

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**

### **CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA**

TEMA:

---

**“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA M2M APLICADO A LA TELEMETRÍA EN EL LABORATORIO *OMRON* DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE LA UTA”**

---

**Trabajo de graduación modalidad Tesis presentada como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica**

Autor:

**Luis Alfredo Pomaquero Moreno**

Tutor:

**Ing. Marco Jurado**

**Enero / 2.007**

**Ambato – Ecuador**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema:

**“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA M2M APLICADO A LA TELEMETRÍA EN EL LABORATORIO OMRON DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE LA UTA”, de Luis Alfredo Pomaquero Moreno**, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Directivo designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Ambato, enero 2.007

EL TUTOR

Ing. Marco Jurado

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**

**Carrera de Ingeniería en Electrónica**

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente trabajo de graduación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, enero del 2.007

Para constancia firman:

---

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

---

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## **AUTORÍA**

El presente trabajo de investigación **“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA M2M APLICADO A LA TELEMETRÍA EN EL LABORATORIO OMRON DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE LA UTA”**. 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.

Ambato, enero 2.007

---

Luis A. Pomaquero M.

C.C. 180312359-3

## AGRADECIMIENTO

A **DIOS**, el ser espiritual que siempre a estado dándome el aliento para estar compartiendo este espacio día a día con mi familia.

A mis padres, **Eustacio**, en quien veía la constancia, la fuerza, y la superación por ser una persona agraciada con todo su talento; **Hortensia**, la madre a quien yo estaré muy agradecido por toda mi vida, gracias a su sutil delicadeza de forjar entes de bien.

A mis hermanos; **Manuel**, que siempre estuvo a mi lado dándome la fuerza para seguir adelante pese a cualquier obstáculo que se presente; **Rosario**, quien tuvo las palabras de aliento, y el buen concepto de ser una buena persona; y **Manuela**, que pese a sus errores no se deja vencer fácilmente; razones por las que he tenido unos buenos padres, hermanos, y de ellos he tomado sus cualidades para poder forjarme como la persona que soy ahora, con criterio y razonamiento.

A mis hijos; **Bryan**, el que me enseñó que tenía que cumplir una meta; **Matthew**, quien con su expresión sabe ganarse el cariño de los demás; **José Luis**, una nueva ilusión que nace; y para mi esposa **Tannia**, quien es el ser que siempre me escucha para darme su crítica.

Todos ellos me han enseñado que uno no debe rendirse en la vida.

MIL GRACIAS A TODOS USTEDES.

## **DEDICATORIA**

Para mis padres, Eustacio y Hortensia, dedico con agrado esta tesis, quienes son el pilar del esfuerzo, en donde ellos fueron sembrando día a día con esmero y voluntad hacia todos sus hijos. Para Manuel, Rosario, y Manuela.

A mi esposa Tannia, y a mis hijos Bryan, Matthew, y José Luis..

Dedico a todos los Ingenieros; que gracias ellos, tuvieron la gentileza de darme ideas, y así poder culminar con este proyecto.

De manera prioritaria dedico esta tesis al Ing. Diego Ortiz.

## INDICE

	<b>Página</b>
<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTO</b>	ii
<b>ÍNDICE</b>	iii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	ix
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	xii
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	xiii
<b>INTRODUCCIÓN</b>	xv

## CAPITULO I

### EL PROBLEMA

	<b>Página</b>
<b>1.1 TEMA</b>	
1	
<b>1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	1
<b>1.2.1 Contextualización</b>	
1	
<b>1.2.2 Análisis Crítico</b>	
2	
<b>1.2.3 Prognosis</b>	
3	

1.2.4	Formulación del Problema	
		3
1.2.5	Preguntas Directrices	
		3
1.2.6	Delimitación	
		3
1.3	JUSTIFICACIÓN	4
1.4	OBJETIVOS	5
1.4.1	Objetivo General	
		5
1.4.2	Objetivo Específico	
		5

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

	<b>Página</b>
2.1 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	6
2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	7
2.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	
	9
2.3.1 SISTEMA M2M A TRAVEZ DE LA TEGNOLOGIA GSM/GPRS	
	9
2.3.1.1 SISTEMA M2M	
	9
2.3.1.2 ARQUITECTURA BÁSICA	12
2.3.1.2.1 DESCRIPCIÓN HARDWARE Y SOFTWARE DEL SISTEMA	16
2.3.1.2.2 SITUACIÓN, EVOLUCIÓN Y PERSPECTIVAS	
	18



