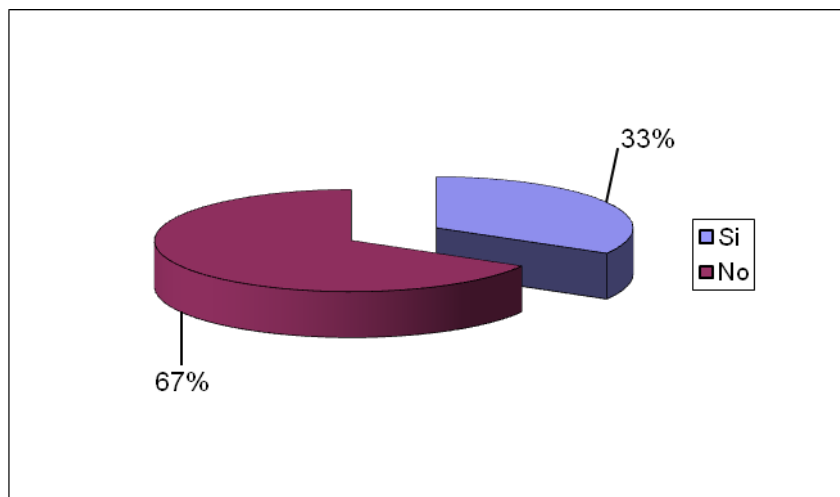


Gráfico 4.6 Errores en la digitalización de lecturas

Análisis e Interpretación:

Es claro observar que el porcentaje es mínimo que cometen errores al momento de ingresar los datos ya que este proceso es semiautomático.

Pregunta 7.- ¿El costo operativo en el sistema de lectura, corte y reconexión en la EEASA es?

- a) Alto
- b) Medio
- c) Bajo

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Alto	4	33,33
Medio	4	33,33
Bajo	4	33,33
Total	12	100

Tabla 4.7 Costo operativo del sistema

Fuente: Ficha de observación
Elaborado: César Sánchez

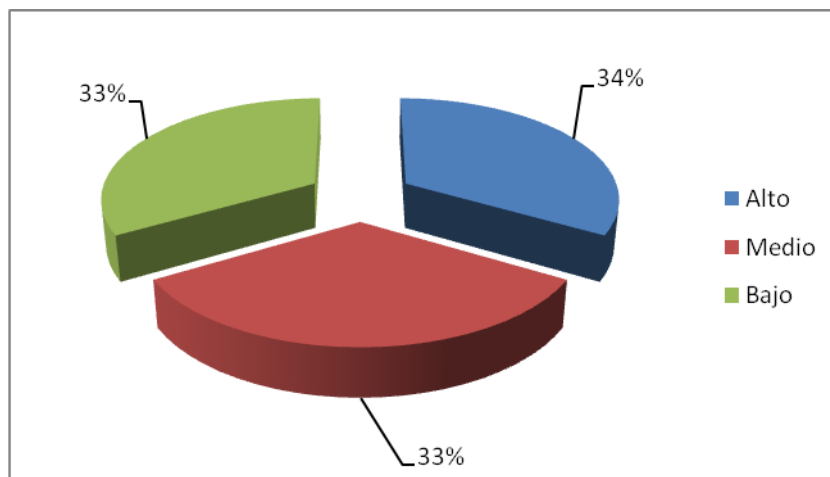


Gráfico 4.7 Costo operativo del sistema

Análisis e Interpretación:

El costo operativo se mantiene dentro de su rango costo beneficioso, pero se podría tener un ingreso económico para la empresa con la implementación del nuevo sistema

Pregunta 8.- ¿Últimamente ha existido demoras en las notificaciones del valor facturado, (entrega de la factura)?

- a) Si
- b) No

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	2	16,67
No	10	83,33
Total	12	100

Tabla 4.8 Notificaciones de facturación

Fuente: Ficha de observación
Elaborado: César Sánchez

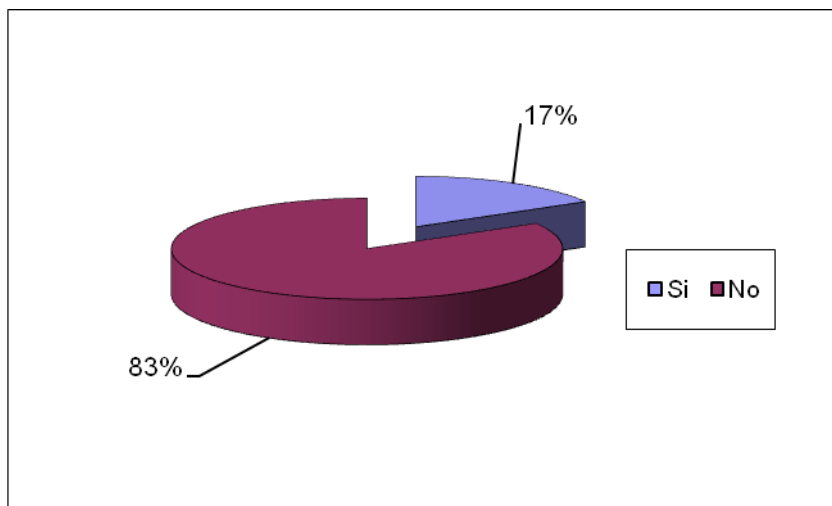


Gráfico 4.8 Notificaciones de facturación

Análisis e Interpretación:

Los porcentajes son bajos de reclamos por demoras en las notificaciones o entrega de la factura, ya sea por algún error en el proceso de autenticación de los datos u otros procesos lo cual produce inconformidad a los clientes.

Pregunta 9.- ¿Cuántos días se demora un lector para tomar los datos de las rutas asignadas?

- a) 1 Día
- b) 2 Días
- c) 3 Días

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
1 Día	7	58,33
2 Días	4	33,33
3 Días	1	8,33
Total	12	100

Tabla 4.9 Toma de datos

Fuente: Ficha de observación
Elaborado: César Sánchez

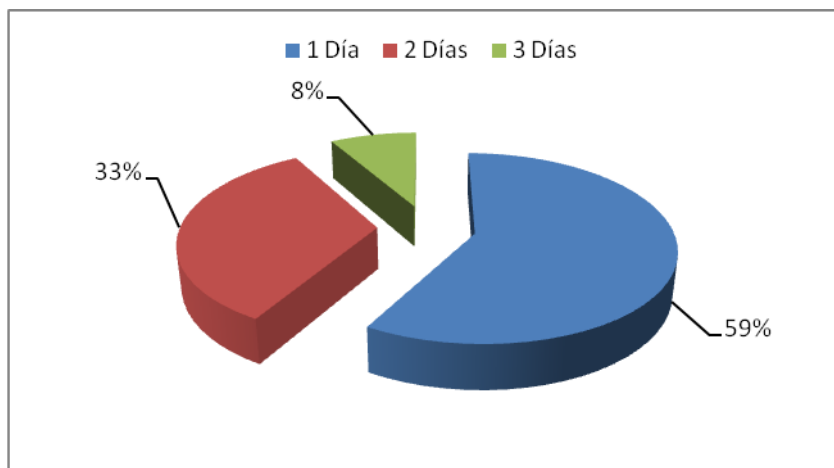


Gráfico 4.9 Toma de datos

Análisis e Interpretación:

Observamos que para un lector tomar todos estos datos tarda 24 horas laborables, lo cual se recomienda automatizar todos los procesos de lectura, corte y reconexión de la EEASA.

Entrevista

Para determinar la situación actual de la Empresa se realizó la entrevista a una persona encargada de los procesos de lectura, corte y reconexión de la Empresa Eléctrica Ambato S. A.

Ficha de Observación:

Pregunta 1.- ¿Existen novedades al momento de la toma de lecturas? SI, NO explique.

Objetivo:

Conocer las novedades al instante de tomar las lecturas.

Respuestas:

SI,

- 1.- Puerta cerrada
- 2.- Casa abandonada

- 3.- Medidor retirado
- 4.- Medidor no marca
- 5.- Perro bravo
- 6.- Medidor en precarias condiciones.

Análisis:

La Empresa Eléctrica Ambato S.A, viene realizando un proceso de toma de lecturas en la forma más optima y precisa por medio de un PDA que es un dispositivo electrónico donde está almacenado los datos de cada abonado, lo cual resulta más exacto la extracción de esta información, pero existe un porcentaje considerable de dificultades al momento de tomar la lectura como se muestra en la respuesta de la entrevista.

Pregunta 2.- ¿Cuáles son los problemas que existen al momento de realizar una reconexión?

Objetivo:

Conocer los problemas al momento de realizar una reconexión.

Respuestas:

- 1.- Cuando los medidores se encuentran en lugares inaccesibles.
- 2.- Cuando están los medidores bajo llaves
- 3.- Cuando no existe una persona quien abra la puerta.
- 4.- Cuando el cliente toma corriente eléctrica de otro usuario.

Análisis:

Se observa claramente que existen problemas al instante de realizar una reconexión, cabe recalcar que estos casos son de un porcentaje bajo, pero se debe tener en cuenta para evitar problemas con el usuario.

Pregunta 3.- ¿Cuántos cortes se realiza mensualmente?

Objetivo:

Conocer los cortes que realiza la Empresa Eléctrica Ambato S.A

Respuesta:

Se realiza aproximadamente 13141 cortes al mes.

Análisis:

En la Provincia de Tungurahua existen aproximadamente 170.000 usuarios, los cuales al 7.5% de la población se realiza cortes del servicio, lo que demanda la intervención de personal calificado para realizar este proceso.

Pregunta 4.- ¿Cuántas reconexiones se realiza mensualmente?

Objetivo:

Conocer la información acerca de las reconexiones que realiza la EEASA

Respuesta:

Se realiza aproximadamente 12827 reconexiones al mes.

Análisis:

Se observa que existe una cantidad de abonados que requieren del servicio de reconexión de la energía eléctrica mensualmente, para ello se dispone de personal que está a cargo de este proceso.

Pregunta 5.- ¿Cuántas personas se utiliza para realizar los procesos de corte y reconexión?

Objetivo:

Conocer el personal que está a cargo del proceso de corte y reconexión.

Respuesta:

En la Empresa Eléctrica Ambato S.A, los encargados de realizar estos procesos son 35 personas.

Análisis:

Por medio de la información otorgada por personal de la Empresa se llegó a determinar que existe un cierto número de trabajadores que se dedican a esta función, los cuales están sujetos a remuneraciones mensuales.

Pregunta 6.- ¿Qué tiempo se demora en la reconexión del servicio Eléctrico?

Objetivo:

Conocer el tiempo que se demora para una reconexión de energía eléctrica.

Respuestas:

- 1.- Depende de la ubicación geográfica del abonado
- 2.- Depende la hora, al momento de cancelar su planilla
- 3.- Una vez identificado el medidor se tarda 5 minutos en la reconexión.

Análisis:

Se puede observar que existen varios factores que determinan el tiempo de una reconexión cabe recalcar que estos casos no son muy frecuentes, pero existen, en el cual se debe tener muy en cuenta para evitar problemas con los usuarios

Pregunta 7.- ¿Cuántas lecturas toma un lector mensualmente?**Objetivo:**

Conocer cuantas lecturas realiza un lector.

Respuesta:

Un lector a través de un PDA toma aproximadamente entre 8000 a 10000 lecturas al mes.

Análisis:

Mediante la investigación se llego a determinar que un lector realiza aproximadamente 10000 lecturas mensuales, lo cual se podría optimizar este proceso para obtener resultados veraces e inmediatos.

Pregunta 8.- ¿Qué tiempo se demora un lector en tomar las lecturas de una ruta asignada?**Objetivo:**

Conocer el tiempo que se demora en tomar las lecturas.

Respuesta:

Se demora un día a dos días, dependiendo de la ubicación del sector.

Análisis:

Un lector tiene como objetivo cubrir una ruta o más rutas asignadas por la empresa, la cual depende de las condiciones físicas y naturales en la que se encuentre el lector, por lo general se tarda un día o más, lo que sería factible automatizar este proceso.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES:

De lo observado durante un periodo de 17 días y de los datos obtenidos se puede obtener las siguientes conclusiones:

- El sistema de control de lectura, corte y reconexión establecido en la empresa en la actualidad es regular, lo que incide notablemente en el crecimiento y evolución de la Empresa Eléctrica Ambato S.A; por lo tanto la calidad de servicio al cliente disminuye con las consiguientes pérdidas económicas y retrasos a la hora de brindar un buen servicio a los usuarios.
- La carencia de este sistema provoca principalmente que existan errores humanos en la toma de lecturas, en la digitalización de las mismas, retrasos para la reconexión del servicio eléctrico y demoras en la entrega de la nueva factura; provocando un malestar en los usuarios y pérdidas económicas a la EEASA.
- El no contar con dicho sistema automático ha provocado un alto costo operativo, el personal que se dedica a esta labor necesita de movilización, instrumentación, combustible, alimentación y una remuneración mensual.

5.2 RECOMENDACIONES:

- La Empresa eléctrica debe manejar parámetros de excelencia y calidad, por lo cual no debe existir reclamos por parte de los clientes por concepto de mala facturación o demora de la misma.
- La Empresa Eléctrica ha sufrido pérdidas económicas por no poseer un sistema adecuado que permita tener un control de los procesos de lectura, corte y reconexión, por lo tanto es necesario automatizar todos los procesos para mantener un servicio de calidad.
- Para la empresa pueda mejorar su servicio al cliente y brindar una rápida asistencia a los usuarios es necesario diseñar un sistema automático de lectura, corte y reconexión, de tal manera que se pueda automatizar tanto los procesos de toma de lecturas, digitalización de las mismas y reconexión del servicio eléctrico.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. Datos Informativos.

Tema de la propuesta.

“SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA, PARA LA LECTURA, CORTE Y RECONEXIÓN A TRAVÉS DE LAS REDES GSM/GPRS, EN LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A”.

Ubicación.

- PROVINCIA: Tungurahua
- CANTON: Ambato
- DIRECCION: Av. 12 De Noviembre 11-29 y Espejo
- LUGAR: Empresa Eléctrica Ambato regional centro norte S.A.

Tutor

- Ing. Julio Cuji

Autor

- César Vinicio Sánchez Valencia

6.2. Antecedentes de la propuesta.

Una vez realizada la investigación sobre la situación actual del Sistema de lectura, corte y reconexión se ha llegado a determinar que la Empresa Eléctrica Ambato S.A. cuenta con un sistema estable por concepto de transmisión, distribución y facturación de la Energía Eléctrica.

El sistema de control de lectura, corte y reconexión establecido en la empresa en la actualidad es bueno, lo que incide notablemente el crecimiento y evolución de la Empresa Eléctrica Ambato S.A. La carencia de un sistema automático de lectura, corte y reconexión provoca principalmente que existan errores humanos mínimos en la toma de lecturas, en la digitalización de las mismas, retrasos para la reconexión del servicio eléctrico.

6.3. Justificación.

En los subcapítulos anteriores se explica las partes que involucran el proceso de Lectura, corte y reconexión por lo expuesto en la investigación se pone a conocimiento la problemática actual del proceso y se propone inicialmente y de forma general una de las posibles soluciones.

Por tal razón el objetivo principal de nuestra investigación consiste en mejorar el proceso de facturación, utilizando para ello varias tecnologías que actualmente se encuentran disponibles en el mercado de nuestro país, como son las comunicaciones inalámbricas (GSM/GPRS), telefonía móvil (SMS) e Internet, que permita automatizar los procesos y simplificar las actividades de la empresa que utilizan al recurso humano como su principal fuente de desarrollo.

Además con la implementación de este sistema se notificará al cliente vía celular la información sobre diferentes servicios como la fecha de vencimiento de su factura, día del corte y reconexión, valor adeudado, entre otros anuncios importantes, mediante el uso de SMS, utilizando un número telefónico celular fijados por la distribuidora promocionará este servicio haciendo publicidad sobre los números a los cuales el usuario puede realizar las consultas y recibir los mensajes de textos.

6.4. OBJETIVOS

6.4.1 GENERAL

Diseñar un sistema de automatización de lectura, corte y reconexión de energía eléctrica a través de redes inalámbricas GSM/GPRS, para la empresa Eléctrica Ambato S.A.

6.4.2. ESPECIFICOS

- Determinar los parámetros que se deben tener en cuenta para el diseño del modulo de control, que se encargara del circuito de fuerza, el circuito de lectura de los medidores electromecánicos.
- Definir la arquitectura para el diseño del circuito de memoria capaz de almacenar su consumo en dispositivos no volátiles.
- Analizar y seleccionar el modulo de comunicación, que se encargará de la transmisión de la lectura de los medidores, utilizando la red celular, a través de un transceiver GPRS llegando a nuestro servidor como tramas.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Factibilidad Técnica

La propuesta planteada sobre el diseño de un sistema de automatización de lectura, corte y reconexión de energía eléctrica a través de redes inalámbricas es factible desde el punto de vista técnico por cuanto los equipos y recursos tecnológicos necesarios existen en el mercado local e internacional. Además vale resaltar el hecho de que hay varias alternativas que se pueden utilizar facilitando la implementación futura del sistema.

Factibilidad Operativa

Desde el punto de vista operativo la propuesta es factible debido a que la Empresa Eléctrica Ambato S.A, cuenta con una infraestructura física y tecnológica mínima requerida para la instalación del sistema de automatización de lectura, corte y reconexión de energía eléctrica a través de las redes GSM/GPRS. Adicionalmente cuenta con personal capacitado que será el encargado de administrar su funcionamiento óptimo.

Factibilidad Económica

La propuesta del sistema de automatización de lectura, corte y reconexión de energía eléctrica a través de las redes inalámbricas si es factible desde el punto de vista económico ya que la Empresa Eléctrica Ambato S.A, destina presupuestos anuales para implementación de nuevas tecnologías.

6.6. FUNDAMENTACIÓN

6.6.1. Modem Inalámbrico GR64.



Figura 6.1. Modem inalámbrico GR64

El módem GSM inalámbrico está diseñado para ser integrado en aplicaciones de comunicación. Utilizado por desarrolladores y creadores de equipo de comunicaciones inalámbricas.

El MODEM GR64 es el funcionalmente comparable con las versiones anteriores. El MODEM GR64 comparte un gran grado de coincidencia con el GS64, con la salvedad de que su forma, físico, interface, y la señal de características están diseñadas para ser estrechamente homologadas por los productos anteriores, proporcionando así una vía para una actualización.

- **Frecuencia de cobertura**

El MODEM GR64 es un producto cuatro bandas, a diferencia de sus predecesores que eran de doble banda, este tiene cobertura en cualquier región del mundo, en las siguientes bandas de frecuencias (Mhz):

- 850
- 900
- 1800
- 1900

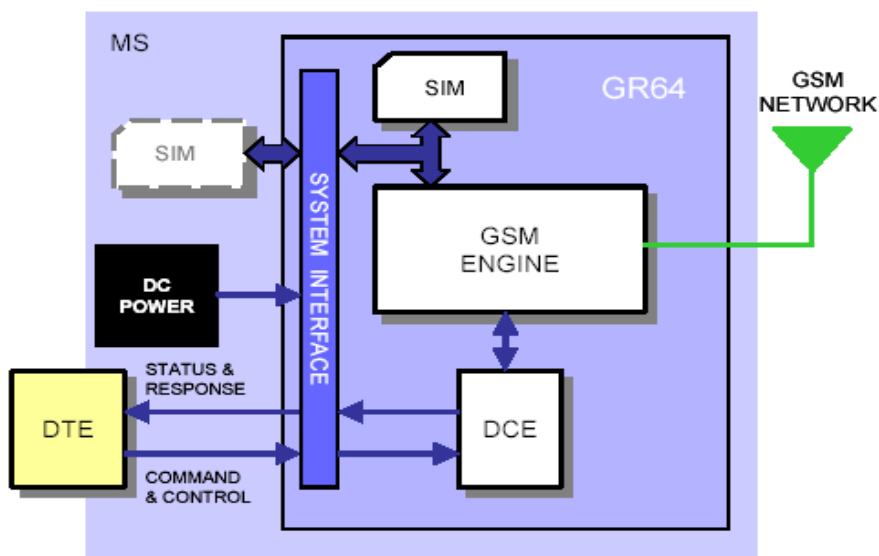


Figura 6.2. Diagrama de bloques del MODEM GSM GR64

También fue diseñado para integrar aplicaciones máquina – máquina, o aplicaciones hombre – máquina. Sus funciones son basadas en comandos AT sobre su interfaz serial.

Posee bajo consumo de energía, en bandas de 850-900 un consumo de 200 mA, y en bandas de 1800-1900 llega hasta 1450 mA de consumo, interpolabilidad GPS, protocolo de comunicaciones serial RS-232 y convertidor análogo digital.¹³

- **DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL MODEM INALÁMBRICO**

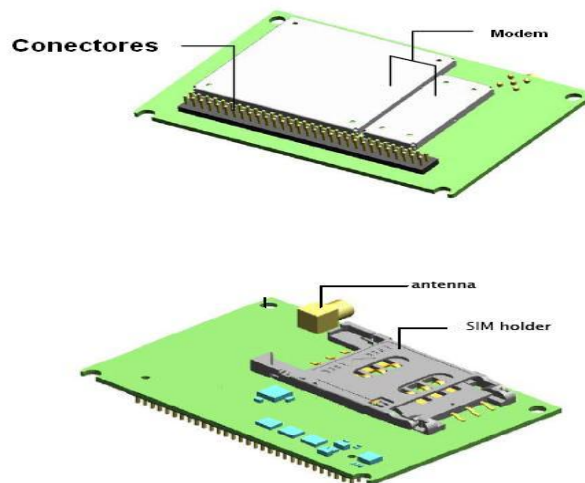


Figura 6.3. Características físicas del módem

DATOS RELEVANTES DEL MODEM

- **UARTs**

El MODEM GR64 sólo tiene dos interfaces UART, a diferencia de sus predecesores, que tenía tres. Por razones de facilidad de manejo la nomenclatura se ha mantenido, por lo que el original UART1 y UART3 todavía existen. UART2 ha sido sustituido por un periférico USB interfaz.

- **USB**

El MODEM GR64 tiene un punto final (slave) interfaz, lo que significa que puede ser conectado a un controlador (host) dispositivo USB para el mando

¹³ <http://www.gsm-modem.de/gprs-module.html>.

y el control de las operaciones, proporcionando la ventaja evidente de una mayor velocidad en comparación con su UART.

- **Digital IO**

Las nuevas tecnologías del MODEM GR64, permitan utilizar 1.8v lógica. Para superar las dificultades con interfaz de los anteriores MODEM.

- **SIM Interface.**

Tiene soporte para 1.8v y 3.0V tarjetas SIM, a diferencia de su predecesor que apoya 3.0V Sims y 5.0V. También tiene la capacidad de soportar más de una tarjeta SIM. Descripción de la distribución de los pines del MODEM:

6.6.1.1 MODULO DE CONTROL Y MEMORIA

Módulo de Control, conformado por el circuito de fuerza (corte y reconexión de energía eléctrica), y el circuito de lectura y memoria (recepción y almacenamiento de lectura), es un módulo adicional.

6.6.1.2 COMUNICACIÓN SERIE PC-MODEM GSM.

Para establecer una conexión directa entre el PC y el MODEM, se tiene utilizar un max232 para adaptar los niveles de tensión entre el puerto serie del PC y el puerto serie del MODEM. Dado que el PC maneja voltajes de 8 a -8v, por lo tanto no se puede conectar directamente a un MODEM que maneja voltajes más bajos.

El circuito básico para modulo conversor es el siguiente:¹⁴

¹⁴ <http://en.wikipedia.org/wiki/rs232>.

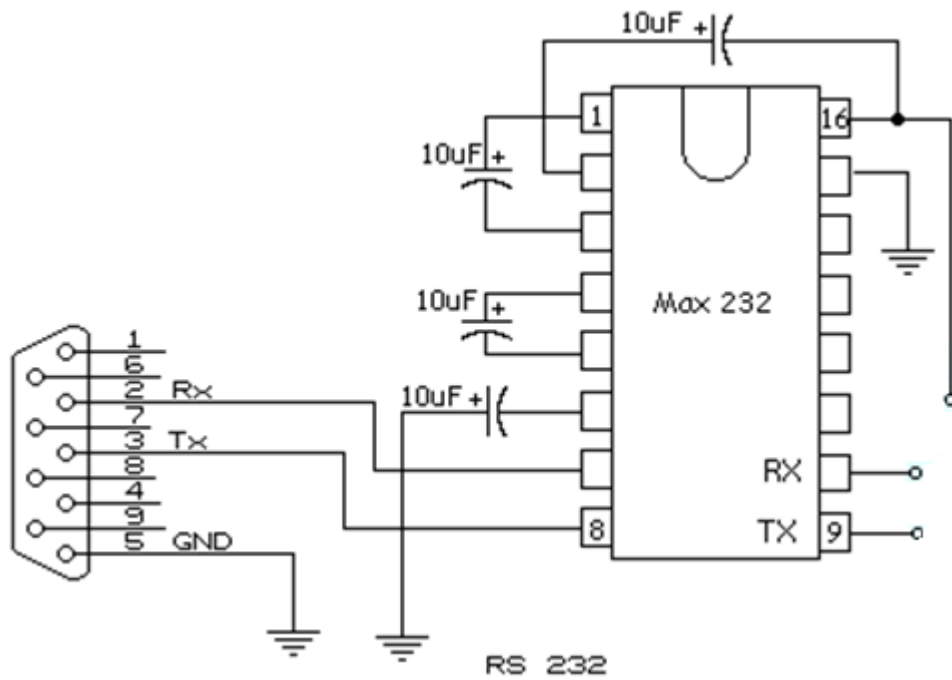


Figura 6.4. Circuito básico de la comunicación PC-MODEM

La conexión directa sirve para configurar el MODEM y comprobar que funciona antes de instalarlo.

6.6.1.3. PROTOCOLO RS-232.

RS-232 o EIA RS-232 es una interfaz para el intercambio serial de datos binarios entre un DTE (Equipo Terminal de datos) y un DCE (Equipo de Comunicación de datos).



Figura 6.5. Interfaz para el intercambio de datos

La EIA (Electronics Industry Association) elaboró la norma RS-232, la cual define la interface mecánica, los pines, las señales y los protocolos que debe cumplir la

comunicación serial. Todas las normas RS-232 cumplen con los siguientes niveles de voltaje.

Un “0” lógico es un voltaje comprendido entre -5v y -15v en el transmisor y entre -3v y -25v en el receptor. Un “1” lógico es un voltaje comprendido entre $+5\text{v}$ y $+15\text{v}$ en el transmisor y entre $+3\text{v}$ y $+25\text{v}$ en el receptor. El RS-232 consiste en un conector tipo DB-25 (de 25 pines), aunque es normal encontrar la versión de 9 pines (DB-9), más barato e incluso más extendido para cierto tipo de periféricos (como el ratón serial del PC). Cada pin puede ser de entrada o de salida, teniendo una función específica cada uno de ellos.

6.6.2. MEDIDORES ELECTRICOS.

Instrumentos que miden e indican magnitudes eléctricas como corriente, carga, potencial y energía, o las características eléctricas de los circuitos, como la resistencia, la capacidad, la capacitancia y la inductancia. La información se da normalmente en una unidad eléctrica estándar: ohmios, voltios, amperios, culombios, henrios, faradios, vatios. Dado que todas las formas de la materia presentan una o más características eléctricas es posible tomar mediciones eléctricas de un número ilimitado de fuentes.¹⁵

- **Mecanismos básicos de los medidores**

Por su propia naturaleza, los valores eléctricos no pueden medirse por observación directa. Por ello se utiliza alguna propiedad de la electricidad para producir una fuerza física susceptible de ser detectada y medida. Por ejemplo, en el galvanómetro, el instrumento de medida inventado hace más tiempo, la fuerza que se produce entre un campo magnético y una bobina inclinada por la que pasa una corriente produce una desviación de la bobina. Dado que la desviación es proporcional a la intensidad de la corriente se utiliza una escala calibrada para medir la corriente eléctrica. La acción electromagnética entre corrientes, la fuerza entre cargas eléctricas y el calentamiento causado por una resistencia

¹⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_el%C3%A9ctrica

conductor son algunos de los métodos utilizados para obtener mediciones eléctricas analógicas.

- **Calibración de los medidores**

Para garantizar la uniformidad y la precisión de las medidas los medidores eléctricos se calibran conforme a los patrones de medida aceptados para una determinada unidad eléctrica, como el ohmio, el amperio, el voltio o el vatio.

6.6.2.1 MEDIDORES DIGITALES.



Figura 6.6. Medidor Eléctrico digital SmartMeter

Este medidor eléctrico SmartMeter™ de Landis + Gyr utiliza una lectura digital que alterna entre tres diferentes exposiciones:

La pantalla inicial mostrará "888888..." indicando que la unidad está funcionando adecuadamente. La próxima pantalla muestra el consumo total de kilovatios. Este número de 5 dígitos es acumulativo y podría incluir ceros al principio. La última pantalla muestra el consumo de electricidad actual."

NOTA: el Número de Identificación a la izquierda de la pantalla alternante no tiene gran significado



Figura 6.7. Medidor Eléctrico digital estándar SmartMeter

Este medidor eléctrico SmartMeter™ de General Electric utiliza una lectura digital con una exposición estándar. La pantalla digital de 5 dígitos que muestra el consumo total de kilovatios está localizada en la línea de arriba y siempre está encendida. Este número es acumulativo. NOTA: es posible que aparezca momentáneamente una revisión de segmento, pero siempre volverá la exposición estándar. Debajo de la pantalla de kilovatios, la exposición del nivel de voltaje digital de 3 dígitos alternará con la exposición del consumo eléctrico actual de 3 (ej., "240 Voltios" aparece por varios segundos y luego cambia a ".345 kilovatios" por varios segundos)

6.2.2.2 MEDIDORES ELECTROMECHANICOS.



Figura 6.8. Medidor Eléctrico Monofásico

- **Medidor eléctrico monofásico de vatios-hora DD28.-** El medidor eléctrico monofásico de vatios-hora DD28 es un tipo de medidor de inducción, el cual es

aplicable para medir índices de frecuencia de 50Hz y pérdida de potencia en red de cableado electrificada. Todos los objetivos técnicos están completamente conformes al Estándar Nacional GB/T15283-94 y Estándar Internacional IEC 521.



Figura 6.9. Medidor Electromecánico LANDIS&GYR

- **El medidor LANDIS&GYR.-** Es un medidor electromecánico que mide a través de un láser óptico el número de vueltas o revoluciones que realiza el platino que se encuentra dentro de él, pero presenta muchos inconvenientes al momento de la toma de lectura del consumo eléctrico.¹⁶

La mayoría de los consumidores se acercaron el año pasado al ERSP para presentar una queja, lo hicieron para denunciar el supuesto mal servicio que brindan las empresas eléctricas.

Los consumidores molestos por ese servicio, representaron el 71% del total de los clientes. La mayoría de ellos (45%) denunció cuentas "excesivas" al momento de cobrar el servicio, mientras que un 37% concurrió molesto porque los cortes en el fluido eléctrico provocaron daños en aparatos eléctricos. Un 7% denunció supuestos fraudes (7%), errores de facturación (2%) y otros problemas (9%).

6.6.3. BASE DE DATOS.

MySQL.- es un sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario con más de seis millones de instalaciones.¹ MySQL AB desde enero de 2008 una

¹⁶ <http://www.monografias.com/trabajos11/coele/coele.shtml>

subsidiaria de Sun Microsystems y ésta a su vez de Oracle Corporation desde abril de 2009— desarrolla MySQL como software libre en un esquema de licenciamiento dual.

Por un lado se ofrece bajo la GNU GPL para cualquier uso compatible con esta licencia, pero para aquellas empresas que quieran incorporarlo en productos privativos deben comprar a la empresa una licencia específica que les permita este uso. Está desarrollado en su mayor parte en ANSI C.

Al contrario de proyectos como Apache, donde el software es desarrollado por una comunidad pública y el copyright del código está en poder del autor individual, MySQL es propietario y está patrocinado por una empresa privada, que posee el copyright de la mayor parte del código.

Esto es lo que posibilita el esquema de licenciamiento anteriormente mencionado. Además de la venta de licencias privativas, la compañía ofrece soporte y servicios. Para sus operaciones contratan trabajadores alrededor del mundo que colaboran vía Internet.

6.6.3.1. LENGUAJES DE PROGRAMACION

Existen varias APIs que permiten, a aplicaciones escritas en diversos lenguajes de programación, acceder a las bases de datos MySQL, incluyendo C, C++, C#, Pascal, Delphi (via dbExpress), Eiffel, Smalltalk, Java (con una implementación nativa del driver de Java), Lisp, Perl, PHP, Python, Ruby, Gambas, REALbasic (Mac y Linux), (x)Harbour (Eagle1), FreeBASIC, y Tcl; cada uno de estos utiliza una API específica. También existe un interfaz ODBC, llamado MyODBC que permite a cualquier lenguaje de programación que soporte ODBC comunicarse con las bases de datos MySQL. También se puede acceder desde el sistema SAP, lenguaje ABAP.

Aplicaciones:

MySQL es muy utilizado en aplicaciones web, como Drupal o phpBB, en plataformas (Linux/Windows-Apache-MySQL-PHP/Perl/Python), y por herramientas de seguimiento de errores como Bugzilla. Su popularidad como aplicación web está muy ligada a PHP, que a menudo aparece en combinación con MySQL. MySQL es una base de datos muy rápida en la lectura cuando utiliza el motor no transaccional MyISAM, pero puede provocar problemas de integridad en entornos de alta concurrencia en la

modificación. En aplicaciones web hay baja concurrencia en la modificación de datos y en cambio el entorno es intensivo en lectura de datos, lo que hace a MySQL ideal para este tipo de aplicaciones. Sea cual sea el entorno en el que va a utilizar MySQL, es importante adelantar monitoreos sobre el desempeño para detectar y corregir errores tanto de SQL como de programación.

Plataformas:

MySQL funciona sobre múltiples plataformas, incluyendo:

- AIX
- BSD
- FreeBSD
- HP-UX
- GNU/Linux
- Mac OS X
- SGI IRIX
- Solaris
- SunOS
- SCO OpenServer
- Windows 95, Windows 98, Windows NT, Windows 2000, Windows XP, Windows Vista, Windows 7 y Windows Server (2000, 2003 y 2008).
- OpenVMS³

Características de la versión 5.0.22:

- Un amplio subconjunto de ANSI SQL 99, y varias extensiones.
- Soporte a multiplataforma
- Procedimientos almacenados
- Disparadores (*triggers*)
- Cursores
- Vistas actualizables
- Soporte a VARCHAR
- INFORMATION_SCHEMA
- Modo Strict

- Soporte X/Open XA de transacciones distribuidas; transacción en dos fases como parte de esto, utilizando el motor InnoDB de Oracle
- Motores de almacenamiento independientes (MyISAM para lecturas rápidas, InnoDB para transacciones e integridad referencial)
- Transacciones con los motores de almacenamiento InnoDB, BDB Y Cluster; puntos de recuperación (savepoints) con InnoDB
- Soporte para SSL
- Query caching
- Sub-SELECTs (o SELECTs anidados)
- Réplica con un maestro por esclavo, varios esclavos por maestro, sin soporte automático para múltiples maestros por esclavo.

Características adicionales:

- Usa GNU Automake, Autoconf, y Libtool para portabilidad
- Uso de multihilos mediante hilos del kernel.
- Usa tablas en disco b-tree para búsquedas rápidas con compresión de índice
- Tablas hash en memoria temporales
- El código MySQL se prueba con Purify (un detector de memoria perdida comercial) así como con Valgrind, una herramienta GPL
- Completo soporte para operadores y funciones en cláusulas select y where.
- Completo soporte para cláusulas group by y order by, soporte de funciones de agrupación
- Seguridad: ofrece un sistema de contraseñas y privilegios seguro mediante verificación basada en el host y el tráfico de contraseñas está cifrado al conectarse a un servidor.
- Soporta gran cantidad de datos. MySQL Server tiene bases de datos de hasta 50 millones de registros.
- Se permiten hasta 64 índices por tabla (32 antes de MySQL 4.1.2). Cada índice puede consistir desde 1 hasta 16 columnas o partes de columnas. El máximo ancho de límite son 1000 bytes (500 antes de MySQL 4.1.2).

Mejoras futuras:

El mapa de ruta de MySQL 5.1 indica soporte para:

- Particionado de la base de datos
- Backup en línea para todos los motores de almacenamiento
- Replicación segura
- Restricciones a nivel de columna
- Planificación de eventos
- Funciones XML

6.6.3.2 PROTOCOLO TCP/IP

La Familia de Protocolos de Internet fueron el resultado del trabajo llevado a cabo por la Agencia de Investigación de Proyectos Avanzados de Defensa (DARPA por sus siglas en inglés) a principios de los 70.

Después de la construcción de la pionera ARPANET en 1969 DARPA comenzó a trabajar en un gran número de tecnologías de transmisión de datos. En 1972, Robert E. Kahn fue contratado por la Oficina de Técnicas de Procesamiento de Información de DARPA, donde trabajó en la comunicación de paquetes por satélite y por ondas de radio, reconoció el importante valor de la comunicación de estas dos formas.

En la primavera de 1973, Vint Cerf, desarrollador del protocolo de ARPANET, Network Control Program(NPC) se unió a Kahn con el objetivo de crear una arquitectura abierta de interconexión y diseñar así la nueva generación de protocolos de ARPANET. [4]

CORRESPONDENCIA CAPAS MODELOS TCP/IP Y OSI

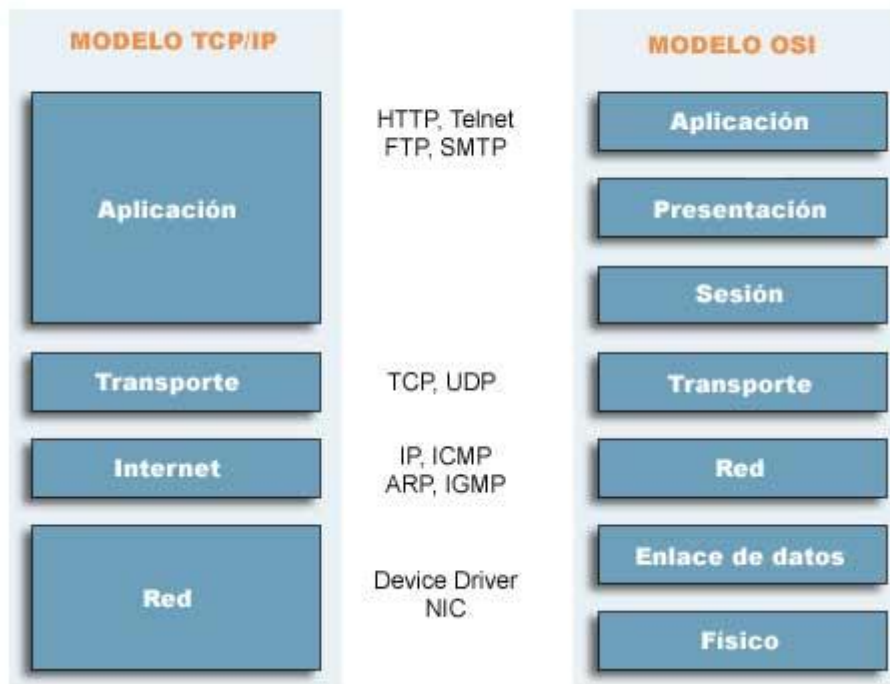


Figura 6.10. Capas de modelos TCP/IP y OSI

Con el papel que realizaban las redes en el proceso de comunicación reducido al mínimo, se convirtió en una posibilidad real comunicar redes diferentes, sin importar las características que éstas tuvieran. Hay un dicho popular sobre el protocolo TCP/IP, que fue el producto final desarrollado por Cerf y Kahn, que dice que este protocolo acabará funcionando incluso entre "dos latas unidas por un cordón". De hecho hay hasta una implementación usando palomas mensajeras, IP sobre palomas mensajeras, que está documentado en RFC 1149.

Esta idea fue llevada a la práctica de una forma más detallada por el grupo de investigación que Cerf tenía en Stanford durante el periodo de 1973 a 1974, dando como resultado la primera especificación TCP. Entonces DARPA fue contratada por BBN Technologies, la Universidad de Stanford, y la University College de Londres para desarrollar versiones operacionales del protocolo en diferentes plataformas de hardware. Se desarrollaron así cuatro versiones diferentes: TCP v1, TCP v2, una tercera

dividida en dos TCP v3 y IP v3 en la primavera de 1978, y después se estabilizó la versión TCP/IP v4 — el protocolo estándar que todavía se emplea en Internet.¹⁷

En 1975, se realizó la primera prueba de comunicación entre dos redes con protocolos TCP/IP entre la Universidad de Stanford y la University College de Londres(UCL). En 1977, se realizó otra prueba de comunicación con un protocolo TCP/IP entre tres redes distintas con ubicaciones en Estados Unidos, Reino Unido y Noruega. Varios prototipos diferentes de protocolos TCP/IP se desarrollaron en múltiples centros de investigación entre los años 1978 y 1983. La migración completa de la red ARPANET al protocolo TCP/IP concluyó oficialmente el día 1 de enero de 1983 cuando los protocolos fueron activados permanentemente.

Ventajas e inconvenientes

El conjunto TCP/IP está diseñado para enrutar y tiene un grado muy elevado de fiabilidad, es adecuado para redes grandes y medianas, así como en redes empresariales. Se utiliza a nivel mundial para conectarse a Internet y a los servidores web. Es compatible con las herramientas estándar para analizar el funcionamiento de la red.

Un inconveniente de TCP/IP es que es más difícil de configurar y de mantener que NetBEUI o IPX/SPX; además es algo más lento en redes con un volumen de tráfico medio bajo. Sin embargo, puede ser más rápido en redes con un volumen de tráfico grande donde haya que enrutar un gran número de tramas.

El conjunto TCP/IP se utiliza tanto en redes empresariales como por ejemplo en campus universitarios o en complejos empresariales, en donde utilizan muchos enrutadores y conexiones a mainframe o a ordenadores UNIX, así como también en redes pequeñas o domésticas, y hasta en teléfonos móviles y en domótica.

6.6.3.3. APLICACIÓN DEL SERVIDOR

Un servidor es un ordenador de gran potencia, que se encarga de "prestar un servicio" a otros ordenadores (por ejemplo, el suyo) que se conectan a él. Varios servidores juntos, es decir conectados entre sí, forman una red IRC. Estas máquinas se encargan de hacer que los mensajes que usted escriba lleguen a su destino y también de hacer llegar hasta

¹⁷ <http://www.monografias.com/trabajos/protocolotcpip/protocolotcpip.shtml>

usted, los mensajes del resto de usuarios. En definitiva, se ocupan de gestionar todo el tráfico de información que produce en la red IRC.

Para entrar en una red IRC y charlar, deberá conectar con uno de estos servidores. Observe que dos personas que estén en la misma red IRC, pueden estar conectados a diferentes servidores, pero gracias a que estos servidores están conectados entre sí, pueden intercambiar mensajes.

Por ejemplo, en el IRC Hispano, usted puede entrar conectando con el servidor irc.arrakis.es y charlar con otra persona que conectó usando el servidor irc.jet.es.

Está disponible una lista de los servidores que componen la red IRC Hispano. Si tiene dudas acerca de cómo realizar la conexión, en el apartado "En detalle", encontrará instrucciones paso-a-paso para conectar con uno de estos servidores.