2.3.1.2.2.1	<i>Mayor capacidad</i>	18
2.3.1.2.2.2	<i>Sistemas más eficientes en las bandas libres o sin licencia</i>	18
2.3.1.2.2.3	<i>Menor consumo</i>	18
2.3.2	<b>TECNOLOGÍA GPRS</b>	17
2.3.2.1	<b>Transmisión de Datos con GPRS</b>	19
2.3.2.1.1	<b>Conmutación de Paquetes</b>	20
2.3.2.1.2	<b>Velocidad de Transmisión</b>	21
2.3.2.1.3	<b>Conexión Permanente</b>	22
2.3.2.2	<b>GPRS en Internet</b>	22
2.3.2.3	<b>La Red GPRS</b>	24
2.3.2.3.1	<b>Infraestructura GSM</b>	24
2.3.2.3.2	<b>Arquitectura de la Red GPRS</b>	28
2.3.4	<b>SENSORES</b>	30
2.3.4.1	<b>El Contactor</b>	31
2.3.4.2	<b>Motor Trifásico</b>	34
2.3.4.3	<b>Variador de Frecuencia</b>	38
2.3.4.4	<b>Sensor E3JM</b>	41
2.3.4.5	<b>Sensor E3MC</b>	41
2.3.4.6	<b>Tipos de Sensores</b>	42
2.3.5	<b>INTRODUCCION A LA PROGRAMACION UTILIZANDO EL SOFTWARE LABVIEW 7.0</b>	43
2.3.5.1	<b>Generalidades</b>	43
2.3.5.2	<b>Ventanas del Panel Frontal y Diagrama de Bloques</b>	44
2.3.5.3	<b>Barra de Herramientas del Panel Frontal</b>	45
2.3.5.4	<b>Barra de Herramientas del Diagrama de Bloques</b>	47
2.3.5.5	<b>Paleta de Herramientas</b>	47
2.3.5.6	<b>Paleta de Control y de Funciones</b>	49
2.3.5.7	<b>Paleta de Colores</b>	49
2.3.5.8	<b>Paleta de Funciones</b>	50

2.3.5.9 Creación de VIs	d1
2.3.5.10 Diagrama de Bloques	52
2.3.5.11 Creación de Sub VIs	55
2.3.5.12 Tipos de Estructuras	56
2.3.5.13 Ciclo WHILE	56
2.3.5.14 Ciclo FOR	58
2.3.5.15 Estructura CASE	59
2.3.5.16 Estructura de Secuencia	62
2.3.5.17 Nodo de Fórmulas	63
2.3.5.18 Cadenas de Caracteres	64
2.4 HIPÓTESIS	67
2.5 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	67
2.5.1 Variable Independiente	67
2.5.2 Variable Dependiente	67

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

	<b>Página</b>
3.1 ENFOQUE	68
3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	68
3.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN	69
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	69
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	70
3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	70

### **3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS**

70

## **CAPITULO IV**

### **ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

	<b>Página</b>
<b>4.1 EL DIÁLOGO ENTRE MÁQUINAS, CADA VEZ MÁS FLUIDO</b>	71
4.1.1 Máquinas Exendedoras	73
4.1.2 ¿Qué oportunidades ofrecen las aplicaciones M2M a las operadoras de telefonía móvil?	74
4.1.2.1 Hacia un entorno Regulatorio	75
4.1.2.2 Creación de modelos comerciales	75

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

	<b>Página</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	78
<b>RECOMENDACIONES</b>	79

## **CAPITULO VI**

## PROPUESTA

	<b>Página</b>
<b>6.1 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA</b>	81
<b>6.2 JUSTIFICACIÓN</b>	81
<b>6.3 OBJETIVOS</b>	82
<b>6.4 FUNDAMENTACIÓN</b>	83
<b>6.4.1 La Estación Móvil GPRS</b>	83
<b>6.4.1.1 Clasificación de los Terminales</b>	83
<b>6.4.1.2 Partes del Terminal Móvil</b>	84
<b>6.4.1.3 Tarjeta SIM</b>	84
<b>6.4.1.4 Estados de Funcionamiento</b>	85
<b>6.4.1.5 Velocidad de GPRS, Esquemas de Codificación</b>	86
<b>6.4.2 COMANDOS AT</b>	88
<b>6.4.2.1 Comandos AT para GPRS</b>	89
<b>6.4.2.2 El Protocolo PPP</b>	99
<b>6.4.2.2.1 Funcionamiento de PPP</b>	100
<b>6.4.2.2.2 Formato de Tramas PPP</b>	102
<b>6.4.2.3 Tipos de Paquetes LCP</b>	104
<b>6.4.2.4 Protocolos TCP/IP</b>	107
<b>6.4.2.4.1 Organización de Protocolos por Capas</b>	107
<b>6.4.2.4.2 Pila de protocolos TCP/IP</b>	108
<b>6.4.2.5 Encapsulado de Mensajes</b>	109
<b>6.4.2.6 Resumen de la Comunicación Completa</b>	110
<b>6.5 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS</b>	112
<b>6.5.1 SOFTWARE</b>	112
<b>6.5.2 HARDWARE</b>	112
<b>6.5.3 IMPLEMENTACIÓN</b>	112
<b>6.5.4 DESARROLLO DEL SISTEMA</b>	113
<b>6.5.5 HARDWARE DE COMUNICACIÓN A UTILIZAR</b>	116
<b>6.5.6 HARDWARE DE CONTROL A UTILIZAR</b>	116
<b>6.5.7 COMPUTADORAS PERSONALES (PCS)</b>	117