6.6.4. TELEMETRIA REMOTA

La telemetría, como madre de la tele-medición y el control de acceso, es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema. Fue desarrollada en 1915, a mediados de la primera guerra mundial, por el alemán Khris Osterhein y el italiano Franchesco Di Buonanno para medir a qué distancia se encontraban objetivos de artillería.

La telemetría consiste en acceder a dispositivos donde tenemos que obtener datos de forma remota. Sin importar la distancia desde el punto origen (lugar de la toma de la información) hasta donde llegan los datos.

La mayoría de nuestros equipos, utilizan como medio de transmisión la red de celular y reportan a través del canal de datos de dicha red (GPRS), que envía la información de la/s localización/es a los servidores de Security Consultant S.A.¹⁸

Si el equipo se encuentra en sitio sin cobertura celular, el equipo almacena la información en su memoria interna, reportando las ubicaciones almacenadas en su memoria, una vez que retoma señal.

¹⁸ <http://en.wikipedia.org/wiki/Telemetry>

A diferencia de los equipos de AVL, es muy poco frecuente que un equipo no tenga señal GPRS, dado que estos equipos son fijos.

En lugares muy remotos, donde las áreas no son cubiertas por redes GPRS, nuestros equipos pueden ser integrados con tecnología 100% satelital. Dichas soluciones pueden ser integradas con proveedores como Inmarsat, Globlastar, Iridium, etc.

El Sistema GPS (Global Positioning System) consiste en una constelación de 32 satélites que orbitan alrededor de la Tierra (29 en operación y 3 en caso de fallas). Estos satélites, desarrollados inicialmente para fines militares por los Estados Unidos, se encuentran a 20.000 Km. de distancia de la superficie terrestre, y completan dos rotaciones diarias. Las órbitas están diseñadas de forma que en cualquier momento, al menos 4 satélites puedan ser "sintonizables" por el usuario.

Cuando las personas hablan sobre "GPS", generalmente se refirieren al "Receptor GPS". El trabajo del Receptor GPS es localizar estos satélites y capturar la información disponible para calcular su posición en la Tierra.

Este servicio es utilizado por empresas de diferentes mercados, como Agro, Petróleo, Marítimo, Energía, Seguridad, etc.

6.6.4.1. DESCRIPCION DE LAS ETAPAS:

Unidad Remota CF-UR.

- La CF-UR 1XX ha sido diseñada como un elemento flexible para cubrir distintas necesidades de adquisición de datos y telecontrol.
- La Unidad esta basada sobre un microprocesador y tiene en su versión estándar 8 entradas analógicas, cuatro entradas /salidas opto acopladas programables según necesidad y cuatro salidas con relés, cada una con salida normalmente cerrada y normalmente abierta. La posición lógica de las mismas puede ser configurada por programa y se puede utilizar el contacto sobrante para controlar la correcta actuación del relé por programa.

- Funciones típicas de las entradas analógicas son:
Medición de Tensiones, corrientes, temperaturas, flujo de líquidos, presión y otras variables de carácter continuo que se desee medir, controlar y graficar en la Unidad de control [5]
- Las funciones de las entradas/salidas opto acopladas se utilizan para controlar sensores / actuadores digitales que por su naturaleza necesiten estar aislados galvánicamente del resto del equipamiento.
- Las salidas a relé se utilizan para efectuar comandos o manejar contactores de potencia. Se dispone de ambas salidas por relé y el estado original NA / NC puede definirse por programa.
- Las unidades están previstas para ser apilables hasta 10 unidades de modo de poder controlar grandes sistemas en caso de ser necesario.

6.6.5. Comunicación Celular

La **telefonía móvil**, también llamada **telefonía celular**, básicamente está formada por dos grandes partes: una red de comunicaciones (o red de telefonía móvil) y los terminales (o teléfonos móviles) que permiten el acceso a dicha red.

El **teléfono móvil** es un dispositivo inalámbrico electrónico que permite tener acceso a la red de telefonía celular o móvil. Se denomina celular debido a las antenas repetidoras que conforman la red, cada una de las cuales es una célula, si bien existen redes telefónicas móviles satelitales. Su principal característica es su portabilidad, que permite comunicarse desde casi cualquier lugar. ¹⁹Aunque su principal función es la comunicación de voz, como el teléfono convencional, su rápido desarrollo ha incorporado otras funciones como son cámara fotográfica, agenda, acceso a Internet, reproducción de vídeo e incluso GPS y reproductor mp3.

El primer antecedente respecto al teléfono móvil es de la compañía Motorola, con su modelo DynaTAC 8000X. El modelo fue diseñado por el ingeniero de Motorola Rudy Krolopp en 1983. El modelo pesaba poco menos que un kilo y un valor de casi 4.000 dólares. Krolopp se incorporaría posteriormente al equipo de investigación y desarrollo

¹⁹ http://www.google.es/images?hl=es&q=telefonía+móvil&um=1&ie=UTF-8&source=univ&ei=mh8zTMzMMcP98AbU2LTICw&sa=X&oi=image_result_group&ct=title&resnum=7&ved=0CFMQsAQwBg

de Motorola liderado por Martin Cooper. Tanto Cooper como Krolopp aparecen como propietarios de la patente original. A partir del DynaTAC 8000X, Motorola desarrollaría nuevos modelos como el Motorola MicroTAC, lanzado en 1989, y el Motorola StarTAC, lanzado en 1996 al mercado.



Figura 6.11. Repetidora de señales

Funcionamiento

La comunicación telefónica es posible gracias a la interconexión entre centrales móviles y públicas. Según las bandas o frecuencias en las que opera el móvil, podrá funcionar en una parte u otra del mundo.

La telefonía móvil consiste en la combinación de una red de estaciones transmisoras-receptoras de radio (repetidores, estaciones base o BTS) y una serie de centrales telefónicas de conmutación de 1er y 5º nivel (MSC y BSC respectivamente), que posibilita la comunicación entre terminales telefónicos portátiles (teléfonos móviles) o entre terminales portátiles y teléfonos de la red fija tradicional.

6.6.5.1. Convergencia de la tecnología.

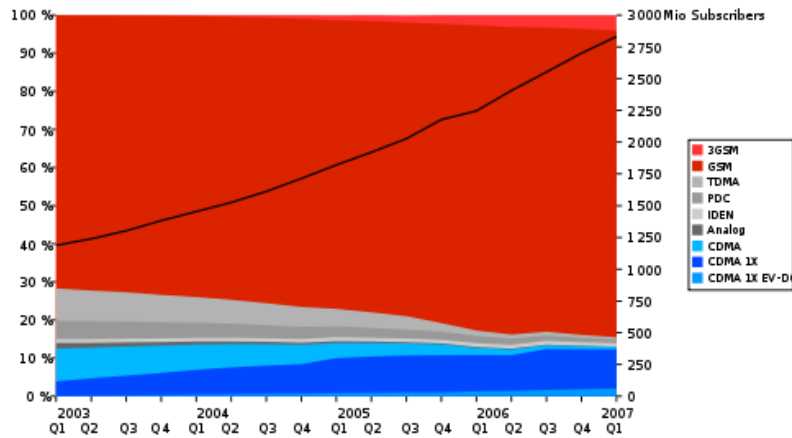


Tabla 6.1. Evolución de usuarios de telefonía móvil

Evolución del número de usuarios de telefonía móvil según el estándar que emplean.

Artículo principal: Acceso Multimedia Universal

La evolución del teléfono móvil ha permitido disminuir su tamaño y peso, desde el Motorola DynaTAC, el primer teléfono móvil en 1983 que pesaba 800 gramos, a los actuales más compactos y con mayores prestaciones de servicio. El desarrollo de baterías más pequeñas y de mayor duración, pantallas más nítidas y de colores, la incorporación de software más amigable, hacen del teléfono móvil un elemento muy apreciado en la vida moderna.

El avance de la tecnología ha hecho que estos aparatos incorporen funciones que no hace mucho parecían futuristas, como juegos, reproducción de música MP3 y otros formatos, correo electrónico, SMS, agenda electrónica PDA, fotografía digital y video digital, videollamada, navegación por Internet y hasta Televisión digital. Las compañías de telefonía móvil ya están pensando nuevas aplicaciones para este pequeño aparato que nos acompaña a todas partes. Algunas de esas ideas son: medio de pago, localizador e identificador de personas.



Figura 6.12. Módem USB para Internet móvil Huawei E220

Con la aparición de la telefonía móvil digital, fue posible acceder a páginas de Internet especialmente diseñadas para móviles, conocido como tecnología WAP.

Las primeras conexiones se efectuaban mediante una llamada telefónica a un número del operador a través de la cual se transmitían los datos de manera similar a como lo haría un módem de PC.

Posteriormente, nació el GPRS, que permitió acceder a Internet a través del protocolo TCP/IP. Mediante el software adecuado es posible acceder, desde un terminal móvil, a servicios como FTP, Telnet, mensajería instantánea, correo electrónico, utilizando los mismos protocolos que un ordenador convencional. La velocidad del GPRS es de 54 kbit/s en condiciones óptimas, y se tarifa en función de la cantidad de información transmitida y recibida [6]

Otras tecnologías más recientes que permiten el acceso a Internet son EDGE, EvDO y HSPA. Aprovechando la tecnología UMTS, comienzan a aparecer módems para PC que conectan a Internet utilizando la red de telefonía móvil, consiguiendo velocidades similares a las de la ADSL. Este sistema aún es caro ya que el sistema de tarificación no es una verdadera tarifa plana sino que establece limitaciones en cuanto a datos o velocidad.

6.6.5.2. Red GSM.

GSM (Global System for Mobile Communications) o Sistema Global para Comunicaciones Móviles es el estándar más popular en lo que respecta a telefonía móvil a nivel mundial. La GSM Association estima que el mercado global de telefonía móvil es dominado un 82% por GSM.

Es una red celular de 2.5G, donde el teléfono móvil se conecta para buscar la celda más cerca a su ubicación. Es un servicio portador que permiten enlazar a voluntad dos equipos terminales móviles mediante un canal digital que se establece específicamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma.

La red GSM opera en 4 rangos de frecuencias:

- 900 MHz y 1800 MHz en Europa y Asia.
- 850 MHz y 1900 MHz en las Américas.

Banda	Nombre	Canales	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)	Notas
GSM 850	GSM 850	128 - 251	824,0 - 849,0	869,0 - 894,0	Usada en los EE.UU., Sudamérica y Asia.
GSM 900	P-GSM 900	1-124	890,0 - 915,0	935,0 - 960,0	La banda con que nació GSM en Europa y la más extendida
	E-GSM 900	975 - 1023	880,0 - 890,0	925,0 - 935,0	E-GSM, extensión de GSM 900
	R-GSM 900	n/a	876,0 - 880,0	921,0 - 925,0	GSM ferroviario (GSM-R).
GSM1800	GSM 1800	512 - 885	1710,0 - 1785,0	1805,0 - 1880,0	
GSM1900	GSM 1900	512 - 810	1850,0 - 1910,0	1930,0 - 1990,0	Usada en Norteamérica, incompatible con GSM-1800 por solapamiento de bandas.

Tabla 6.2. Características del funcionamiento de GSM

Las estructuras celulares consisten en la división del ámbito de cobertura de la red en zonas más pequeñas denominadas células, a las que se les asigna un cierto número de radiocanales, dotándolas de otras tantas estaciones base transmisoras y receptoras.²⁰

Generación 2.5 G.

Es la generación de tecnología celular que se encuentra entre 2G y 3G. Se describe como sistemas 2G que tienen implementada conmutación de paquetes sobre conmutación de circuitos. El término 2.5G no existe, fue creado por propósitos de mercado. La 2.5G provee algunos beneficios de la 3G así como también usa la infraestructura de la red GSM.

Módulo Subscriber de Identidad (SIM).

También conocida como SIM Card es una tarjeta la cual contiene la información de suscripción del usuario. Esto significa que el usuario puede cambiar de operadora con solo cambiar la SIM Card.

Algunas operadoras bloquean el móvil permitiendo que sea aceptada una única SIM Card que para el caso sería la del operador. Pero esto no es impedimento para el usuario

²⁰ <http://en.wikipedia.org/wiki/GSM>.

ya que en la actualidad existen disponibles en Internet muchos programas para liberar el móvil.

Canales Lógicos GSM.

La comunicación en una determinada frecuencia se realiza a través de tramas temporales, divididas en 8 slots cada una. En esos slots se alojan los canales lógicos, que agrupan la información a transmitir entre la estación base y el móvil de la siguiente manera:

Canales de tráfico (Traffic Channels, TCH): Albergan las llamadas en proceso que soporta la estación base.

Canales de control.

- **Canales de difusión** (Broadcast Channels, BCH).

Canal de control broadcast (Broadcast Control Channel, BCCH): Comunica desde la estación base al móvil la información básica y los parámetros del sistema.

- **Canal de control de frecuencia** (Frequency Control Channel, FCCH): Comunica al móvil (desde la EB) la frecuencia portadora de la EB.

- **Canal de control de sincronismo** (Synchronization Control Channel, SCCH): Informa al móvil sobre la secuencia de entrenamiento (training) vigente en la EB, para que el móvil la incorpore a sus ráfagas.

- **Canales de control dedicado** (Dedicated Control Channels, DCCH).

- **Canal de control asociado lento** (Slow Associated Control Channel, SACCH).

- **Canal de control asociado rápido** (Fast Associated Control Channel, FACCH).

- **Canal de control dedicado entre EB y móvil** (Stand-Alone Dedicated Control Channel, SDCCCH).

- **Canales de control común** (Common Control Channels, CCCH).

- **Canal de aviso de llamadas** (Paging Channel, PCH): Permite a la EB avisar al móvil de que hay una llamada entrante hacia el terminal.

- **Canal de acceso aleatorio** (Random Access Channel, RACH): Alberga las peticiones de acceso a la red del móvil a la BS.

- **Canal de reconocimiento de acceso** (Access-Grant Channel, AGCH): Procesa la aceptación, o no, de la BS de la petición de acceso del móvil.

- **Canales de Difusión Celular** (Cell Broadcast Channels, CBC). La Difusión de Celda (también conocida por Difusión Celular) es una tecnología disponible por algunas operadoras móviles, diseñada para el envío simultaneo de mensajes a múltiples usuarios en un área específica. El servicio permite que los mensajes sean comunicados a múltiples clientes de telefonía móvil que estén localizados en una determinada área de cobertura de la red. Esta tecnología permite crear canales de comunicación con los móviles que se encuentren en un área geográfica específica, lo que la convierte en un potente instrumento para servicios de información locales o asociados a la posición, haciendo posible la selección del tema o canal de interés para el usuario (Noticias, Deporte, Información Meteorológica, Tránsito, Farmacias de guardia, Taxis, etc.).

6.6.5.3. Arquitectura de Red GSM.

La comunicación se origina desde el usuario final o Terminal Móvil (TM), que mantiene una sincronización de señales de control con la estación base más cercana (BTS) y ésta tiene el Módulo de Identificación del Abonados (MIA), que se conecta vía microonda con la Central de Conmutación de Servicios Móviles.

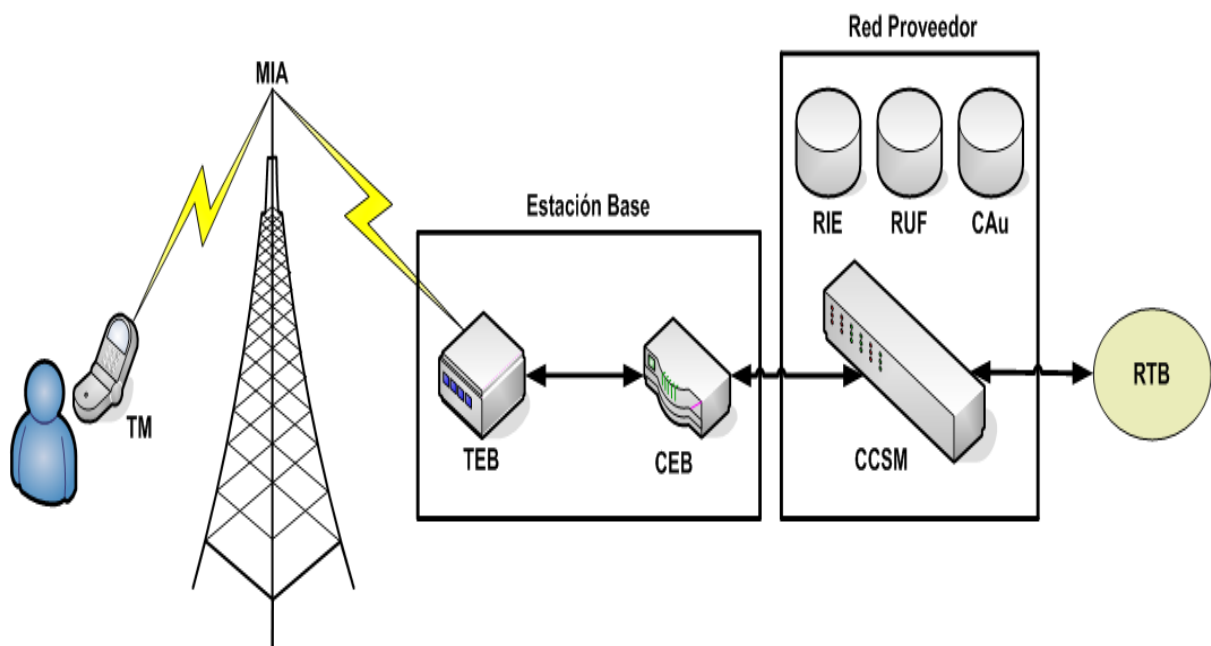


Figura 6.13. Arquitectura de la red GSM

En la Figura 6.14 se muestra la estructura de una red GSM y sus elementos principales. Donde se puede realizar una comunicación de voz que parte del equipo terminal (TE) o móvil que se encuentra dentro de la cobertura de una estación base (BTS) que está conectada con una central de estaciones bases (BTC) que enruta su llamada hacia una Central de Switcheo Móvil (MSC) quien define si su llamada está dentro de la misma operadora o corresponde a otra operadora, la cual la enruta por la Red de Telefonía Pública (PSTN).

En el caso de ser una comunicación de datos tipo parte del dispositivo móvil, que está bajo dentro de la cobertura de una estación base (BTS) se comunica con la estación base central (BTC) quien enruta los datos hacia la red de datos.

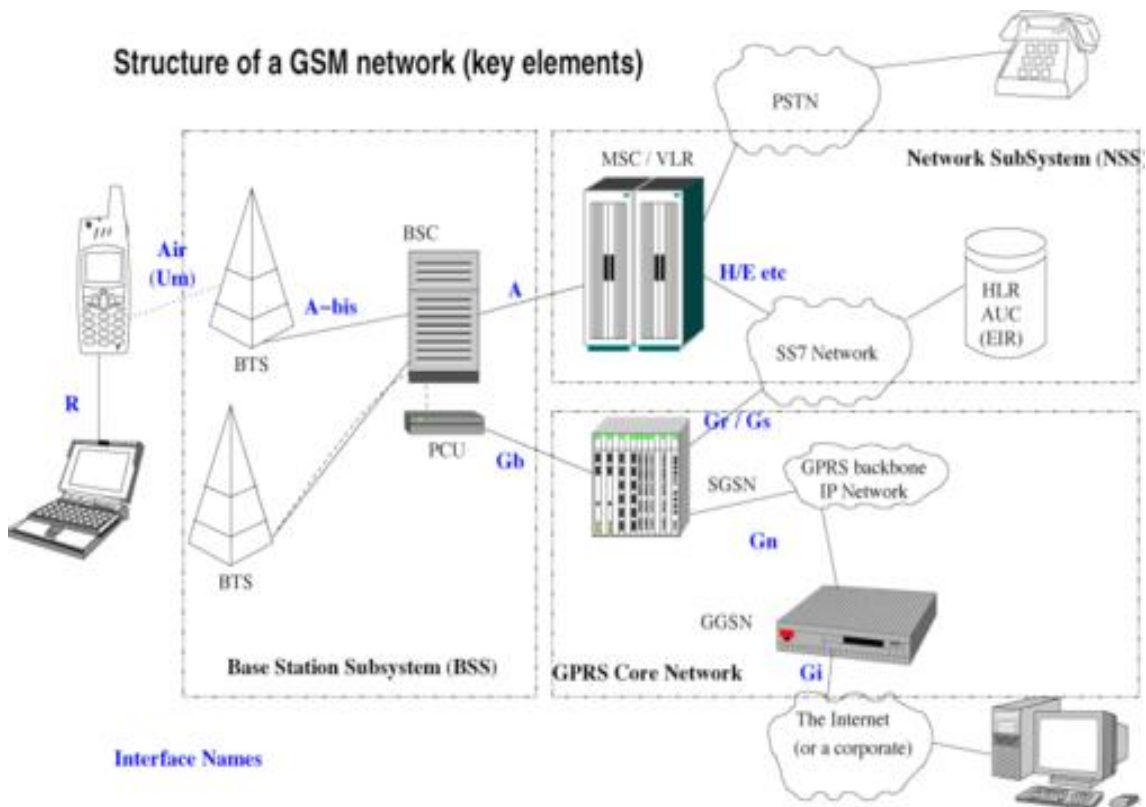


Figura 6.14. Estructura de la red GSM

Para la función de localización, todo abonado móvil está inscrito en un registro local denominado RUF que es una base de datos que contiene información del abonado. Si en el curso de una comunicación la estación móvil (EM) sale de la zona de cobertura de la Estación Base (EB) donde está en curso la llamada, para evitar que ésta se corte debe transferirse a la EB de otra célula. Para ello, se acompaña a la señal de voz de un tono de supervisión no audible, que es devuelto por el móvil. La EB mide la calidad de esta

señal de retorno. Si no resulta satisfactoria, se envía una alarma al CCSM, quien ordena a la EB en cuestión y a sus vecinas una medición del campo producido por la EM. Los resultados se envían al CCSM, el cual conmuta la llamada a la EB en que se tengan las mejores condiciones de recepción. La conmutación en curso, al efectuarse en función de los niveles de señal recibidos, asegura siempre una calidad de señal superior a cierto umbral mínimo.