<b>6.5.8</b>	<b>DESARROLLO DE LOS SOFTWARE</b>	117
<b>6.5.8.1</b>	<b>Software de Procesamiento de Control (PLC)</b>	117
<b>6.5.8.2</b>	<b>Software de Manipulación de Datos (LabView 7.0)</b>	118
<b>6.6</b>	<b>FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA M2M APLICADO A LA TELEMETRIA EN EL LABORATORIO OMRON DE LA FIS, UTA</b>	118

## **ANEXOS**

**ANEXO 1: COMANDOS AT PARA GPRS.**

**ANEXO 2: CÓDIGOS DE RESULTADO Y MENSAJES NO  
SOLICITADOS.**

**ANEXO 3: CÓDIGOS ERROR DE GPRS.**

**ANEXO 4: EJEMPLOS PRÁCTICOS DEL USO DE COMANDOS AT.**

**ANEXO 5: PROCEDIMIENTOS DE ATTACH Y ACTIVACIÓN DE  
CONTEXTO PDP.**

**ANEXO 6: MULTIMODEM GPRS.**

**ANEXO 7: ENSOR FOTOELECTRICO.**

**ANEXO 8 PROGRAMA PARA EL PLC OMRON.**

## **BIBLIOGRAFIA**

## INDICE DE FIGURAS

### CAPITULO II

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
2.1 <i>Arquitectura Básica Sistema M2M</i>	12
2.2 <i>Plataforma Universal M2M para Tele Medida y Telecontrol</i>	17
2.3 <i>Tecnología GPRS</i>	19
2.4 <i>Conmutación de Circuitos y Conmutación de Paquetes</i>	21
2.5 <i>Concepto Internet Móvil</i>	23
2.6 <i>Red GSM</i>	25
2.7 <i>Estructura del BSS</i>	25
2.8 <i>Información por Usuario Contendida en el HLR</i>	26
2.9 <i>Información Contendida en el VLR</i>	27
2.10 <i>Subsistema de Red</i>	28
2.11 <i>Red GPRS</i>	30
2.12 <i>Contactor</i>	34
2.13 <i>Principio de Funcionamiento del Variador</i>	39
2.14 <i>Variador de Frecuencia</i>	41
2.15 <i>Ventana de presentación de LABVIEW</i>	44
2.16 (a) <i>Panel Frontal</i> , (b) <i>Diagrama de Bloques</i>	45
2.17 <i>Barra de Herramientas del Panel Frontal</i>	45
2.18 <i>Ventana Indicadora de Errores (Error list)</i>	46
2.19 <i>Barra de Herramientas del Diagrama de Bloques</i>	47
2.20 <i>Paleta de Herramientas</i>	48

	<b>Página</b>
2.21 <i>Paleta de Controles</i>	50
2.22 <i>Paleta de Funciones</i>	50
2.23 <i>Controles e Indicadores Numéricos</i>	51
2.24 <i>Control e Indicador Boléano</i>	52
2.25 <i>Propiedades de un Control Numérico</i>	52
2.26 <i>Diagrama de Bloques</i>	53
2.27 <i>Tipos de cables</i>	54
2.28 <i>Diagrama de Bloques</i>	55
2.29 <i>Creación de Sub VIs</i>	56
2.30 <i>Icono Ciclo While</i>	57
2.31 <i>Ciclo While</i>	57
2.32 <i>Icono Ciclo For</i>	58
2.33 <i>Ciclo For</i>	59
2.34 <i>Estructura Case con Datos del Tipo Boléano</i>	60
2.35 <i>Estructura Case con Datos de Tipo Entero</i>	61
2.36 <i>Estructura Case con datos de Tipo String</i>	62
2.37 <i>Estructura de Secuencia</i>	63
2.38 <i>Nodo de Fórmulas</i>	64
2.39 <i>Icono de comando String Lenght</i>	65
2.40 <i>Icono de comando Concatenate String</i>	65
2.41 <i>Icono de comando String Subset</i>	65
2.42 <i>Icono de comando Match Pattern</i>	66
2.43 <i>Icono de comando Format Into String</i>	66
2.44 <i>Icono de comando Scan From String</i>	66

<b>CAPITULO VI</b>	<b>Página</b>
6.1 <i>Números Contenidos en la SIM</i>	84
6.2 <i>Estados de Funcionamiento de Terminales GPRS</i>	85
6.3 <i>Acceso al MT Mediante Comandos AT</i>	89
6.4 <i>Diagrama de Estados de un Enlace PPP</i>	100

	<b>Página</b>
<b>6.5</b> <i>Formato de Trama PPP</i>	102
<b>6.6</b> <i>Trama PPP Resumida</i>	104
<b>6.7</b> <i>Formato de Paquetes LCP</i>	105
<b>6.8</b> <i>Transferencia de un Mensaje a Través de las Capas de Software</i>	108
<b>6.9</b> <i>Modelo de Referencia TCP/IP para Software de Protocolo</i>	109
<b>6.10</b> <i>Trama PPP Encapsulado a un Diagrama IP</i>	110
<b>6.11</b> <i>Estructura de Capas de Protocolos Utilizados sobre el RS232</i>	111
<b>6.12</b> <i>Pilas de protocolo de Comunicación entre DCE y GGSN</i>	111
<b>6.13</b> <i>Diagrama del Sistema M2M Aplicado a la Telemetría de una Banda Transportadora</i>	115
<b>6.14</b> <i>Servidor</i>	118
<b>6.15</b> <i>Cliente</i>	119
<b>6.16</b> <i>Equipo en Funcionamiento</i>	122
<b>6.17</b> <i>Proceso Normal</i>	127
<b>6.18</b> <i>Encendido por medio de Mensajes</i>	128
<b>6.19</b> <i>a) Encendido, b) Apagado</i>	128



## INDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
<b>2.1 Creación de Funciones y Llamada de Dicha Función</b>	55
<b>6.1 Esquemas de Codificación GPRS</b>	87
<b>6.2 Tipos de Paquetes LCP</b>	106

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto esta implementado, y se divide en seis capítulos que se detallan a continuación.

El **Capítulo I**, enfoca al **PROBLEMA**. En este apartado, se esboza el Tema de Investigación, el Planteamiento del Problema, su respectiva Justificación y por último se interpretan los Objetivos tanto General como Específicos.

El **Capítulo II**, trata sobre la **MARCO TEÓRICO**. Se desglosa la Fundamentación Filosófica, Fundamentación Legal, Categorías Fundamentales, en este apartado, se describe la investigación teórica que nos servirán en futuros capítulos del cual se tomarán en cuenta para el desarrollo del Sistema M2M; siguiendo con el capítulo, se describe la Hipótesis y se realiza el señalamiento de variables tomados de la hipótesis.

El **Capítulo III**, da a conocer la **METODOLOGÍA** con el cual se Enfoca nuestro tema, para poder obtener una Modalidad Básica de Investigación; así poder definir el Tipo de Investigación conjuntamente con la Población, obteniendo muestras suficientes para la Operacionalización de variables recogidas de las muestras, así recolectar la Información necesaria para realizar un buen Procesamiento y Análisis del Sistema.

El **Capítulo IV**, se realiza el respectivo **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**, dando a conocer los beneficios y las desventajas necesarias que se presenta antes del desarrollo del Sistema.

En el **Capítulo V**, se dan a conocer las **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**, tomados de las experiencias obtenidas durante el desarrollo del Sistema. Así demostrando con el cumplimiento tanto de la Hipótesis como los Objetivos señalados anteriormente. Tomando en cuenta un punto que se debe aclarar ya que dicho sistema debía ser desarrollado con la tecnología GPRS, al no estar completamente en funcionamiento en nuestro país, se ha optado por utilizar la transmisión de mensajes cortos (SMS), basándose de la misma tecnología GSM que utiliza el GPRS.

El **Capítulo VI**, se describe básicamente los Antecedentes de la Propuesta; así, Justificando y aclarando nuevamente los Objetivos que deben cumplirse siguiendo una Fundamentación clara y objetiva.

Por ultimo se tiene la Bibliografía acompañado de sus respectivos Anexos.

## INTRODUCCIÓN

Los dispositivos más frecuentemente utilizados para desarrollar la tecnología de computación ubicua están siendo los módulos y terminales inalámbricos que, a su vez, forman el segmento más innovador de la tecnología móvil de transmisión y recepción.

Con un peso de sólo unos gramos y optimizados para que tengan el formato más pequeño posible, estos modernos componentes de alta tecnología permiten que objetos, dispositivos y aplicaciones de todo tipo se puedan comunicar fácilmente y a cualquier distancia.

Los módulos y terminales inalámbricos pueden transformar cualquier cosa en un objeto conectado a una red por medio de telefonía móvil, lo que abre posibilidades casi infinitas de comunicación. No se trata de una utopía sino del principio de las aplicaciones móviles del futuro, que estarán basadas en las comunicaciones inalámbricas entre máquinas (tecnología máquina-máquina o M2M).

La electrónica ha experimentado un gran avance en los últimos años con la introducción de sistemas microprogramados y el desarrollo de módulos interfaces con las variables del mundo físico (sensores y actuadores). Este cambio está presente en muchos dispositivos de uso diario en los cuales ahora se ha incorporado capacidad de procesamiento programable. Tenemos microprocesadores en los microondas, lavadoras, automóviles, juguetes, instrumentos médicos, ascensores, agendas, por nombrar algunos. Gran parte de la electrónica de antaño ha migrado a procesamiento digital en lugar de un

tratamiento con componentes discretas especializadas. Habiendo reconocido esta realidad.

La Facultad de Ingeniería en Sistemas de la UTA, prepara hoy a los estudiantes para trabajar con sistemas basados en dispositivos programables y reconfigurables como lo son los PLD (Programmable Logic Device), microprocesadores, microcontroladores y DSP (Digital Signal Processor). La experiencia a la fecha ha sido muy interesante por el gran poder y versatilidad de estos sistemas programables; sin embargo, éstos están diseñados para operar sólo con señales electrónicas como voltajes análogos o digitales.