6.6.6. Red GPRS.

General Packet Radio Service (GPRS).- es un servicio de datos móvil orientado a paquetes. Está disponible para los usuarios del Sistema Global para Comunicaciones Móviles (Global System for Mobile Communications o GSM), así como para los teléfonos móviles que incluyen el sistema IS-136. Permite velocidades de transferencia de 56 a 114 kbps GPRS se puede utilizar para servicios tales como Wireless Application Protocol (WAP), servicio de mensajes cortos (SMS), servicio de mensajería multimedia (MMS), Internet y para los servicios de comunicación, como el correo electrónico y la World Wide Web (WWW).

La transferencia de datos de GPRS se cobra por megabyte de capacidad, mientras que la comunicación de datos a través de conmutación de circuitos tradicionales se factura por minuto de tiempo de conexión, independiente de si el usuario utiliza la capacidad o está en un estado de inactividad. GPRS da mejor rendimiento a la conmutación de paquetes de servicios, en contraposición a la conmutación de circuitos, donde una cierta calidad de servicio (QoS) está garantizado durante la conexión para los no usuarios de móviles.

21

6.6.6.1. Tecnología Utilizada

El acceso al canal utilizado en GPRS se basa en divisiones de frecuencia sobre un dúplex y TDMA. Durante la conexión, a cada usuario se le asigna un par de canales de frecuencia, uno para subida y otro para bajada. Esto se combina con la multiplexación estadística en el dominio del tiempo, permitiendo a varios usuarios compartir el mismo

²¹ http://www.unibratec.com.br/revistacientifica/n2_artigos/n2_jones.pdf

canal de frecuencia. Los paquetes tienen longitud constante, correspondiente a la ranura de tiempo del GSM. El canal de bajada utiliza una cola FIFO. (**First In, First Out** (primero en entrar, primero en salir)) para paquetes en espera, mientras que el canal de subida utiliza un esquema similar al de ALOHA con reserva. En resumen, se utiliza un sistema similar al ALOHA ranurado durante la fase de contención, y TDMA con una cola FIFO durante la fase de transmisión de datos. Un usuario GPRS sólo usará la red cuando envíe o reciba un paquete de información. Todo el tiempo que esté inactivo podrá ser utilizado por otros usuarios para enviar y recibir información.

Esto permite a los operadores dotar de más de un canal de comunicación sin miedo a saturar la red, de forma que mientras que en GSM sólo se ocupa un canal de recepción de datos del Terminal a la red y otro canal de transmisión de datos desde la red al Terminal, en GPRS es posible tener terminales que gestionen cuatro canales simultáneos de recepción y dos de transmisión.

Permite velocidades de transferencia moderadas mediante el uso de canales libres con multiplexación por división de tiempo, como por ejemplo el sistema GSM. La **multiplexación** por división de tiempo (**MDT**) o (**TDM**), del inglés Time División Multiplexing, es la más utilizada en la actualidad, especialmente en los sistemas de transmisión digitales. En ella, el ancho de banda total del medio de transmisión es asignado a cada canal durante una fracción del tiempo total (intervalo de tiempo). En la siguiente Figura 3.6 se representa, de forma muy esquematizada, un conjunto multiplexor-demultiplexor para ilustrar como se realiza la multiplexación-demultiplexación por división de tiempo.

En este circuito, simplificando mucho el proceso, las entradas de seis canales llegan a unos denominados interruptores de canal, los cuales se van cerrando de forma secuencial, controlados por una señal de reloj. De forma que cada canal es conectado al medio de transmisión durante un tiempo determinado por la duración de los impulsos de reloj. En el extremo distante, el demultiplexor realiza la función inversa, esto es, conecta el medio de transmisión, secuencialmente, con la salida de cada uno de los seis canales mediante interruptores controlados por el reloj del demultiplexor. Este reloj del extremo receptor funciona de forma sincronizada con el del multiplexor del extremo

emisor mediante señales de temporización que son transmitidas a través del propio medio de transmisión o por un camino.

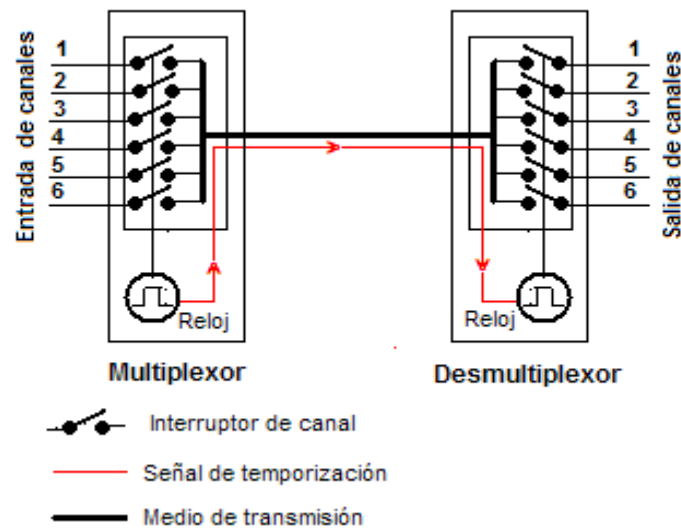


Figura 6.15. Conjunto multiplexor-demultiplexor por división de tiempo

Las únicas redes en las que el GPRS se utiliza actualmente son las redes GSM. El primer estándar de GPRS se debe al European Telecommunications Standards Institute (ETSI). En la teoría, el GPRS original soportaba los protocolos IP y P2P. En la práctica se utiliza IPv4, puesto que IPv6 aún no tiene implantación suficiente y en muchos casos los operadores no lo ofrecen. Para asignar la dirección IP se utiliza DHCP, por lo que las direcciones IP de los equipos móviles son casi siempre dinámicas. Desde el punto de vista del operador de telefonía móvil, es una forma sencilla de migrar la red desde GSM a una red UMTS puesto que las antenas sufren sólo ligeros cambios y los elementos nuevos de red necesarios para GPRS serán compartidos en el futuro con la red UMTS.

Servicios ofrecidos

La tecnología GPRS mejora y actualiza a GSM con los servicios siguientes:

- Servicio de mensajes multimedia (MMS).
- Mensajería instantánea.
- Aplicaciones en red para dispositivos a través del protocolo WAP.
- Servicios P2P utilizando el protocolo IP.

- Servicio de mensajes cortos (SMS).
- Posibilidad de utilizar el dispositivo como módem USB.

6.6.6.2. Clases de dispositivos

Existen tres clases de dispositivos móviles teniendo en cuenta la posibilidad de usar servicios GSM y GPRS simultáneamente:

Clase A: Estos dispositivos pueden utilizar simultáneamente servicios GPRS y GSM.

Clase B: Sólo pueden estar conectados a uno de los dos servicios en cada momento. Mientras se utiliza un servicio GSM (llamadas de voz o SMS), se suspende el servicio GPRS, que se reinicia automáticamente cuando finaliza el servicio GSM. La mayoría de los teléfonos móviles son de este tipo.

Clase C: Se conectan alternativamente a uno u otro servicio. El cambio entre GSM y GPRS debe realizarse de forma manual.

6.6.6.3. Velocidad de transferencia.

Dependiendo de la tecnología utilizada, la velocidad de transferencia varía sensiblemente. La tabla inferior muestra los datos de subida y bajada para cada tipo de tecnología.

Tecnología	Descarga (kbit/s)	Subida (kbit/s)
CSD	9.6	9.6
HSCSD	28.8	14.4
HSCSD	43.2	14.4
GPRS	80.0	20.0 (Clase 8 y 10 y CS-4)
GPRS	60.0	40.0 (Clase 10 y CS-4)
EGPRS (EDGE)	236.8	59.2 (Clase 8, 10 y MCS-9)
EGPRS (EDGE)	177.6	118.4 (Clase 10 y MCS-9)

Tabla 6.4. Velocidad de transferencia de las tecnologías

6.6.7. Red EDGE

Enhanced Data rates for GSM Evolution o Enhanced GPRS es una tecnología digital para teléfonos móviles que permite incrementar los rangos de transmisión de datos así como mejorar la fiabilidad de la misma. Esta tecnología fue incorporada a las redes GSM desde el 2003. EDGE es usado en la conmutación de paquetes, conexión a Internet, servicios de video y otros beneficios multimedia. Con una velocidad de datos superior a 236.8 Kbits/s para 4 timeslots en modo paquete que la ITU (Internacional Telecommunications Union) tiene como requisito para una red 3G.

La implantación de EDGE en el núcleo de GSM no requiere de cambios bruscos. La estación base y las subredes necesitan actualización para el soporte de EDGE, además de un Decodificador/Codificador para los nuevos esquemas de modulación y los altos rangos de datos. Puesto que EDGE es una tecnología implantada en otra que pertenece a 2.5G como lo es GSM, esta generalmente es clasificada como red 3G.

6.6.8. Red SMS

Short Message Service es un protocolo de comunicación que permite el intercambio de mensajes de textos entre teléfonos móviles. Es el servicio móvil más usado con 2.4 billones de usuarios activos los cuales envían y reciben mensajes de texto SMS fue diseñado originalmente como un servicio de GSM, pero en la actualidad se encuentra disponible en otras redes móviles incluyendo redes 3G. El tamaño máximo de un mensaje de texto en SMS es de 160 caracteres de 7 bits, 140 caracteres de 8 bits o de 70 caracteres de 16 bits, este último en idiomas como el chino, coreano, japonés, ruso.

Existe también el SMS segmentado, el cual es un mensaje que sobrepasó su máximo de caracteres pero es enviado en múltiples partes. Esto lo logra ya que cada segmento iniciará con una Cabecera de Dato de Usuario o UDH la cual contiene información de su segmento respectivo y la longitud de cada segmento ahora será de 153 caracteres de 7 bits, 134 caracteres de 8 bits y 67 caracteres de 16 bits.²²

²² http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio_de_mensajes_cortos

El dispositivo móvil es el encargado de recibir cada segmento y re ensamblar el mensaje para poder ser mostrado al usuario como un mensaje de texto largo. El servicio de mensajes esta disponibles para no subscriptores de la operadora usando E-mail, esto es gracias a que el mensaje es enviado a través del servidor de correo en Internet de la operadora. Ejemplo: Si se desea enviar un mensaje de texto al número 086808202, en su proveedor de correo favorito, el destinatario deberá ser 86808202@dominiocorreoperadora.

Este tipo de mensaje de texto no es pagado, lo único que lo diferencia del servicio normal desde un móvil es que el límite de caracteres se reduce a 150. Muchos transceiver y teléfonos móviles tienen soporte para enviar y recibir mensajes de texto usando Comandos AT, para estos poder ser ejecutados, el móvil o el transceiver debe ser conectado a una PC a través de un conexión Serial, ya sea por cable o una virtual como es el caso que crean los dispositivos.

Bluetooth. Por ejemplo:

- Formato de mensaje: AT+CMGF="1" (0 tipo binario, 1 tipo texto)
- Envío de mensaje: AT+CMGS="número de móvil"
- Lectura de mensajes: AT+CMGR="0" (0 todos los mensajes)

El SMS es también usado para comunicaciones M2M, dispositivos, localización vehicular, proyectos de telemetría, etc.

6.7. METODOLOGÍA

La idea de la digitalización de las lecturas nació con la analogía del funcionamiento que realiza el mouse, éste trabaja con un sistema un haz de luz infrarroja que pasa por las hendiduras de un sistema de engranaje, así el circuito calcula los desplazamientos horizontales o verticales que se genera al mover el mouse. El medidor tiene algo similar, tiene un plato giratorio que siempre gira en la misma dirección y mueve un sistema de engranaje, y si podemos introducir un haz de luz infrarroja que cense la marca negra de dicho plato, podemos saber cuantas vueltas dio el plato. Es así que se consideró equipos que sean resistentes a las condiciones ambientales que están expuesto el medidor, y además utilizar elementos que no alteren o afecten el funcionamiento electro mecánico,

su normal funcionamiento, como es la calibración que se realiza en el laboratorio y que mantenga un margen de error según el estándar de cada medidor.

Además de estudiar el comportamiento del medidor de luz electro mecánico, se analiza la forma de almacenar la información en un dispositivo no volátil que permita almacenar la información por muchos años y se eligió al micro controlador de la familia PIC 16F876 que también funciona como controlador para coordinar las acciones que deben de realizar el sensor Infra rojo y el circuito de fuerza.

Tomando en cuenta que en nuestro país, la mayor parte de los abonados de las Empresas Eléctricas tienen medidores electromecánicos, y después de haber realizado investigaciones con respecto a las tecnologías que se pueden usar y aplicar en lo que respecta a dispositivos para transmisión de datos a través de la red celular y teniendo en cuenta que en la actualidad todas las operadoras de telefonía celular utilizan tecnología GSM con una cobertura que tiene presencia en casi todo el territorio ecuatoriano, es una solución idónea para la transmisión de datos, ya que permite realizar medición remota de la energía eléctrica.

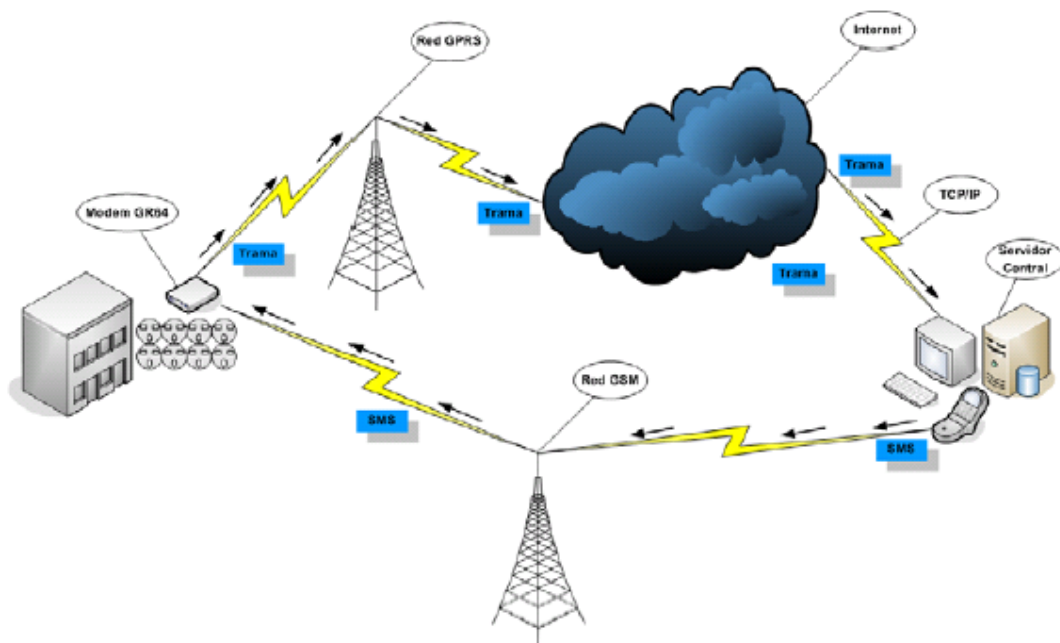


Figura 6.16. Solución planteada utilizando tecnología celular GSM

En la gráfica anterior, se muestra cómo funcionaría la solución al ser implantada. La comunicación entre el Servidor Central que forma parte del Centro de Control y los

En donde **Lectura** es un número entero positivo de los KWH consumidos y la letra **L** representa la operación Lectura como se muestra en la Figura 6.18. Ésta trama es enviada hacia el módulo GR64 utilizando el bus de datos con el protocolo UART-RS232, una vez receptada por el módulo GR64 inmediatamente es enviada a través de la red de datos GPRS hacia el Centro de control, éste la recibe y almacenará en la base de datos. En la figura 6.19. Se muestra el proceso que se realiza durante la Lectura remota.

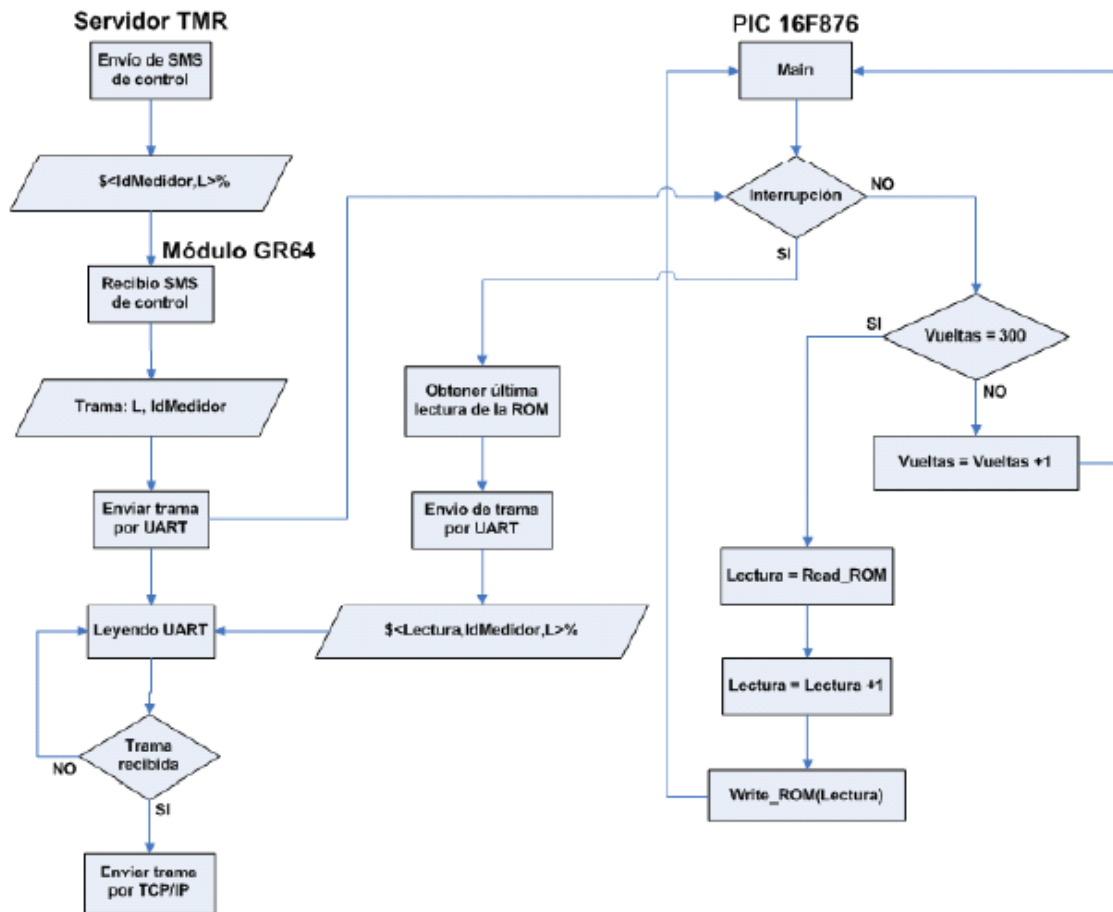


Figura 6.19. Proceso de la lectura remota

6.7.2. Corte y Reconexión de Servicio.

De la misma forma que la orden de Lectura se inicia desde el centro de control, se elegirá el medidor del que se necesita su última lectura. Enviamos la orden de Corte o Reconexión, con el siguiente formato:

\$<IdMedidor,C>% para Corte

\$<IdMedidor,R>% para Reconexión

En donde IdMedidor es el identificador del medidor que se escogió y la letra C o R es la operación.

Esta trama es enviada por SMS a través de la red GSM hacia el módulo GR64 y éste inmediatamente envía la trama al módulo de control a través de protocolo UART – RS232 donde será recibida por el microcontrolador PIC 16F876 el mismo que identifica la orden receptada y posteriormente enviará un pulso hacia el circuito de fuerza por la puerta de salida respectiva a la orden enviada, la salida RB5 (Pata 26) para Reconexión y la RB4 (Pata 25) para el Corte.

La confirmación de la operación iniciará desde el Módulo de Control, donde se formará una nueva trama, con el siguiente formato:

\$<OK,C>% para Corte.

\$<OK,R>% para Reconexión.

En donde la letra C/R representa la operación realizada por el módulo de fuerza. Ésta trama es enviada desde el módulo de control hacia el módulo GR64 así mismo por protocolo UART-RS232, una vez receptada por el módulo GR64 inmediatamente es enviada a través de la red de datos GPRS hacia el Centro de control, éste la recibe y almacenan en la base de datos.

6.7.2.1. Operación Automática.

Existen procesos en la central los cuales están monitoreando constantemente la base de datos preguntando por los abonados que han llegado a su fecha de vencimiento y aun no han cancelado la planilla.

Para estos casos se enviará un SMS automático advirtiendo que ha llegado a su fecha límite y que debe acercarse a pagar. Estos mensajes son enviados a los abonados el día de su fecha máxima para que estén advertidos. Al siguiente día de la fecha máxima, en caso de que no se haya cancelado la planilla, el Centro de Control enviará

automáticamente una orden de CORTE al medidor. Así mismo, se realizará la reconexión automática del servicio.

Existirá otro proceso que este monitoreando la base de datos en busca de los abonados que tengan el servicio cortado pero que ya hayan cancelado su deuda total, al encontrarlos, se enviará una orden de reconexión del servicio a dicho medidor. En la Figura 6.20. Mostramos el proceso de realizar el Corte del servicio de energía. Para el caso de la Reconexión sería el mismo, solo cambiaría el identificador de la operación.

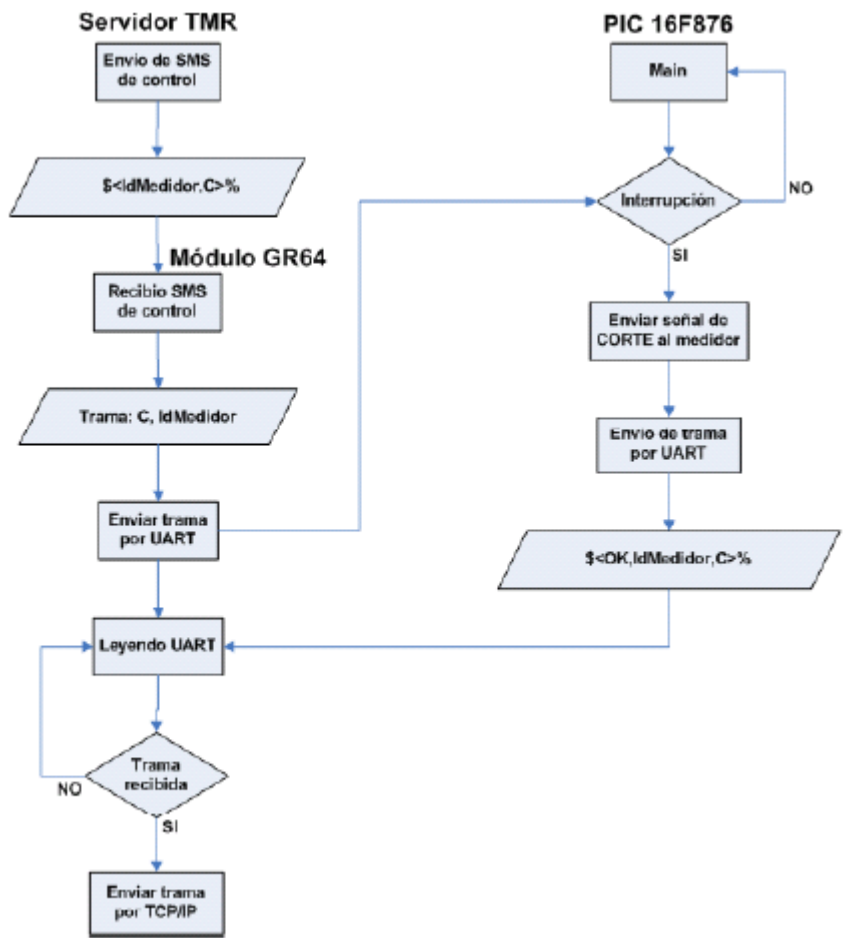


Figura. 6.20. Proceso de Corte y Reconexión Automática

6.7.3. Sistemas AMR.

AMR (Automatic Meter Reading) son sistemas usados en la recolección automática de datos para dispositivos de medición de agua, gas o electricidad hacia una base de datos central para su posterior análisis y manipulación según convenga. El objetivo de estos

sistemas es disminuir la intervención de personas en los procesos de toma de lecturas, corte de servicio logrando reducir la carga operativa en la empresa y por el lado de los abonados aumentando la satisfacción al recibir un mejor servicio.

Los sistemas AMR incluyen tecnologías móviles (handheld, smartphone), redes de computadores, red celular, redes inalámbricas y radio frecuencia.

AMR de Red.- O su nombre técnico en inglés Fixed Network AMR, es un sistema donde su infraestructura es la de una red de transmisión de datos, donde los datos son recolectados en el medidor y luego digitalizados para viajar a través de esta red hasta un computador central en donde se almacenarán en una base de datos. Todo este proceso de manera automática sin la presencia de persona alguna en la ubicación del medidor.

Como podemos observar en la Figura 6.21. los AMR de Red pueden ser implementados no solo para la medición remota de energía eléctrica que es nuestro caso, sino también para las compañías que ofrecen servicios de gas y agua.

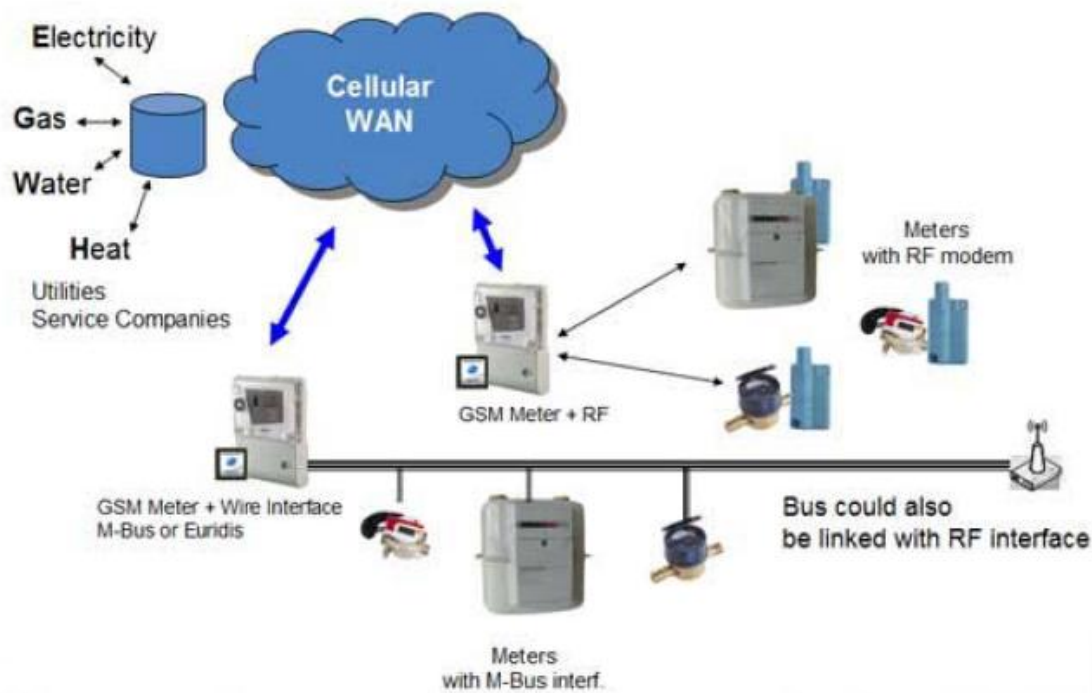


Figura 6.21. Infraestructura de AMR para la telemetría de agua, electricidad y gas.

Para la solución se ha optado por utilizar un AMR de Red, por tanto, el sistema de Telemedición de medidores eléctricos está conformado por las siguientes partes:

6.7.3.1. Centro de Control.

Estará ubicado en las instalaciones de la Empresa Eléctrica, desde aquí se enviarán las órdenes de lectura, corte y reconexión. Está conformado por: Servidor TMR, Base de Datos y un Teléfono Móvil con capacidad para Bluetooth con puerto COM virtual.

Servidor TMR.

Software desarrollado en VB .NET 2005 con capacidad de comunicación de dos vías: envío de mensajes de textos y recepción de tramas TCP/IP de confirmación. Su nombre TMR es el derivado de TELEMEDICIÓN REMOTA que se lo escogió por el objetivo del proyecto. Para enviar mensajes de textos utiliza comandos AT estándares desarrollados por los modem y dispositivos móviles, a través de puertos COM virtuales generados por el bluetooth. También realiza operaciones de mantenimiento para la base de datos de los medidores, configuración del puerto de escucha para el modem GR64 y visualización de operaciones realizadas de lectura, corte o reconexión que se han ejecutado remotamente, tal como se muestra en la siguiente figura 6.22.

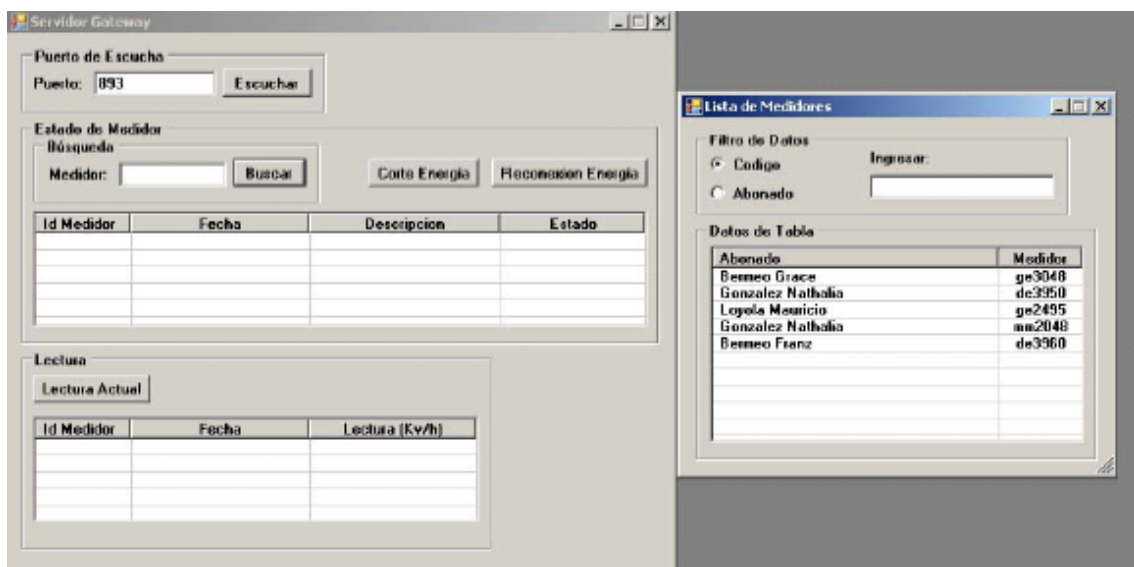


Figura.6.22. Interfaz del Servidor TMR en el centro de Control

6.7.4. Base de Datos.

Se trabaja con una base de datos como es MySQL 5.0 en donde se almacena todo el tráfico generado para los mensajes de textos masivos, notificaciones, corte y reconexiones. Además se guardan la bitácoras de las confirmaciones de las cadenas GPRS que generan los GR64, es decir, el tráfico de red TCP/IP. Cabe mencionar que esta base de datos creada deberá ser utilizada en un inicio en conjunto con la base real de la Empresa Eléctrica, es decir, almacena, procesa y responde de forma automática los mensajes recibidos (SMS) por parte de los usuarios. Conforme se vaya acoplando tanto abonados como empleados al nuevo sistema, se deberá migrar poco a poco toda la lógica a una solo base de datos. Para la administración de la base, se usará el software EMS Manager 2005 que se muestra en la Figura 6.23.

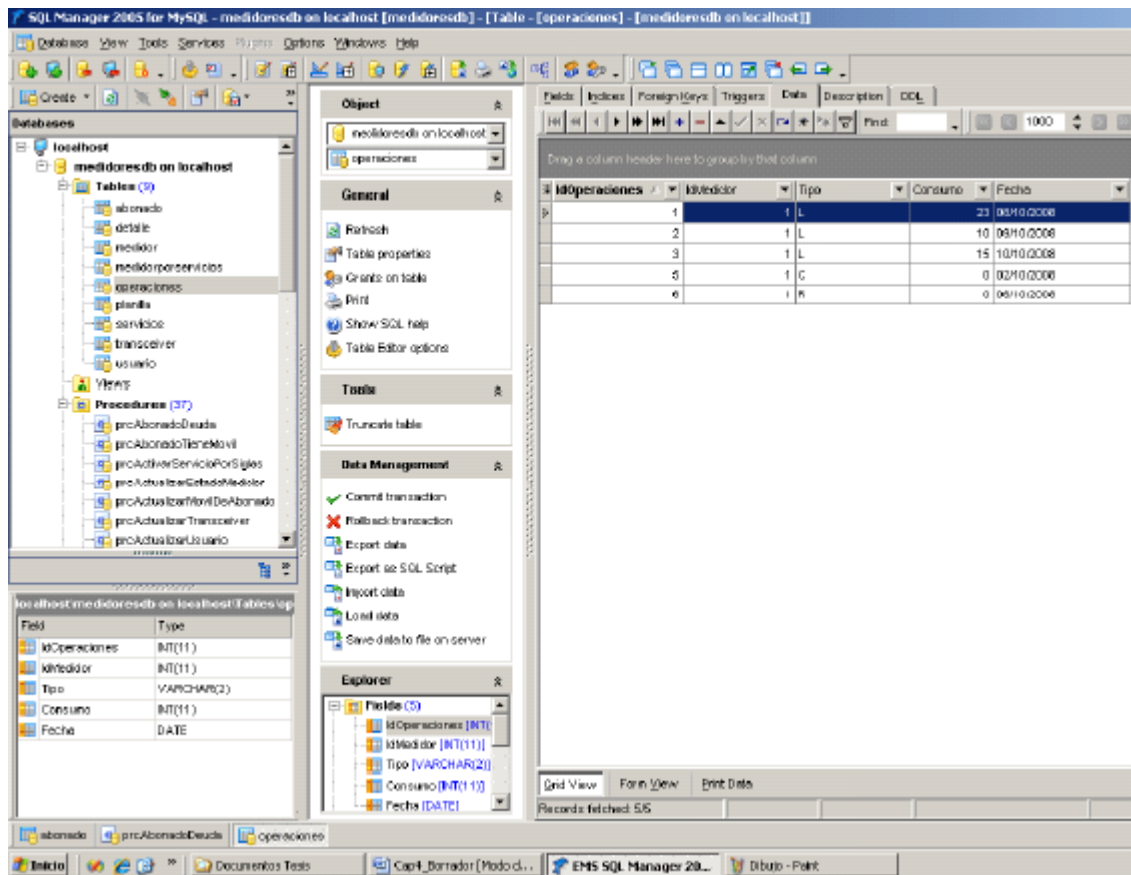


Figura 6.23. Interfaz del EMS Manager donde se administra la Base de Datos del Centro de Control

6.7.4.1. Dispositivo Móvil para lectura, corte y reconexión.

Este dispositivo móvil tiene capacidad para comandos AT es el encargado de enviar las tramas hacia el medidor escogido en el Servidor TMR. Para que el Centro de Control se comunique con el módulo de comunicaciones, necesitaríamos otro módulo GSM GR64 solo así podríamos usar SMS para el envío de mensajes con las ordenes de las operaciones.

Este dispositivo no es un módulo GSM pero por sus características técnicas se lo usa como puerta de salida hacia la Red GSM. Esto se lo logra por medio de una conexión virtual COM entre un dispositivo Bluetooth instalado en la máquina servidor y el Bluetooth del dispositivo, una vez conectados, todas las tramas son enviadas por el Servidor TMR usando comandos AT, el dispositivo reconocerá las ordenes y las enviará como mensaje de texto a través de la red GSM.

6.7.4.2. Circuito de Corte / reconexión.

Este circuito estará conectado con el microcontrolador y en el medidor se instalará en la línea de alimentación, para interrumpir o ceder el paso de la electricidad a la vivienda del abonado y en donde un LED indicador servirá para verificar en qué estado se encuentra, claro está, adicional de comprobar si se tiene o no el servicio disponible.

6.7.5. Comunicación entre centro de control y módulo GR64.

Las comunicaciones entre estos módulos es la Red GSM y el medio de transporte usado es el servicio de mensajes de textos [SMS] ya que toda orden de cualquier tipo enviada desde el Centro de Control hacia el Módulo GR64, es un mensaje de texto. El contenido del mensaje es una cadena con formato, el mismo que al ser recibido por el módulo GR64 es verificado y solo los datos válidos serán enviados al circuito de control, caso contrario no realiza nada.

Para la confirmación de las operaciones, el GR64 enviará tramas a través de la red GPRS, donde el módulo GR64 trabaja con una IP suministrada por la operadora e inicia la comunicación hacia el Centro de Control donde se encuentra el Servidor TMR con

una IP pública abriendo un socket con un puerto de destino para crear el canal por donde enviará las tramas de confirmación.

6.7.6. Comunicación entre módulo GR64 y circuito de control.

En esta parte, el canal de comunicación es el Protocolo RS232. Una vez recibido el mensaje proveniente desde el Centro de Control, el Módulo GR64 abre un puerto UART y envía la trama hacia el microcontrolador que usando su característica de interrupción RS232 recibe los datos y ejecuta la operación solicitada.

Si la operación recibida es L, el microcontrolador sacará de la ROM el último valor almacenado de la lectura del medidor y ese valor es enviado de regreso por UART al módulo GR64 en donde lo recibirá y enviará inmediatamente al Centro de Control. Para los casos de las operaciones C y R, el microcontrolador tiene asignada una salida de control para Corte y otra para Reconexión, de modo que al llegar al microcontrolador la operación, la identifica y envía un voltaje por su respectiva salida.

De la misma forma luego de ejecutar la operación, el microcontrolador enviará una confirmación al módulo GR64 el cual lo recibirá y enviará hacia el Centro de Control.

6.7.7. Comunicación entre el circuito de control y el medidor.

El micro controlador de la familia PIC 16F876 es el responsable de comunicarse con los módulos del circuito de control. Para el caso de la lectura, una de las entradas del microcontrolador le llegará variaciones entre 0 V (si la señal entre los 2 es continua) y 5 V (si la señal es interrumpida) enviadas por los sensores infrarrojos, para que pueda contar y almacenar en ROM. Mientras que para las operaciones de Corte / reconexión tendrán asignadas sus salidas respectivas y voltajes de 0 – 5 V serán enviados desde cada una de ellas hacia un 7400 de puertas NAND que permitirán o restringirán el paso de energía eléctrica al medidor.

Realizaremos cuadros de tiempos de hora-hombre en la realización de las distintas partes de proyecto, además de realizar un cuadro comparativo de la relación costo-beneficio entre el actual proceso manual y la automatización del mismo.

6.7.7. Costo de Diseño.

El costo y la utilización de los diferentes equipos para el diseño de este sistema, para la futura implementación se ha dividido en tres partes:

- a.-** Costo de diseño del circuito digitalización de lecturas, sistema de corte y reconexión.
- b.-** Costo de diseño del módulo de comunicaciones remota utilizando el transceiver GR64 de la Sony Ericsson.
- c.-** Costo del diseño del software del servidor de comunicaciones.

a.- Para la construcción de estos circuitos se escogió usar sensores infrarrojos para la toma de lectura, un triac 12-600 para las operaciones de corte y reconexión y el PIC 16F876 que será el cerebro de todo el módulo de control.

Con estos elementos y equipos, se va a construir una placa como se muestra en la figura 6.24. (anexo 1), con circuitería adicional para la fuente de poder y después de haber realizado un estudio e investigación de como es el comportamiento durante el día y la noche.

b.- Costo del módulo de comunicaciones remota (Transceiver GR64). Se buscó un modem celular que cumpla con las siguientes características.

- Funcione con las bandas de las operadoras que están trabajando en el país, como son PORTA, MOVISTAR y ALEGRO, es decir, que trabajen en la banda 850 y 1900.
- Que tenga entradas y salidas digitales; esto permite integrar con circuitería digital.
- Permita el uso de algún sistema de comunicación serial como es el protocolo RS-232.
- Que permita transmitir y recibir datos en formato SMS.

- Que permita transmitir datos usando tramas GPRS.
- Que sea un producto comercial y sin restricciones de uso.

Con todas estas características se buscó en el Internet productos que puedan cumplir con estas necesidades, se encontraron productos de la familia Sony Ericsson, que nos brinda algunos productos: GR47, GR48 y GR64. Los primeros dos productos GR47 y GR48 en la actualidad se encuentran discontinuos, trabajaban con la banda 850 y 900 y cumplían con todas las características de nuestros requerimientos.

En la actualidad existen modem celulares mejores que los anteriores de la misma familia como es el GR64. De las tres operadoras existentes en el mercado ecuatoriano, PORTA es la brinda información sobre la configuración necesarias para transmitir datos y se adapta a nuestras necesidades, con una tarifa plana de \$0.01 USD por Kilo byte transmitido. La transmisión de datos SMS es posible en cualquier plan, y es recomendable activar paquetes de mensajes ilimitados para que su costo sea económico.

c.- Software del servidor de comunicaciones.

Para el diseño del sistema, se utilizo programación con Sockets para la comunicación TPC/IP con el Módulo de Comunicación, y al tener conocimientos de la tecnología Microsoft, se decidió desarrollar la aplicación en el ambiente Visual Studio .NET 2005.

La elección del motor de la Base de Datos MySql fue por la robustez de la base y por ser compatible con los diferentes equipos que se debe utilizar. Además cabe recalcar que el uso de este software no es libre para Empresas publicas o privadas como en este caso es la Empresa Eléctrica Ambato S.A, el cual se debe adquirir las licencias y los permisos legales de operación al igual que .NET 2005.

Otro punto que consumió tiempo de investigación, era encontrar el modelo ideal de celular para que pueda trabajar con el Servidor de comunicaciones y permita enviar y recibir SMS usando el puerto COM de comunicación del computador. Un paso intermedio que se tuvo que integrar fue la utilización del bluetooth como dispositivo que permite comunicar el teléfono celular con la computadora a través de puertos

virtuales seriales. Para esta tesis la marca del bluetooth fue indiferente, pero si tuvo incidencia la clase, donde la utilizada fue de clase 2.

Por otro lado se tiene que trabajar con paquetes GPRS, definición usada en la operadora celular para transmitir datos, pero en la práctica no es más que tramas TCP/IP. El servidor , debe tener un socket que esté escuchando por un puerto específico la transmisión de datos y que tenga una IP pública, de otra manera nuestro paquete de datos enviado por el GR64 nunca se lo podrá recibir.

Los costos de la futura implementación, se refieren netamente a los costos económicos de los equipos que se van a utilizar para este proyecto, con datos reales y actuales a la fecha y elaboración de esta tesis, estos costos se los puede clasificar en diferentes grupos:

Costos de hardware.- Todos los equipos y materiales que se van a utilizar, como son: Transceiver GR64, dispositivo móvil, bluetooth, medidor, sensores infrarrojos, circuitería en general, etc.

Costo de software.- Todas las licencias que se tienen que comprar, que para nuestro caso, los lenguajes utilizados y la base de datos MySQL.