Esta situación no permite experimentar o crear sistemas que se relacionen directamente con el mundo físico como lo requieren los sistemas electrónicos modernos mencionados previamente. Surge así la necesidad de contar con módulos interconectables con los sistemas de desarrollo hoy utilizados para permitir su interacción con sistemas físicos reales.

En lugar de promover la incorporación de diseño de sensores y actuadores como parte de las experiencias de laboratorio, este proyecto propone el equipamiento con tales módulos.

Dado que los sistemas sensores profesionales no necesariamente se adaptan bien al tipo de entradas de los actuales sistemas de desarrollo usados en los laboratorios de Electrónica, este proyecto también contempla el diseño de los circuitos necesarios para permitir la interconexión directa de los transductores a los sistemas programables actuales.

Finalmente con este tipo de implementación, se capacitarán de mejor forma a los estudiantes para el trabajo de proyectos aplicados y en el futuro para el desempeño como profesionales creativos y emprendedores.

El presente proyecto, desarrolla el sistema de comunicación de Control M2M. Al hablar de M2M, es tratar e implementar un tipo de control Machine to Machine o Máquina a Máquina; en donde, como resultado tendremos la automatización de

cualquier variable física; ya sea, velocidad, temperatura, presión, etc. Dentro del sistema, tendremos la posibilidad de controlar los dispositivos que tiene un Banda Transportadora ubicada en el Laboratorio OMRON, para efectos del mismo se dispondrán de motores de CA, sensores, fin de carrera, variador de velocidad, PLC, PCs, módems inalámbricos GSM/GPRS, y paquetes de programación (de donde obtendremos el software necesario para dicho fin).

El objetivo que pretendemos alcanzar es el desarrollo de un sistema para la transferencia de datos desde el PLC - PC a través de la red GSM/GPRS, el cual se situará dentro del Laboratorio OMRON junto con los dispositivos de control del mismo.

Estudiamos la infraestructura de la red GSM/GPRS y los diferentes protocolos de software que nos permitirán establecer la comunicación. Además se diseña el software necesario el mismo que controlará todos los procesos de automatización; y así, cumplir con dicho objetivo.

Además de los beneficios indicados anteriormente, esta propuesta servirá como guía teórico – práctica, a docentes, estudiantes, y a todas las personas involucradas en el campo de las telecomunicaciones e informática, puesto que tendrán a su alcance información concerniente sobre la realización de procesamiento, transmisión de la información, y más aún podrán realizar prácticas con éste sistema lo cual conllevará a un mejor entendimiento de las nuevas tendencias tecnológicas en cuanto a comunicaciones inalámbricas.

## PROLOGO

La educación, es la base para la superación personal; de tal modo, muchas personas se educan en una escuela, varias en un colegio, pero pocos son los privilegiados que tienen acceso a una educación a nivel superior en una de las Universidades existentes en diferentes países.

En el mundo, existen una infinidad de universidades que ofrecen una gran variedad de carreras.

Si nos enfocamos a tecnología de punta, solo universidades pertenecientes a países ricos, y algunas de países del tercer mundo, tienen la capacidad de acceder a un sinnúmero de maquinas, controles automáticos, alarmas, etc.

En el Ecuador, existe una desigualdad entre algunas universidades, en especial, entre las privadas, y las públicas por razones de despreocupación del gobierno y falta de recursos económicos.

Pocas Universidades o Escuelas Politécnicas tienen el privilegio de tener varias actividades controladas automáticamente, poseer máquinas de última generación, comunicaciones óptimas, laboratorios completos entre otros.

La Facultad de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi, es una Facultad destinada a brindar educación superior a estudiantes del Centro del país, para ello consta de instalaciones adecuadas con aulas para albergar a todos los estudiantes, biblioteca para la investigación, oficinas, etc.

Son los centros de desarrollo como los laboratorios que tiene la Facultad los que dan problemas, por ejemplo, los estudiantes no tienen un espacio con la suficiente tecnología adecuada para realizar sus prácticas, y así tener un buen nivel de entendimiento en futuros proyectos que se puedan desarrollar, ya sea individual o colectivos.

En la actualidad en la Facultad de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Técnica de Ambato, no se tiene un sistema de control inalámbrico para la Telemetría de ninguna variable física, esto se debe a varias causas como: la falta de recursos económicos; y otras necesidades. Esto ocasiona que el estudiante no tenga el material suficiente y se aisle del conocimiento práctico que tienen estos sistemas de aprendizaje.

Esta obra, va ha ser un pilar más, donde dicha institución tenga el interés propio de formar con el suficiente conocimiento en cuanto tiene que ver a entes profesionales, ya sea en cualquier profesión que elija. Dando así, los valores éticos y morales que sean necesarios los cuales fueron impartidos en cada uno de sus ciclos de enseñanza; y así, poder enfrentarse como profesionales en un mundo globalizado lleno de nuevas tecnologías, y poder proyectarse hacia el campo laboral.



# **CAPITULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 TEMA**

“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA M2M APLICADO A LA TELEMETRÍA EN EL LABORATORIO *OMRON* DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE LA UTA”

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.2.1 Contextualización**

La educación, es la base para la superación personal; de tal modo, muchas personas se educan en una escuela, varias en un colegio, pero pocos son los privilegiados que tienen acceso a una educación a nivel superior en una de las Universidades existentes en diferentes países.

En el mundo, existen una infinidad de universidades que ofrecen una gran variedad de carreras.

Si nos enfocamos a tecnología de punta, solo universidades pertenecientes a países ricos, y algunas de países del tercer mundo, tienen la capacidad de acceder a un sinnúmero de maquinas, controles automáticos, alarmas, etc.

En el Ecuador, existe una desigualdad entre algunas universidades, en especial, entre las privadas, y las públicas por razones de despreocupación del gobierno y falta de recursos económicos.

Pocas Universidades o Escuelas Politécnicas tienen el privilegio de tener varias actividades controladas automáticamente, poseer máquinas de última generación, comunicaciones óptimas, laboratorios completos entre otros.

La Facultad de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi, es una Facultad destinada a brindar educación superior a estudiantes del país, para ello consta de instalaciones adecuadas con aulas para albergar a todos los estudiantes, biblioteca para la investigación, oficinas, etc.

Pero son los centros de desarrollo como los laboratorios que tiene la Facultad; los que dan problemas, por ejemplo, los estudiantes no tienen un espacio con la suficiente tecnología adecuada para realizar sus prácticas; y así, tener un buen nivel de entendimiento en futuros proyectos que se puedan desarrollar, ya sea individual o colectivos.

### **1.2.2 Análisis Crítico**

En la actualidad, la Facultad de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Técnica de Ambato, no se tiene un sistema de control inalámbrico para la Telemetría de ninguna variable física, esto se debe a varias causas como: la falta de recursos económicos, y otras necesidades. Esto ocasiona que el estudiante no tenga el material suficiente y se aísle del conocimiento práctico que tienen estos sistemas de aprendizaje.

### **1.2.3 Prognosis**

La falta de un sistema M2M aplicado a la Telemetría de redes industriales inalámbricas; para controlar variables físicas, ocasiona el insuficiente conocimiento de los estudiantes; por lo que, hoy en día, todos ellos sólo se dignan a copiar páginas del Internet como medio de consulta y no se enfocan en una auto preparación e investigación con más profundidad; pues existen varias métodos para desarrollar dicho sistema, y uno de éstos métodos es el que se va a conocer en esta investigación teórica-práctica de éste sistema.

### **1.2.4 Formulación del Problema**

¿Cómo incide un sistema M2M aplicado a la Telemetría en el laboratorio *OMRON* de la Facultad de Ingeniería en Sistemas en la formación académica de los estudiantes?

### **1.2.5 Preguntas Directrices**

- ¿Qué elementos intervienen en un sistema M2M aplicado a la Telemetría en el laboratorio *OMRON*?
- ¿Cómo diseñar la interfase para interpretar el sistema?
- ¿Cómo adaptar la interfase al sistema?
- ¿Qué tiempo tomará interpretar la interfase para lograr una comunicación óptima, y así obtener la telemetría de los datos?

### **1.2.6 Delimitación**

El sistema M2M aplicado a la Telemetría en el laboratorio *OMRON*, se realizará en la Facultad de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi en el año 2006.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Debido a la situación económica que vive el país, ha generado la necesidad de buscar nuevas alternativas para producir recursos económicos; esto ha ocasionado la llegada de empresas de diversos tipos que requieren de personal altamente calificado, creándose una alta demanda de profesionales.

En consecuencia, las instituciones de nivel superior están impulsando a la formación de profesionales con un alto nivel de preparación académica. De tal manera, día a día se incrementa el número de estudiantes que se forman en la Facultad de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Técnica de Ambato; y esto, a obligando que la Facultad también vaya creciendo y mejorando sus instalaciones.

Hoy en día las comunicaciones al ser inalámbricas; siendo una área en constante desarrollo, debido a la gran demanda existente en el mercado, ha permitido el abaratamiento de costos de los dispositivos, facilitando de esta manera el uso de esta tecnología a un mayor número de usuarios; consecuentemente es apropiado que la Facultad de Ingeniería en Sistemas utilice esta tecnología inalámbrica en diferentes áreas en donde no se requieran conexiones físicas; específicamente, para casos de telemetría.

El uso de ésta tecnología en las comunicaciones inalámbricas, y especialmente el GPRS junto con los Sistemas de Telemetría, incurre en un abaratamiento de costos debido a que el usuario adquirirá únicamente los equipos terminales inalámbricos que soporten GPRS, y sobrellevar el costo que implica el uso de dicho servicio, ya que la infraestructura física necesaria para la comunicación celular se encuentra actualmente en pleno funcionamiento y crecimiento.