Costo del servicio de comunicaciones.- La telefonía celular es un servicio de comunicaciones que tiene a su vez una serie de servicios que ofrecen con costos como son: paquetes de mensajes de textos, paquetes de transmisión de datos GRPS. También tiene un costo el alquiler del Internet, como medio para intercambiar datos con los paquetes GPRS.

Los costos de Hardware, software y mano de obra son únicos al inicio de la implementación del proyecto, solo los costos de transmisión de datos se repetirían de manera mensual.

6.7.8. Usuarios Potenciales

Debido al alto costo operativo que representa actualizar cada medidor electro mecánico, para que realice operaciones remotas de lectura, corte y reconexión, lo más recomendable es buscar un mecanismo que minimice el impacto económico por la implementación.

La implementación en un comienzo sería puesta para los abonados de los bloques de departamentos donde encontraremos un banco de medidores y donde un solo GR64 será el encargado de recibir los datos y direccionarlos a cada uno de ellos. Otro tipo de abonados a los que se les debería escoger son los llamados de tarifa Industrial, ya que a ellos se los debe de monitorear las 24 horas del día y realizar su cálculo del valor del kilo watt hora de acuerdo a la hora que se realizó el consumo.

Con la implementación de este sistema en un lugar apartado de la ciudad, donde existe un porcentaje de pérdidas no técnicas de energía eléctrica o fraude por parte del consumidor, se va a tener un control sobre estos clientes, para ello se tomo como referencia del estudio, una cantidad de 1000 usuarios que existen dentro de la provincia de Tungurahua.

6.8 Administración

Recursos Institucionales:

- Empresa eléctrica Ambato S.A.
- Corporación Nacional de Telecomunicaciones (Chimborazo).
- Universidad Técnica de Ambato.

Talentos Humanos:

PERSONA	CARGO
Ing. Jaime Astudillo	Presidente Ejecutivo de la empresa eléctrica Ambato S.A
Ing. Héctor Bustos	Director del departamento comercial.
Ing. Mauricio Marín	Jefe de Sección 3, Control de pérdidas.
Ing. Julio cuji	Asesor del proyecto tesis.

Tabla 6.4. Talentos Humanos

Costos de mano de obra:

DESCRIPCION	HORAS/HOMBRE (h/H)
Circuito digitador de lectura	110
Circuito de corte y reconexión	120
Programar PIC 16F876	90
Pruebas de la placa integrada con el medidor	40
Instalación del transceiver GR64 y comandos AT	50
Instalación del circuito en los medidores	960
Pruebas de transmisión de datos SMS	60
Pruebas de transmisión de datos GPRS	120
Pruebas de comunicación con el PIC16F876	100
Pruebas de la placa impresa GR64	40
TOTAL	1.690

Tabla 6.5. Costo del diseño del Circuito digitador, corte y reconexión.

Costos financieros

DETALLE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
Transceiver GR64	4	250	1000,00
Circuiteria General	1000	47	47.000,00
Licencia de software	1	45.000	45.000,00
Mano de obra	1690 (h/H)	5	8.450,00
Celular con bluetooth	1	200	200,00
Bluetooth MSI clase 2	1	27	27,00
Internet banda ancha.	84	30	2520,00
Paquetes de mensajes ilimitados.	84	13	1092,00
TOTAL			105.289,00

Tabla 6.6. Resumen de costos de Implementación

6.9. Previsión de la evaluación

En este cuadro se observa las acciones programadas de cómo se va a realizar el monitoreo del sistema de lectura, corte y reconexión de la empresa eléctrica Ambato S.A.

ACCIONES PROGRAMADAS
Presentar a las autoridades pertinentes el diseño del sistema
Evaluación técnica de la utilización de los equipos utilizados
Conocer falencias de las interconexiones entre los equipos propuestos
Dar una evaluación técnica y económica sobre el software que se empleara en el diseño
Aplicar correctivos y mejoras al sistema de lectura, corte y reconexión
Presentar y defender la propuesta del nuevo diseño a las autoridades pertinentes

Tabla 6.7. Acciones programadas para el sistema de lectura, corte y reconexión.

Recuperación de la Inversión.

En la elaboración de este cuadro se tomo datos reales de la Empresa, el cual en la Provincia de Tungurahua existe aproximadamente una cantidad de 170.000 usuarios, de los cuales mensualmente se realiza cerca de 13000 cortes o reconexiones del servicio.

Para nuestro caso se elaboro los pertinentes procesos matemáticos ya que el sistema está orientado para un grupo de 1000 usuarios, donde se considero que las perdidas no técnicas de Energía Eléctrica en determinados sectores rurales de la provincia de Tungurahua, en los que el índice de fraude está entre el 10 y el 20 %, los mismos que tienen un consumo promedio de 80 -100 Kwh/mes, se llego a obtener los siguientes valores como se muestra en la tabla 6.8.

DETALLE	CANTIDAD X (MES)	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
CORTE	77	0,81	62,37
RECONEXIÓN	77	0,94	72,38
NOTIFICACIONES	154	0,10	15,4
LECTORES (Tomadas en los sectores más alejados)	1000	0,21	210
PÉRDIDAS NO TÉCNICAS DE ENERGÍA	9600 Kwh	0,0932	894,72
TOTAL			1.254,87

Tabla 6.8. Estimación de gastos mensuales.

Tomando en cuenta que este valor se recuperara mensualmente tenemos:

$$1.254,87 \$ * 12 = 15.058,44$$

$$15.058,44 * 7 = \mathbf{105.409,08 \$}$$

Con una inversión de **105.289,00 \$** que se recuperaran en el transcurso del séptimo año.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo presentamos todas las conclusiones obtenidas a través del diseño del sistema, así como también varias recomendaciones para el perfecto funcionamiento operativo y mejoras en la infraestructura del proyecto.

1. El GR64 está en capacidad de transmitir hasta 1275 bytes por el puerto UART por lo que estará en capacidad para controlar más de un Módulo de Control ya que éste será el que ira incorporado en el medidor electromecánico. Es por esta razón que en primera instancia nuestro proyecto se lo recomienda para los abonados que viven en bloques de departamentos ya que aquí en planta baja esta un banco de medidores correspondiente a cada uno de los departamentos.

2. Para el caso del Centro de control, en lugar de usar un teléfono móvil, para tener una implementación tecnológica adecuada, se lo reemplazará por un módulo GR64 de las mismas características que el ubicado en el Módulo de Comunicación del lado del abonado. Así se dará una mejor imagen ya que al estar un teléfono móvil del lado de la Empresa Eléctrica, puede generar desconfianza en la funcionalidad del proyecto.

3. Para el caso de administrar varios medidores, se podría adicionar un módulo con ROM externa usando otro PIC de la familia 16F8X para que en este se almacene de manera remota los códigos de los medidores a los cuales el GR64 va a controlar, de ésta forma cada vez que se envíe una trama de datos con el código del medidor desde el servidor TMR, el GR64 la recibirá y verificará el código enviado y enviará sin error la orden cualesquiera que ésta sea al medidor.

4. Los mensajes de textos además son usados para enviar a los clientes notificaciones sobre acciones de corte o reconexión con 1 día de anticipación, a fin de proteger sus electrodomésticos. Además, el abonado podrá realizar consultas en línea de su valor

pendiente de pago o consultar el código asignado a su medidor, enviando un mensaje dirigido al Servidor TMR el cual esta sincronizado con el teléfono móvil que receptorá el mensaje y contestará automáticamente lo solicitado.

5. Al ser un servicio en tiempo real, con la implementación de nuestro proyecto se podrá mejorar el servicio hacia los abonados ya que estos podrán consultar su saldo pendiente, así como también se les informará con tiempo el corte de energía para evitar cualquier tipo de molestia. Por otro lado, la empresa eléctrica se beneficiará enormemente ya que no necesitará del factor humano para realizar las operaciones de corte y reconexión del servicio, reduciendo sus gastos operativos y toda la información se almacenará directamente en la base de datos evitando así la digitalización de las tomas de lecturas que se da actualmente.

6. Elegimos un AMR de red para sacar provecho a la red GSM/GPRS, que las tres operadoras de telefonía móvil vigentes en nuestro país usan para dar sus servicios de SMS y transmisión de datos. Además, su cobertura en la actualidad llega a los rincones más alejados lo cual beneficia a nuestro proyecto.

7. La infraestructura puesta para nuestro proyecto puede ser mejorada para el caso del envío de datos desde el Servidor TMR hacia el Módulo GR64. Para esto, se deberá hacer contrato con la operadora celular para adquirir un SIM con IP pública, con esto la transmisión de datos sería totalmente red GPRS.

8. Al usar la red celular para la transmisión de los datos, tendremos una ejecución de las órdenes de corte, reconexión y solicitud de lectura en un intervalo entre 4 a 7 segundos, lo que podríamos considerar que el servicio que se ofrecerá a los abonados en donde se implemente nuestro proyecto es en línea.

9. La ventaja de usar la red GPRS es la movilidad, ninguna otra forma de comunicación permite transmitir datos desde 100 sitios en el mismo día o transmitir datos mientras vas en movimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Internet

Corriente Eléctrica:

- http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_el%C3%A9ctrica
- <http://www.monografias.com/trabajos11/coele/coele.shtml>
- http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_corriente_electrica/ke_corriente_electrica_1.htm-

Redes de computación:

- http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_computadoras
- <http://apuntes.rincondelvago.com/redes-de-computacion.html>
- <http://www.monografias.com/Computacion/Redes/>
- [http://www.docstoc.com/docs/1898467/Todo-sobre-redes-de-computacion.](http://www.docstoc.com/docs/1898467/Todo-sobre-redes-de-computacion)

Redes inalámbricas:

- [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Global_para_las_Comunicaciones_M%C3%B3viles.](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Global_para_las_Comunicaciones_M%C3%B3viles)
- [http://html.rincondelvago.com/gsm_1.html.](http://html.rincondelvago.com/gsm_1.html)
- [http://www.gulic.org/node/1176.](http://www.gulic.org/node/1176)
- [http://www.tafyesa.com/servicios/comunicaciones/caracteristicas-red-GPRS.html.](http://www.tafyesa.com/servicios/comunicaciones/caracteristicas-red-GPRS.html)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio_general_de_paquetes_v%C3%ADa_radio.](http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio_general_de_paquetes_v%C3%ADa_radio)
- [http://www.monografias.com/trabajos15/telefoniamovil/telefoniamovil.shtml.](http://www.monografias.com/trabajos15/telefoniamovil/telefoniamovil.shtml)
- [http://es.kioskea.net/contents/telephonie-mobile/reseaux-mobiles.php3.](http://es.kioskea.net/contents/telephonie-mobile/reseaux-mobiles.php3)
- <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/microchip/33023a.pdf>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/MySQL-](http://es.wikipedia.org/wiki/MySQL)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/rs232.](http://en.wikipedia.org/wiki/rs232)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Telemetry.](http://en.wikipedia.org/wiki/Telemetry)

- <http://en.wikipedia.org/wiki/GSM>.
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio de mensajes cortos](http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio_de_mensajes_cortos)

Telefonía móvil:

- http://es.wikipedia.org/wiki/Telefon%C3%ADa_m%C3%B3vil
- <http://www.yoigo.com/>
- http://www.google.es/images?hl=es&q=telefonía+móvil&um=1&ie=UTF-8&source=univ&ei=mh8zTMzMMcP98AbU2LTICw&sa=X&oi=image_result_group&ct=title&resnum=7&ved=0CFMQsAQwBg
- <http://elmundano.wordpress.com/2008/03/06/bond-en-el-barrio/>
- <http://www.gsm-modem.de/gprs-module.html>.

REFERENCIAS

- [1] BALLESTEROS, Ernesto, La Corriente Eléctrica, Hiares Editorial, S.A., 1985 – 8, paginas 123/4.
- [2] ENRIQUEZ Gilberto, Fundamentos de instalaciones eléctricas de media y alta Tensión, Editorial LIMUSA, S.A, GRUPO NORIEGA EDITORES, pagina 234.
- [3] HERRERA, Enrique, Tecnologías y Redes de transmisión de datos, LIMUSA, S.A, GRUPO NORIEGA EDITORES, pagina 178.
- [4] MARTINEZ, Jorge, Redes de Comunicaciones, Editorial de la UPV, camino de Vera, s/n, paginas 234/5.

- [5] Glosario de telecomunicaciones: "bot" (en inglés)». Alliance for Telecommunications Solutions (28 de febrero de 2001). Tomado la definición de la página de internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/telecomunicaciones>.

- [6] Tomado de la página de Internet de la Universidad de Madrid <http://www.ucm.es/>

GLOSARIO

UMTS:	Universal Mobile Telecommunication System Sistema de Telecomunicación Móvil Universal
AMPS:	Advanced Mobile Phone System Sistema de telefonía móvil avanzado
CDMA:	Code División Múltiple Access Acceso Múltiple por División de Código
TDMA:	Time División Múltiple Access Acceso Múltiple por División de Tiempo
FDMA:	Frequency División Múltiple Access Acceso Múltiple por División de Frecuencia
VSAT:	Very Small Aperture Terminal Terminal de Apertura Muy Pequeño
GEO:	Geostacionary Earth Orbit Orbita de la tierra Geoestacionaria
LEO:	Low Earth Orbit Orbita de la Tierra Baja
MEO:	Medium Earth Orbit Orbita de la Tierra Media
FDD:	Frequency Division Duplex Frecuencia de división Duplex
TDD:	Time División Duplex Tiempo de División Duplex
PDC:	Personal Digital Communications Comunicación Digital Personal
PCS:	Personal Communication Services Servicios de Comunicación Personal
WAP:	Wireless application Protocol Protocolo de Aplicación Inalámbrica
WWW:	World Wide Web
DTE:	Date Terminal Team Equipo Terminal de Datos

DCE:	Date Communication Team Equipo de comunicación de Datos
EIA:	Electronics Industry Association Asociación de Industrias Electrónicas
GSM:	Global System for Mobile Communications. Sistema Global para Comunicaciones Móviles.
GPRS:	General Packet Radio Service. Servicio general de paquetes vía radio.
SMS:	Short Message Service. Servicio de Mensaje Corto.
TMR:	Abreviatura de Telemedición Remota.
AMR:	Automatic Meter Reading. Sistemas para Lectura Automática de Medidores.
GR64:	GSM/GPRS Modem. Modem para conexión con red GSM/GPRS.
UART:	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter Protocol. Protocolo Transmisor-Receptor Asíncrono Universal.
RS232:	Interfaz para el intercambio de datos binarios.
M2M:	Machine to Machine, intercambio de información entre 2 máquinas remotas.
TCP/IP:	Transmisión-Control-Protocol/Internet Protocol. Protocolo de Control de Transmisión / protocolo de Internet.
EDGE:	Enhanced Data rates for GSM of Evolution. Tasas de Datos Mejoradas para la evolución de GSM.
MySQL:	Es un sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y Multiusuario.
GPS:	Global Positioning System Sistema de Posicionamiento Global
BCCH:	Broadcast Control Channel Canal de Control de Transmisión
FCCH:	Frequency Control Channel Canal de Control de Frecuencia

SIM:	Modulate Subscriber Identity Modulo Suscriptor de identidad
BCCH:	Broadcast Channels Canales de Difusión
FCCH:	Frequency Control Channel Canal de Control de Frecuencia
SCCH:	Synchronization Control Channel Canal de Control de Sincronismo
CBC:	Cell Broadcast Channels Canales de Difusión Celular
BTS:	Base Transceiver Station Estación Base de telefonía móvil
MIA:	Modulo de Identificación del Abonado
BTC:	Central de Estación Base
MSC:	Central de Switcheo Móvil
PSTN:	Public switched telephone network Red telefónica publica conmutada
TM:	Terminal Móvil
FIFO:	First In, First Out Primero en entrar, Primero en Salir
SIM CARD:	Subscriber Identify Module. Módulo de Identificación del Suscriptor.