La implementación del sistema propuesto, es de valor reducido si se considera los beneficios que éste brinda al sector industrial y estudiantil; tanto a los accionistas

como a los obreros de dicho sector, como de mayor interés para profesionales que dictan sus clases en la Facultad de Ingeniería en Sistemas.

El sistema en sí, estará conformado por dos módems GPRS que se encargarán de la transmisión y recepción de los datos leídos desde los distintos procesos en análisis, y un computador personal, el mismo que deberá procesar la información.

Además de los beneficios indicados anteriormente, esta propuesta servirá como guía teórico – práctica, tanto a docentes, estudiantes, investigadores, y en general a las personas involucradas en el campo de las telecomunicaciones e informática, puesto que tendrán a su alcance información concerniente a cómo se realiza el procesamiento, transmisión de la información, y más aún podrán realizar prácticas con éste sistema lo cual beneficiará en un mejor aprendizaje de las nuevas tendencias tecnológicas en lo que tiene que ver a comunicaciones inalámbricas.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Implementación del Sistema M2M aplicado a la Telemetría en el Laboratorio *OMRON* de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de la UTA.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Estudiar los Sistemas M2M.
- Determinar las ventajas de los Sistemas M2M sobre otras tecnologías inalámbricas.
- Analizar las diferentes tecnologías utilizadas en sistemas M2M.
- Describir las aplicaciones de la Telemetría.
- Implementar el sistema M2M en el laboratorio *OMRON*.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA**

Los principales factores que favorecen a la aparición, y evolución de los procesos automáticos son: económicos, calidad, y seguridad laboral. Por lo tanto, las funciones básicas de la automatización por medio de una red inalámbrica son: aumentar la producción, disminuir costos, mejorar la calidad del producto acabado, evitar tareas peligrosas al ser humano, información en tiempo real del proceso, etc.

Los países desarrollados, son los pioneros en instalar redes inalámbricas en todas sus industrias, empresas; y, en las instituciones públicas; pero principalmente en sus Universidades para un estudio de control óptimo de variables físicas.

Gracias al servicio de la telefonía celular en el Ecuador, se puede realizar varios proyectos, ya que con la aparición del medio de transmisión GPRS, se logra transferir datos; y estos, se manipulan por medio de interfaces electrónicas. Así, demostrar que se alcanza controlar cualquier variable física con el sistema M2M.

## 2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La Universidad Técnica de Ambato, fue fundada el 18 de abril de 1969 por decreto del Congreso Nacional, en la Presidencia de la Republica del Dr. José María Velasco Ibarra.

En sus comienzos fue inicialmente denominado Instituto Superior de Contabilidad, la Universidad Técnica de Ambato inicia sus labores académicas con las Facultades de Auditoria y Contabilidad Superior, la Facultad de Ciencias Administrativas y la Facultad de Ingeniería Industrial.

La Facultad de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Técnica de Ambato, inicia sus actividades académicas como la Escuela de Informática y Computación, fue creada mediante la resolución 347-91-CU-P del Honorable Consejo Universitario, el 15 de Agosto de 1991, y empieza a funcionar en octubre del mismo año, mediante una convocatoria a su primer curso preuniversitario.

Se crea esta carrera en el período administrativo del Doctor Julio Saltos Abril en calidad de Rector, dependiendo directamente de Administración Central bajo la modalidad de Adscrita, es la primera carrera en funcionar con periodos semestrales.

De conformidad con el reglamento aprobado para su funcionamiento, este sistema inicia sus actividades bajo la dirección del Ingeniero Washington Medina, contando en su personal administrativo y de servicio con una secretaria y un conserje.

Los rápidos cambios y avances tecnológicos del mundo moderno, las necesidades de automatización de las empresas, el deseo de los bachilleres de optar por nuevas carreras con título Terminal, y el impacto que tiene la aplicación de la informática en el campo social y económico, impulsaron el

estudio y análisis de los planes y programas, con miras a transformar la Escuela, en Facultad.

El Honorable Consejo Universitario, aprueba la creación de la FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS mediante la resolución 386-92-CU-P del 4 de agosto de 1992, funcionando bajo la dirección de un Decano encargado.

En octubre de 1994 el orgánico funcional es aprobado y se inicia la gestión administrativa con autoridades electas.

Debido al descenso en la preparación académica de los bachilleres, se hizo necesaria la implementación de un curso de nivelación más amplio en contenidos y tiempo, así, se crea el Curso Propedéutico, en reemplazo del Curso Preuniversitario, con una duración de un semestre y que fue aprobado mediante Resolución 259-94-CU-P.

En este sentido, el 20 de octubre de 1998, mediante resolución 804-98-CU-P, el Honorable Consejo Universitario de la Universidad Técnica de Ambato, aprobó el proyecto de Reestructuración Académica y Administrativa de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, organizando a la Facultad en tres especialidades:

- Ingeniería en Sistemas Computacionales e Informática.
- Ingeniería Electrónica.
- Ingeniería en Diseño Industrial y Automatización.