ANEXOS

Anexo 1

DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE MEMORIA DE CONTROL

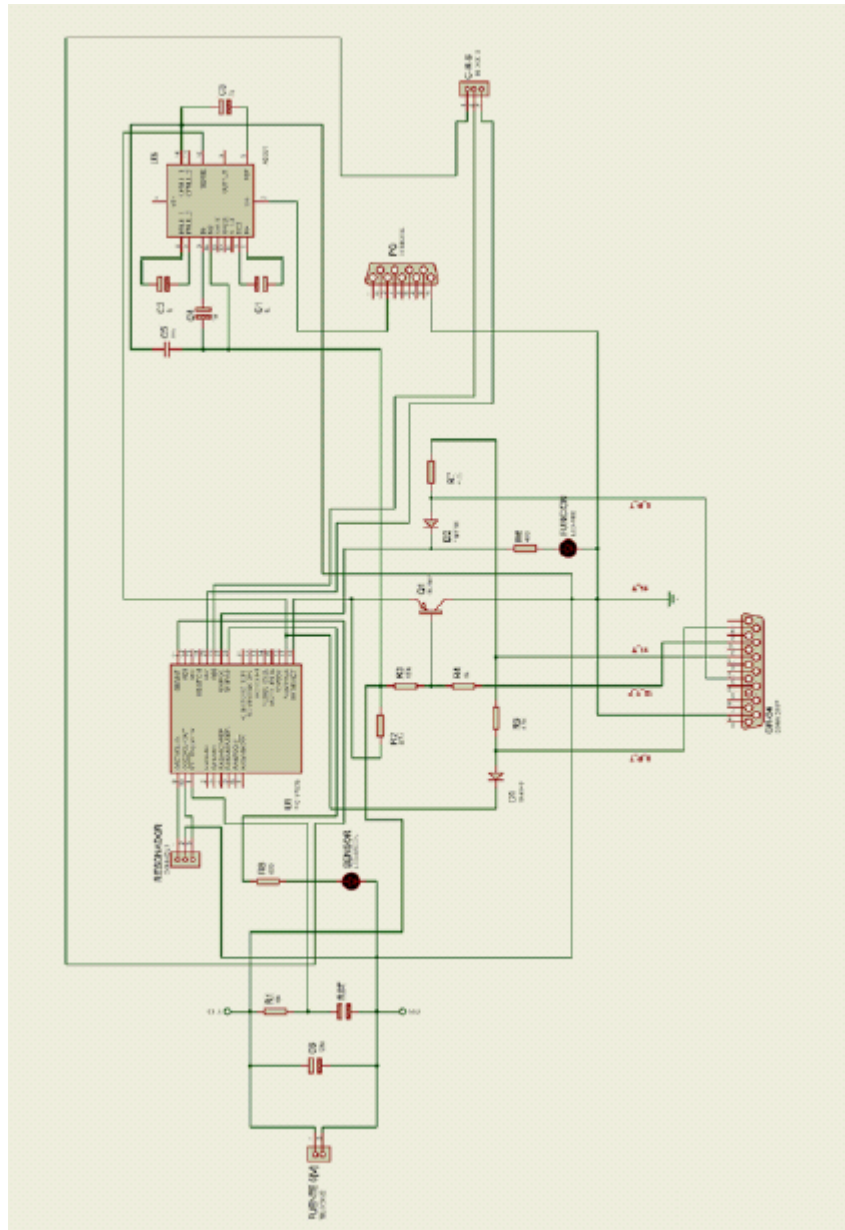


Figura 6.24. Circuito de memoria de control

DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE FUERZA

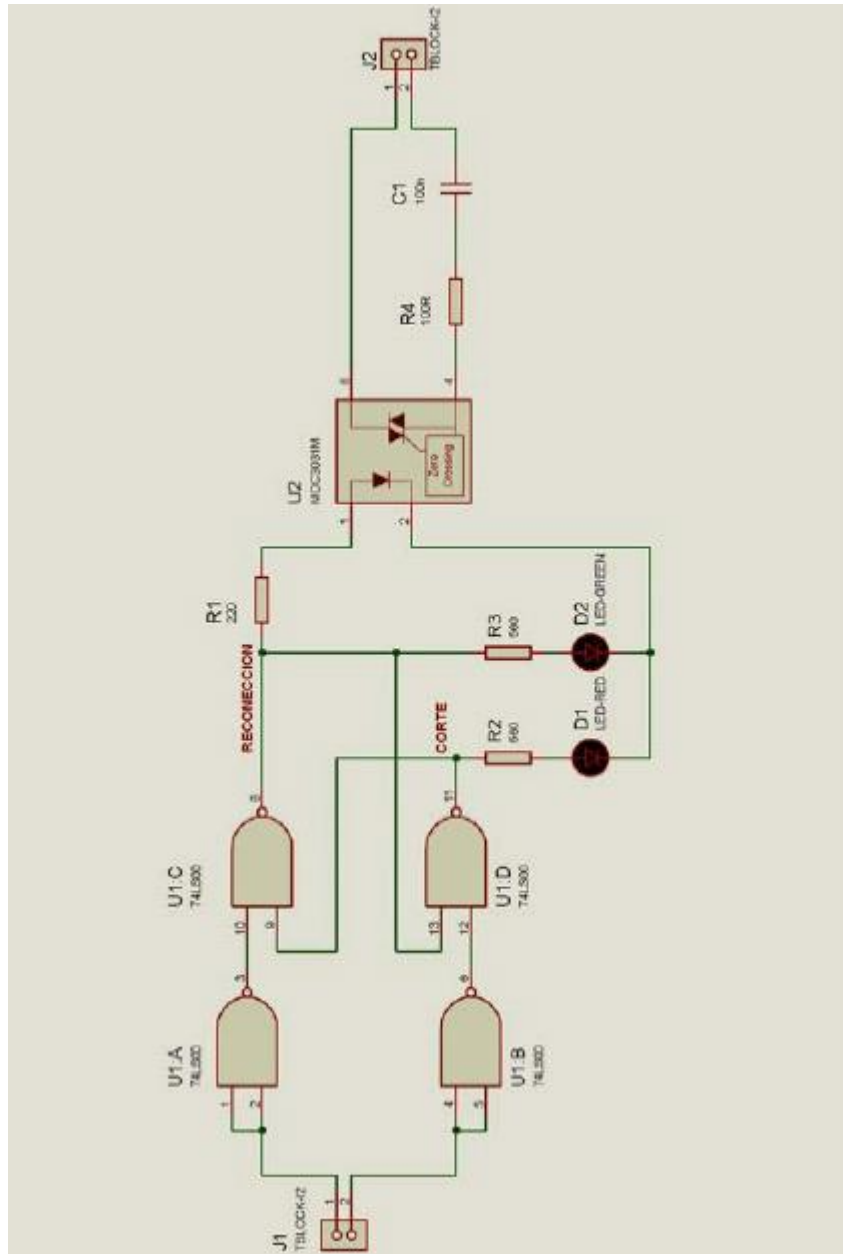


Figura 6.25. Diagrama de circuito de fuerza

DIAGRAMA DE LECTURA POR SENSOR

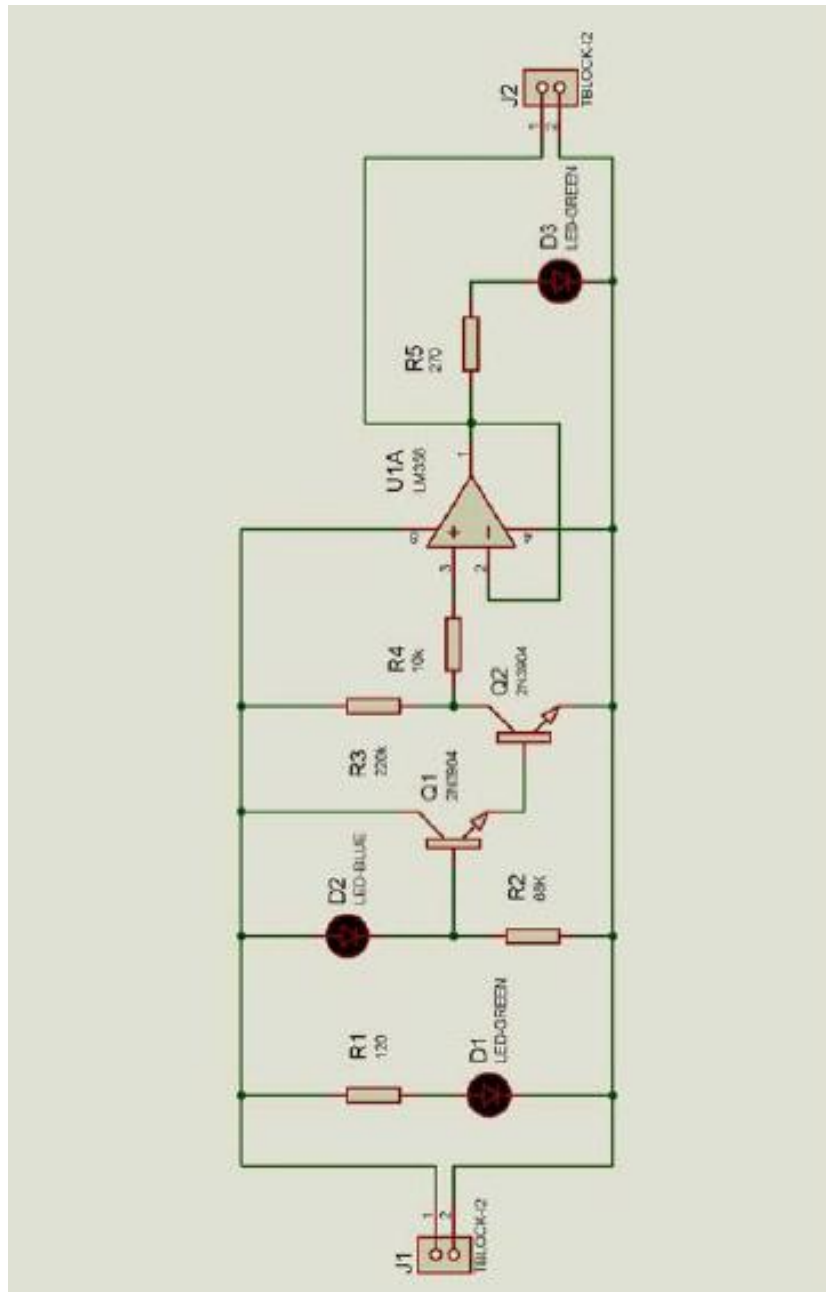


Figura 6.26. Diagrama de lectura por sensor

Anexo 2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

Entrevista dirigida al tutor de la Empresa Eléctrica Ambato S.A. para recabar información con respecto a la implantación de un sistema de control automático de medidores de energía eléctrica, para la lectura, corte y reconexión a través de las redes GSM/GPRS, en la empresa eléctrica Ambato S.A.

Los datos consignados en esta entrevista son confidenciales y solo se utilizarán para los fines señalados.

Cuestionario:

1.- ¿El sistema actual de toma de lecturas, corte y reconexión en la empresa eléctrica Ambato S.A es?

BUENA ()

MALA ()

REGULAR ()

2.- ¿Se ha tenido errores humanos en la toma de lecturas en los medidores eléctricos últimamente?

SI ()

NO ()

3.- ¿Ha existido reclamos por parte de los usuarios por una mala facturación o servicio?

SIEMPRE ()

A VECES ()

NUNCA ()

4.- ¿Se ha registrado pérdidas económicas por concepto de facturación en la EEASA?

SI ()

NO ()

5.- ¿El tiempo que se demora para la reconexión del servicio eléctrico es?

MENOS DE UN DIA ()

UN DIA ()

MAS DE UN DIA ()

6.- ¿El servicio que brinda el personal de lectura, corte y reconexión en la empresa eléctrica es?

BUENO ()

MALO ()

REGULAR ()

7.- ¿Ha existido errores humanos en la digitalización de las lecturas?

SI ()

NO ()

8.- ¿El costo operativo en el sistema de lectura, corte y reconexión en la EEASA es?

ALTO ()

MEDIO ()

BAJO ()

9.- ¿Últimamente ha existido demoras en las notificaciones del valor facturado, (entrega de la factura)?

SI ()

NO ()

10.- ¿Cuántos días se demora un lector para tomar los datos de las rutas asignadas?

1 DIA ()

2 DIAS ()

3 DIAS ()

Anexo 3

ENTREVISTA

Pregunta 1.- ¿Existen novedades al momento de la toma de lecturas SI, NO, explique?

.....
.....
.....

Pregunta 2.- ¿Cuáles son los problemas que existen al momento de realizar una reconexión?

.....
.....
.....

Pregunta 3.- ¿Cuántos cortes se realiza mensualmente?

.....
.....
.....

Pregunta 4.- ¿Cuántas reconexiones se realiza mensualmente?

.....
.....
.....

Pregunta 5.- ¿Cuántas personas se utiliza para realizar los procesos de corte y reconexión?

.....
.....
.....

Pregunta 6.- ¿Qué tiempo se demora en la reconexión del servicio Eléctrico?

.....
.....
.....

Pregunta 7.- ¿Cuántas lecturas toma un lector mensualmente?

.....
.....
.....

Pregunta 8.- ¿Qué tiempo se demora un lector en tomar las lecturas de una ruta asignada?

.....
.....
.....

Anexo 4 Descripción y distribución de los pines del MODEM GR64

Pin	Name	Direction	Function	PIN Connection Required
1	VCC	Input	DC power	Yes
2	GND	-	Ground	Yes
3	VCC	Input	DC power	Yes
4	GND	-	Ground	Yes
5	VCC	Input	DC power	Yes
6	GND	-	Ground	Yes
7	VCC	Input	DC power	Yes
8	GND	-	Ground	Yes
9	VCC	Input	DC power	Yes
10	GND	-	Ground	Yes
11	CHG_IN	Input	Battery charger power	
12	GND	-	Ground	Yes
13	ADIN4	Input	ADC Input 4	
	GPIO5	In/Out	General purpose IO	
14	ON/OFF	Input	Device on/off control	Yes
15	SIMVCC	Output	1.8V or 3.0V SIM card supply	Yes ¹
16	SIMDET	Input	SIM presence detection	Yes ¹
17	SIMRST	Output	SIM card reset signal	Yes ¹
18	SIMDAT	In/Out	SIM card data	Yes ¹
19	SIMCLK	Output	SIM card clock signal	Yes ¹
20	DAC	Output	Pulse width modulated signal	
21	GPIO1	In/Out	General purpose IO	
22	GPIO2	In/Out	General purpose IO	
23	GPIO3	In/Out	General purpose IO	
24	GPIO4	In/Out	General purpose IO	
25	VRTC	Input	DC supply for real time clock	
26	ADIN1	Input	ADC Input 1	
27	ADIN2	Input	ADC Input 2	
28	ADIN3	Input	ADC Input 3	
29	SDA	In/Out	I ² C data	
30	SCL	Output	I ² C clock signal	
31	BUZZER	Output	Buzzer Output	
32	DSR1	Output	Data Set Ready (UART1)	Yes ²
	GPIO7	In/Out	General purpose IO	
33	LED	Output	LED control signal	
	GPIO6	In/Out	General purpose IO	
34	VREF	In (Out)	Core voltage reference	Yes

Pin	Name	Direction	Function	PIN Connection Required
35	TX_ON	Output	Transmit indication	
36	RI	Output	Ring Indicator	
	GPIO8	In/Out	General purpose IO	
37	DTR1	Input	Data Terminal Ready (UART1)	Yes ²
	GPIO10	In/Out	General purpose IO	
38	DCD1	Output	Data Carrier Detect (UART1)	
	GPIO11	In/Out	General purpose IO	
39	RTS1	Input	Ready To Send (UART1)	Yes ²
	GPIO9	In/Out	General purpose IO	
40	CTS1	Output	Clear To Send (UART1)	Yes ²
	GPIO12	In/Out	General purpose IO	
41	DTM1	Input	Data To Module from host (UART1)	Yes ³
42	DFM1	Output	Data From Module to host (UART1)	Yes ³
43	DTM3	Input	Data To Module from host (UART3)	
44	DFM3	Output	Data From Module to host (UART3)	
45	USBDP	In/Out	USB data positive	Yes ⁴
46	USBDN	In/Out	USB data negative	Yes ⁴
47	SSPD TM	Input	Serial PCM data to module from host	
48	SSPDFM	Output	Serial PCM data from module to host	
49	VUSB	Input	USB DC power	Yes ⁴
50	ALARM	Output	RTC alarm	
51	SSPF S	In/Out	Serial PCM frame synchronization	
52	SSPCLK	In/Out	Serial PCM clock	

Tabla 6.1. Descripción y distribución de los pines del MODEM GR64



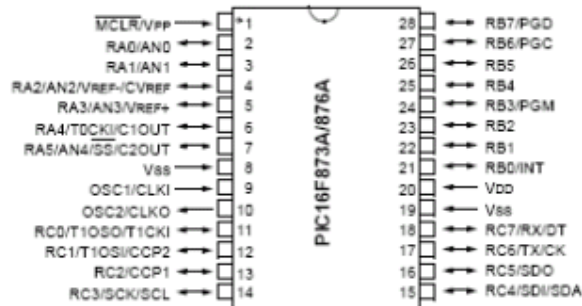
PIC16F87XA
Data Sheet

28/40/44-Pin Enhanced Flash
Microcontrollers

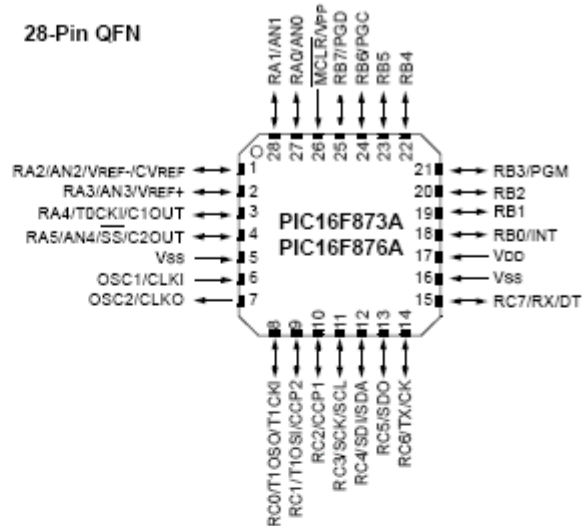
PIC16F87XA

Pin Diagrams

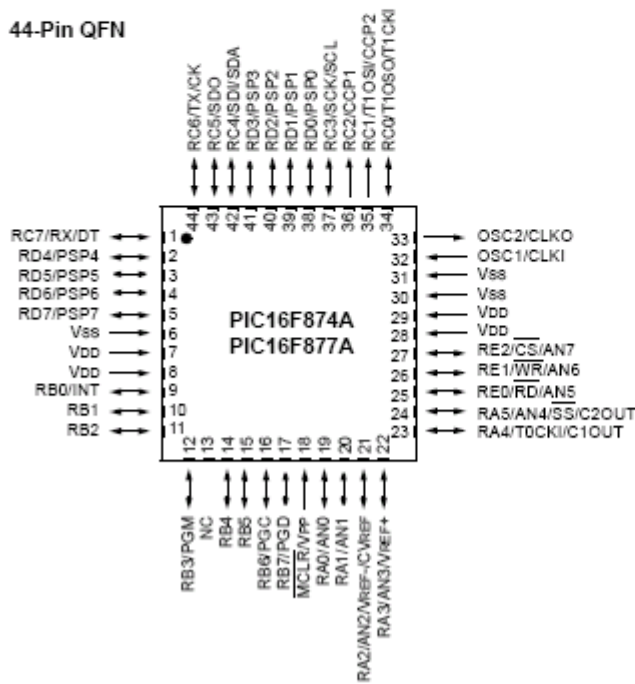
28-Pin PDIP, SOIC, SSOP



28-Pin QFN



44-Pin QFN



PIC16F87XA

1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device specific information about the following devices:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

PIC16F873A/876A devices are available only in 28-pin packages, while PIC16F874A/877A devices are available in 40-pin and 44-pin packages. All devices in the PIC16F87XA family share common architecture with the following differences:

- The PIC16F873A and PIC16F874A have one-half of the total on-chip memory of the PIC16F876A and PIC16F877A
- The 28-pin devices have three I/O ports, while the 40/44-pin devices have five
- The 28-pin devices have fourteen interrupts, while the 40/44-pin devices have fifteen
- The 28-pin devices have five A/D input channels, while the 40/44-pin devices have eight
- The Parallel Slave Port is implemented only on the 40/44-pin devices

The available features are summarized in Table 1-1. Block diagrams of the PIC16F873A/876A and PIC16F874A/877A devices are provided in Figure 1-1 and Figure 1-2, respectively. The pinouts for these device families are listed in Table 1-2 and Table 1-3.

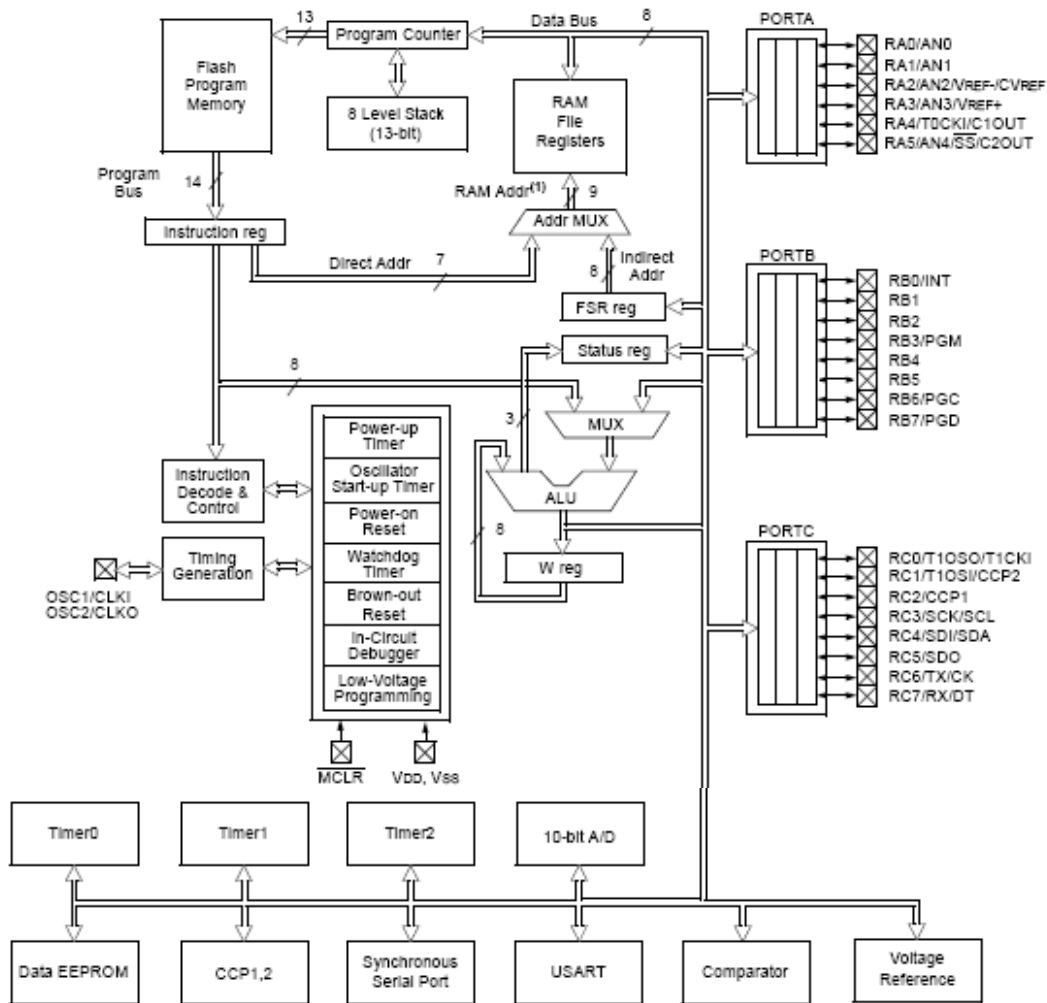
Additional information may be found in the PICmicro® Mid-Range Reference Manual (DS33023), which may be obtained from your local Microchip Sales Representative or downloaded from the Microchip web site. The Reference Manual should be considered a complementary document to this data sheet and is highly recommended reading for a better understanding of the device architecture and operation of the peripheral modules.

TABLE 1-1: PIC16F87XA DEVICE FEATURES

Key Features	PIC16F873A	PIC16F874A	PIC16F876A	PIC16F877A
Operating Frequency	DC – 20 MHz	DC – 20 MHz	DC – 20 MHz	DC – 20 MHz
Resets (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
Flash Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory (bytes)	128	128	256	256
Interrupts	14	15	14	15
I/O Ports	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Analog Comparators	2	2	2	2
Instruction Set	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions
Packages	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN

PIC16F87XA

FIGURE 1-1: PIC16F873A/876A BLOCK DIAGRAM



Device	Program Flash	Data Memory	Data EEPROM
PIC16F873A	4K words	192 Bytes	128 Bytes
PIC16F876A	8K words	368 Bytes	256 Bytes

Note 1: Higher order bits are from the Status register.

PIC16F87XA

TABLE 1-2: PIC16F873A/876A PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	PDIP, SOIC, SSOP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKI OSC1 CLKI	9	6	I I	ST/CMOS ⁽³⁾	Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode; otherwise CMOS. External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins).
OSC2/CLKO OSC2 CLKO	10	7	O O	—	Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP MCLR VPP	1	26	I P	ST	Master Clear (Input) or programming voltage (output). Master Clear (Reset) input. This pin is an active low Reset to the device. Programming voltage input.
RA0/AN0 RA0 AN0	2	27	I/O I	TTL	PORTA is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Analog Input 0.
RA1/AN1 RA1 AN1	3	28	I/O I	TTL	
RA2/AN2/VREF-/ CVREF RA2 AN2 VREF- CVREF	4	1	I/O I I O	TTL	
RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+	5	2	I/O I I	TTL	
RA4/T0CKI/C1OUT RA4 T0CKI C1OUT	6	3	I/O I O	ST	
RA5/AN4/SS/C2OUT RA5 AN4 SS C2OUT	7	4	I/O I I O	TTL	

Legend: I = Input O = output I/O = input/output P = power
 — = Not used TTL = TTL Input ST = Schmitt Trigger Input

- Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured as the external interrupt.
 2: This buffer is a Schmitt Trigger Input when used in Serial Programming mode.
 3: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

PIC16F87XA

TABLE 1-2: PIC16F873A/876A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)

Pin Name	PDIP, SOIC, SSOP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RB0/INT RB0 INT	21	18	I/O I	TTL/ST ⁽¹⁾	PORTB is a bidirectional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-ups on all inputs. Digital I/O. External interrupt.
RB1	22	19	I/O	TTL	Digital I/O.
RB2	23	20	I/O	TTL	Digital I/O.
RB3/PGM RB3 PGM	24	21	I/O I	TTL	Digital I/O. Low-voltage (single-supply) ICSP programming enable pin.
RB4	25	22	I/O	TTL	Digital I/O.
RB5	26	23	I/O	TTL	Digital I/O.
RB6/PGC RB6 PGC	27	24	I/O I	TTL/ST ⁽²⁾	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming clock.
RB7/PGD RB7 PGD	28	25	I/O I/O	TTL/ST ⁽²⁾	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming data.
RC0/T1OSO/T1CKI RC0 T1OSO T1CKI	11	8	I/O O I	ST	PORTC is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Timer1 oscillator output. Timer1 external clock input.
RC1/T1OSI/CCP2 RC1 T1OSI CCP2	12	9	I/O I I/O	ST	Digital I/O. Timer1 oscillator input. Capture2 input, Compare2 output, PWM2 output.
RC2/CCP1 RC2 CCP1	13	10	I/O I/O	ST	Digital I/O. Capture1 input, Compare1 output, PWM1 output.
RC3/SCK/SCL RC3 SCK SCL	14	11	I/O I/O I/O	ST	Digital I/O. Synchronous serial clock input/output for SPI mode. Synchronous serial clock input/output for I ² C mode.
RC4/SDI/SDA RC4 SDI SDA	15	12	I/O I I/O	ST	Digital I/O. SPI data in. I ² C data I/O.
RC5/SDO RC5 SDO	16	13	I/O O	ST	Digital I/O. SPI data out.
RC6/TX/CK RC6 TX CK	17	14	I/O O I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous transmit. USART1 synchronous clock.
RC7/RX/DT RC7 RX DT	18	15	I/O I I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous receive. USART synchronous data.
Vss	8, 19	5, 6	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	20	17	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: I - Input O - output I/O - Input/output P - power
 — - Not used TTL - TTL Input ST - Schmitt Trigger Input

- Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured as the external interrupt.
 2: This buffer is a Schmitt Trigger Input when used in Serial Programming mode.
 3: This buffer is a Schmitt Trigger Input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS Input otherwise.

MOC3031M MOC3032M MOC3033M MOC3041M MOC3042M MOC3043M

DESCRIPTION

The MOC303XM and MOC304XM devices consist of a AlGaAs infrared emitting diode optically coupled to a monolithic silicon detector performing the function of a zero voltage crossing bilateral triac driver.

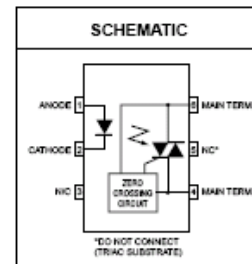
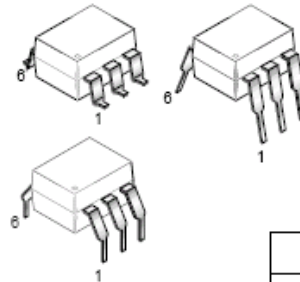
They are designed for use with a triac in the interface of logic systems to equipment powered from 115 VAC lines, such as teletypewriters, CRTs, solid-state relays, industrial controls, printers, motors, solenoids and consumer appliances, etc.

FEATURES

- Simplifies logic control of 115 VAC power
- Zero voltage crossing
- dv/dt of 2000 V/ μ s typical, 1000 V/ μ s guaranteed
- VDE recognized (File # 94766)
- ordering option V (e.g., MOC3043VM)

APPLICATIONS

- Solenoid/valve controls
- Static power switches
- Temperature controls
- AC motor starters
- Lighting controls
- AC motor drives
- E.M. contactors
- Solid state relays



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)				
Parameters	Symbol	Device	Value	Units
TOTAL DEVICE				
Storage Temperature	T_{STG}	All	-40 to +150	$^\circ\text{C}$
Operating Temperature	T_{OPR}	All	-40 to +85	$^\circ\text{C}$
Lead Solder Temperature	T_{SOL}	All	260 for 10 sec	$^\circ\text{C}$
Junction Temperature Range	T_J	All	-40 to +100	$^\circ\text{C}$
Isolation Surge Voltage ⁽¹⁾ (peak AC voltage, 60Hz, 1 sec duration)	V_{ISO}	All	7500	Vac(pk)
Total Device Power Dissipation @ 25 $^\circ\text{C}$ Derate above 25 $^\circ\text{C}$	P_D	All	250	mW
			2.94	mW/ $^\circ\text{C}$
EMITTER				
Continuous Forward Current	I_F	All	60	mA
Reverse Voltage	V_R	All	6	V
Total Power Dissipation 25 $^\circ\text{C}$ Ambient Derate above 25 $^\circ\text{C}$	P_D	All	120	mW
			1.41	mW/ $^\circ\text{C}$
DETECTOR				
Off-State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	MOC3031M/2M/3M	250	V
		MOC3041M/2M/3M	400	
Peak Repetitive Surge Current (PW = 100 μ s, 120 pps)	I_{TSM}	All	1	A
Total Power Dissipation @ 25 $^\circ\text{C}$ Ambient Derate above 25 $^\circ\text{C}$	P_D	All	150	mW
		All	1.76	mW/ $^\circ\text{C}$

Note

1. Isolation surge voltage, V_{ISO} , is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.

MOC3031M MOC3032M MOC3033M MOC3041M MOC3042M MOC3043M

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified)							
INDIVIDUAL COMPONENT CHARACTERISTICS							
Parameters	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
EMITTER							
Input Forward Voltage	$I_F = 30\text{ mA}$	V_F	All		1.25	1.5	V
Reverse Leakage Current	$V_R = 6\text{ V}$	I_R	All		0.01	100	μA
DETECTOR							
Peak Blocking Current, Either Direction	Rated V_{DRM} , $I_F = 0$ (note 1)	I_{DRM1}	All			100	nA
Peak On-State Voltage, Either Direction	$I_{TM} = 100\text{ mA peak}$, $I_F = 0$	V_{TM}	All		1.8	3	V
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage	$I_F = 0$ (figure 9, note 3)	dv/dt	All	1000			V/ μs

TRANSFER CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified.)							
DC Characteristics	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
LED Trigger Current	Main terminal voltage = 3V (note 2)	I_{FT}	MOC3031M/MOC3041M			15	mA
			MOC3032M/MOC3042M			10	
			MOC3033M/MOC3043M			5	
Holding Current, Either Direction		I_H	All		400		μA

ZERO CROSSING CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified.)							
Characteristics	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
Inhibit Voltage	$I_F = \text{rated } I_{FT}$, MT1-MT2 voltage above which device will not trigger off-state	V_{IH}	All			20	V
Leakage in Inhibited State	$I_F = \text{rated } I_F$, rated V_{DRM} , off-state	I_{DRM2}	All			500	μA

Note

1. Test voltage must be applied within dv/dt rating.
2. All devices are guaranteed to trigger at an I_F value less than or equal to max I_{FT} . Therefore, recommended operating I_F lies between max I_{FT} (15 mA for MOC3031M & MOC3041M, 10 mA for MOC3032M & MOC3042M, 5 mA for MOC3033M & MOC3043M) and absolute max I_F (60 mA).
3. This is static dv/dt . See Figure 9 for test circuit. Commutating dv/dt is a function of the load-driving thyristor(s) only.

Figure 1. LED Forward Voltage vs. Forward Current

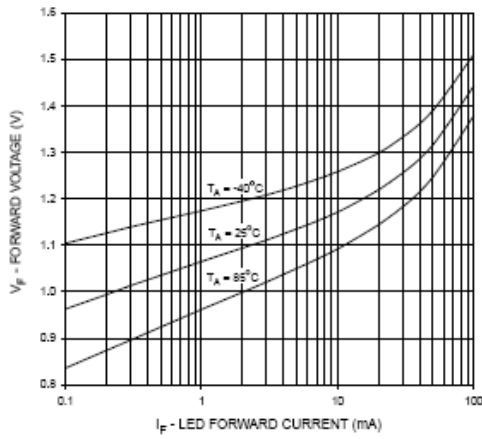


Figure 2. On-State Characteristics

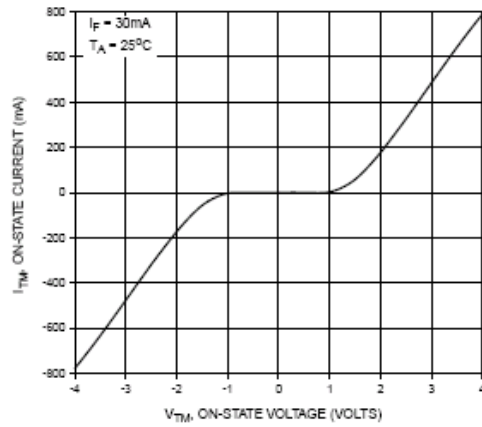


Figure 3. Trigger Current vs. Temperature

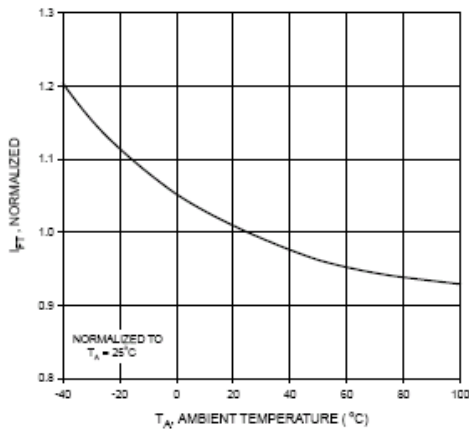
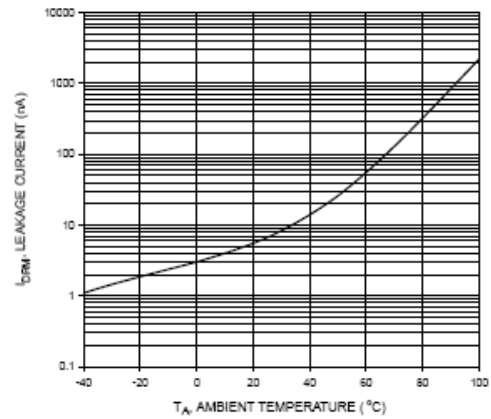


Figure 4. Leakage Current, I_{DRM} vs. Temperature



MOC3031M MOC3032M MOC3033M MOC3041M MOC3042M MOC3043M

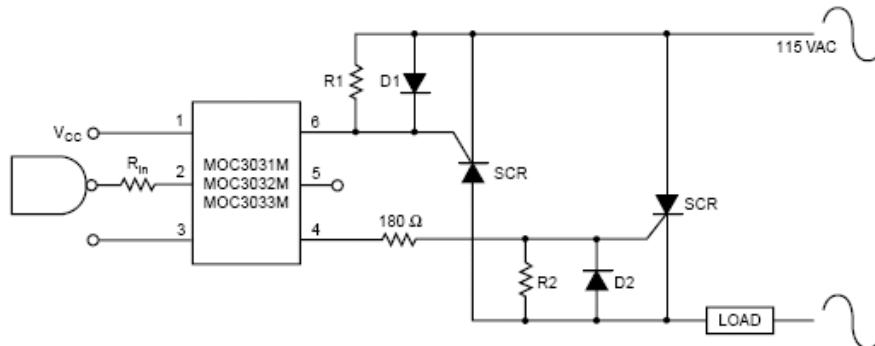


Figure 14. Inverse-Parallel SCR Driver Circuit
(MOC3031M, MOC3032M, MOC3033M)

Suggested method of firing two, back-to-back SCR's with a Fairchild triac driver. Diodes can be 1N4001; resistors, R1 and R2, are optional 1 k ohm.

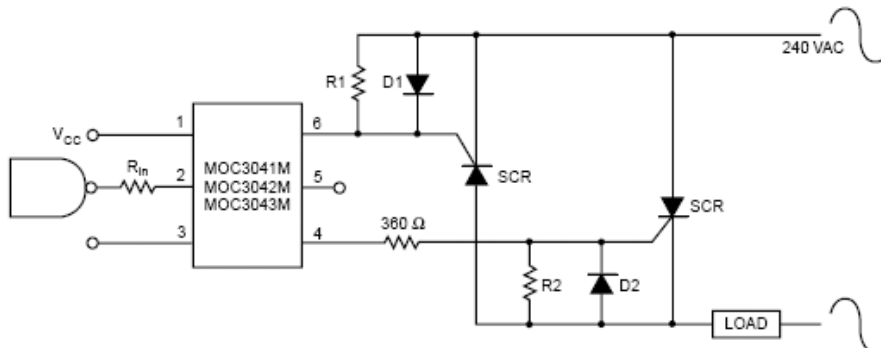


Figure 15. Inverse-Parallel SCR Driver Circuit
(MOC3041M, MOC3042M, MOC3043M)

Suggested method of firing two, back-to-back SCR's with a Fairchild triac driver. Diodes can be 1N4001; resistors, R1 and R2, are optional 330 ohm.

Note: This optoisolator should not be used to drive a load directly. It is intended to be a trigger device only.

DM74LS00

Quad 2-Input NAND Gate

General Description

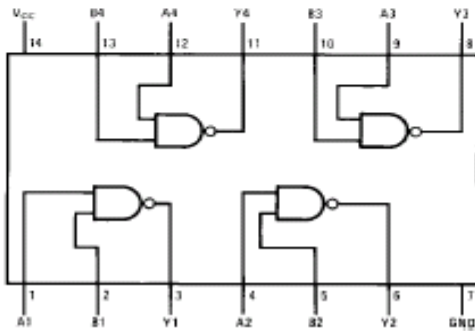
This device contains four independent gates each of which performs the logic NAND function.

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS00M	M14A	14-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-120, 0.150 Narrow
DM74LS00SJ	M14D	14-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS00N	N14A	14-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

Connection Diagram



Function Table

$$Y = \overline{AB}$$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level

Absolute Maximum Ratings^(Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

Note 1: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V _{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V _{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V _{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I _{OH}	HIGH Level Output Current			-0.4	mA
I _{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
T _A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 2)	Max	Units
V _I	Input Clamp Voltage	V _{CC} = Min, I _I = -18 mA			-1.5	V
V _{OH}	HIGH Level Output Voltage	V _{CC} = Min, I _{OH} = Max, V _{IL} = Max	2.7	3.4		V
V _{OL}	LOW Level Output Voltage	V _{CC} = Min, I _{OL} = Max, V _{IH} = Min I _{OL} = 4 mA, V _{CC} = Min		0.35 0.25	0.5 0.4	V
I _I	Input Current @ Max Input Voltage	V _{CC} = Max, V _I = 7V			0.1	mA
I _{IH}	HIGH Level Input Current	V _{CC} = Max, V _I = 2.7V			20	μA
I _{IL}	LOW Level Input Current	V _{CC} = Max, V _I = 0.4V			-0.36	mA
I _{OS}	Short Circuit Output Current	V _{CC} = Max (Note 3)	-20		-100	mA
I _{COH}	Supply Current with Outputs HIGH	V _{CC} = Max		0.8	1.6	mA
I _{COL}	Supply Current with Outputs LOW	V _{CC} = Max		2.4	4.4	mA

Note 2: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

Note 3: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

Switching Characteristics

at V_{CC} = 5V and T_A = 25°C

Symbol	Parameter	R _L = 2 kΩ				Units
		C _L = 15 pF		C _L = 50 pF		
		Min	Max	Min	Max	
t _{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	3	10	4	15	ns
t _{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	3	10	4	15	ns

LM2904, LM358/LM358A, LM258/ LM258A

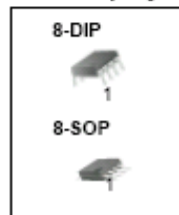
Dual Operational Amplifier

Features

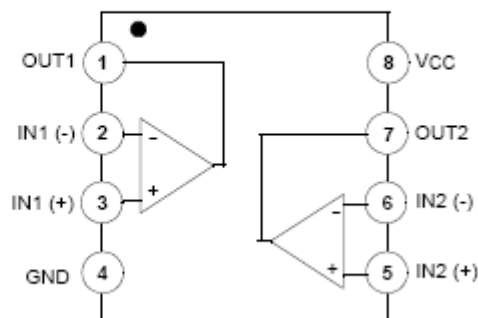
- Internally Frequency Compensated for Unity Gain
- Large DC Voltage Gain: 100dB
- Wide Power Supply Range:
LM258/LM258A, LM358/LM358A: 3V~32V (or $\pm 1.5V \sim 16V$)
LM2904 : 3V~26V (or $\pm 1.5V \sim 13V$)
- Input Common Mode Voltage Range Includes Ground
- Large Output Voltage Swing: 0V DC to $V_{CC} - 1.5V$ DC
- Power Drain Suitable for Battery Operation.

Description

The LM2904, LM358/LM358A, LM258/LM258A consist of two independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltage. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage. Application areas include transducer amplifier, DC gain blocks and all the conventional OP-AMP circuits which now can be easily implemented in single power supply systems.

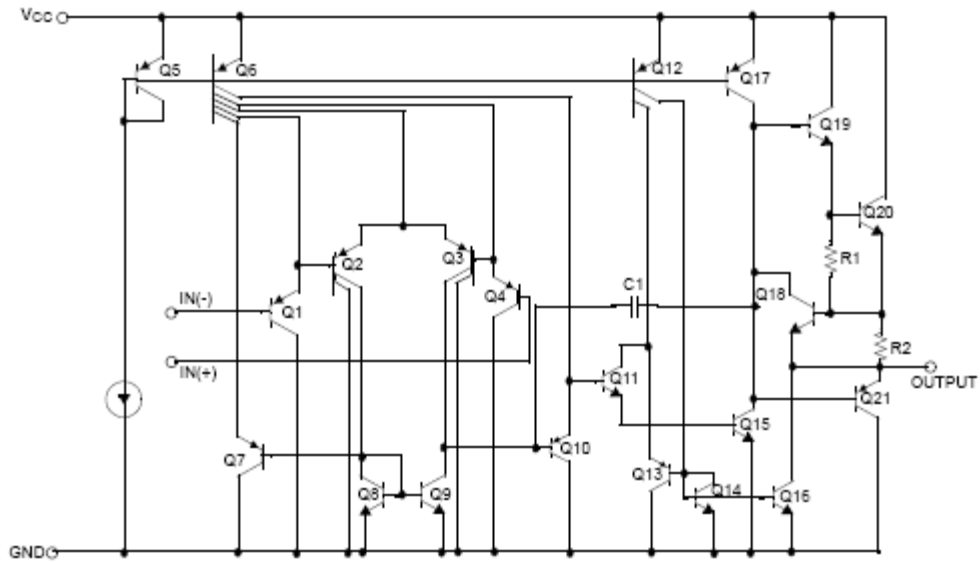


Internal Block Diagram



Schematic Diagram

(One section only)



Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	LM258/LM258A	LM358/LM358A	LM2904	Unit
Supply Voltage	VCC	±16 or 32	±16 or 32	±13 or 26	V
Differential Input Voltage	V _{I(DIFF)}	32	32	26	V
Input Voltage	V _I	-0.3 to +32	-0.3 to +32	-0.3 to +26	V
Output Short Circuit to GND VCC ≤ 15V, T _A = 25°C (One Amp)	-	Continuous	Continuous	Continuous	-
Operating Temperature Range	T _{OPR}	-25 ~ +85	0 ~ +70	-40 ~ +85	°C
Storage Temperature Range	T _{STG}	-65 ~ +150	-65 ~ +150	-65 ~ +150	°C

Electrical Characteristics

($V_{CC} = 5.0V$, $V_{EE} = GND$, $T_A = 25^\circ C$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	LM258			LM358			LM2904			Unit	
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.		
Input Offset Voltage	V_{IO}	$V_{CM} = 0V$ to $V_{CC} - 1.5V$ $V_{O(P)} = 1.4V$, $R_S = 0\Omega$	-	2.9	5.0	-	2.9	7.0	-	2.9	7.0	mV	
Input Offset Current	I_{IO}	-	-	3	30	-	5	50	-	5	50	nA	
Input Bias Current	I_{BIAS}	-	-	45	150	-	45	250	-	45	250	nA	
Input Voltage Range	$V_{I(R)}$	$V_{CC} = 30V$ (LM2904, $V_{CC} = 28V$)	0	-	$V_{CC} - 1.5$	0	-	$V_{CC} - 1.5$	0	-	$V_{CC} - 1.5$	V	
Supply Current	I_{CC}	$R_L = \infty$, $V_{CC} = 30V$ (LM2904, $V_{CC} = 28V$)	-	0.8	2.0	-	0.8	2.0	-	0.8	2.0	mA	
		$R_L = \infty$, $V_{CC} = 5V$	-	0.5	1.2	-	0.5	1.2	-	0.5	1.2	mA	
Large Signal Voltage Gain	G_V	$V_{CC} = 15V$, $R_L = 2k\Omega$ $V_{O(P)} = 1V$ to $11V$	50	100	-	25	100	-	25	100	-	V/mV	
Output Voltage Swing	$V_{O(H)}$	$V_{CC} = 30V$ ($V_{CC} = 28V$ for LM2904)	$R_L = 2k\Omega$	28	-	-	28	-	-	22	-	-	V
		$R_L = 10k\Omega$	27	28	-	27	28	-	23	24	-	V	
	$V_{O(L)}$	$V_{CC} = 5V$, $R_L = 10k\Omega$	-	5	20	-	5	20	-	5	20	mV	
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	-	70	85	-	65	80	-	50	80	-	dB	
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	-	65	100	-	65	100	-	50	100	-	dB	
Channel Separation	CS	$f = 1kHz$ to $20kHz$ (Note 1)	-	120	-	-	120	-	-	120	-	dB	
Channel Separation	CS	$f = 1kHz$ to $20kHz$ (Note 1)	-	120	-	-	120	-	-	120	-	dB	
Short Circuit to GND	ISC	-	-	40	60	-	40	60	-	40	60	mA	
Output Current	ISOURCE	$V_{I(+)} = 1V$, $V_{I(-)} = 0V$ $V_{CC} = 15V$, $V_{O(P)} = 2V$	20	30	-	20	30	-	20	30	-	mA	
		$V_{I(+)} = 0V$, $V_{I(-)} = 1V$, $V_{CC} = 15V$, $V_{O(P)} = 2V$	10	15	-	10	15	-	10	15	-	mA	
	ISINK	$V_{I(+)} = 0V$, $V_{I(-)} = 1V$, $V_{CC} = 15V$, $V_{O(P)} = 200mV$	12	100	-	12	100	-	-	-	-	μA	
Differential Input Voltage	$V_{I(DIFF)}$	-	-	V_{CC}	-	-	V_{CC}	-	-	V_{CC}	V		

Note:

1. This parameter, although guaranteed, is not 100% tested in production.