Las cuales tienen bajo su responsabilidad la formación de profesionales capaces y debidamente preparados para afrontar los retos tecnológicos y científicos propios de un mundo eminentemente dinámico y progresista.



## **2.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES**

### **2.3.1 SISTEMA M2M A TRAVEZ DE LA TEGNOLOGIA GSM/GPRS**

#### **2.3.1.1 SISTEMA M2M**

El acrónimo inglés M2M hace referencia a las comunicaciones máquina a máquina, máquina a persona o persona a máquina, aunque la noción más extendida es la primera de ellas. Tanto en el trabajo como en el hogar, en los medios de transporte y espacios públicos, estamos rodeados por multitudes de máquinas y dispositivos, como cajeros automáticos, ascensores, máquinas expendedoras, semáforos, controles de acceso, paneles de información, maquinas que operan en modo continuo y que precisan, para su mantenimiento preventivo y correctivo, ser monitorizadas y controladas las 24 horas del día. La comunicación M2M permite a estos dispositivos distribuidos que igualmente puedan transmitir datos a sistemas de control remoto (telemetría) o en red con otros dispositivos próximos, como también recibir, a su vez, los datos de esos mismos sistemas lejanos.

En el campo de las comunicaciones M2M, las soluciones inalámbricas representan, por su flexibilidad, un papel fundamental, ya que sirven tanto a máquinas fijas como a móviles que estén cambiando constantemente de lugar o que se comunican son otras máquinas o personas desplazadas (en cualquier momento). A menos que exista una infraestructura cableada, las soluciones inalámbricas son más económicas, se ponen más rápidamente en funcionamiento y son fáciles de mantener. Las comunicaciones M2M implican con frecuencia la necesidad de comunicaciones de datos de largo alcance (imprescindibles en telemetría), bien celulares (GSM/GPRS/SMS), bien por satélite. Sin embargo, en aplicaciones que requieren la interconexión en red de dispositivos cercanos, los estándares WLAN, Bluetooth y próximamente ZigBee™ resultan más adecuados. El campo de aplicación de las soluciones M2M para la industria, sobre todo en las tareas de

mantenimiento, como también en las fabricaciones en planta, es amplísimo. A continuación se describen algunas aplicaciones representativas.

A continuación se describen las facilidades que se tiene al utilizar el sistema M2M.

- **Mantenimiento de máquinas expendedoras.-** El reabastecimiento de las máquinas expendedoras es un proceso logístico costoso, ya que implica numerosos desplazamientos, transporte de pequeños volúmenes de mercancías y gran número de operaciones manuales. Las comunicaciones M2M, en su variante de telemetría, permiten a la empresa que gestiona el servicio conocer en todo momento el estado de las máquinas, la recaudación realizada, qué productos son los más solicitados, si la máquina tiene cambio suficiente y cuándo es el momento más adecuado para proceder al reabastecimiento. Además de mejorar los procesos logísticos, los sistemas M2M permiten comunicar al sistema central incidencias, como intentos de robo, actos vandálicos o que una máquina quede fuera de servicio. Desde el sistema central se puede además configurar remotamente mensajes publicitarios sobre las propias máquinas, mensajes adaptados a las circunstancias del momento: es el caso, por ejemplo, de una máquina que se encuentre próxima a un estadio deportivo en el que se celebre un determinado evento ese mismo día.

- **Telemantenimiento para el sector de automoción.-** Se trata de una aplicación mediante la que una unidad procesadora instalada o colocada en el vehículo, a partir de la información remitida por una serie de sensores, es capaz de detectar una disfunción, o la probabilidad de que ésta ocurra, y transmitir dicha información por ejemplo, a través de las redes de telefonía móvil hacia un centro de datos remoto para su análisis. Esta información puede enviarse en forma de códigos de problemas ya identificados y clasificados, parámetros de comportamiento o medidas directas

de los sensores. Se trata de una aplicación que se encuentra todavía dando sus primeros pasos.

- **Lectura de datos de diagnóstico en reparación.-** Es otra aplicación que resulta muy útil en el mundo del automóvil por ejemplo, en talleres de reparación, aunque también en cualquier otro sistema donde una unidad de procesamiento almacene datos de mantenimiento de la máquina, datos que haya que descargar a otro sistema de diagnóstico de averías para así proceder a la reparación.

- **Eliminación de cables en entornos industriales.-** La comunicación inalámbrica permite a dispositivos industriales transmitir o recibir datos sin los inconvenientes de las instalaciones de cable: máquinas móviles, sensores y actuadores que se montan en piezas, redes de equipos de control, etc.

**Aplicaciones domóticas.-** La palabra domótica proviene de la composición del término latino *domus* (casa, hogar) y *telemática* (informática más telecomunicaciones). La domótica, sin embargo, va más allá de su origen etimológico y puede definirse como la integración en el hogar de los avances y aplicaciones procedentes de campos tan heterogéneos como la arquitectura, la construcción la electricidad, la electrónica, la informática, la robótica o las telecomunicaciones. En consecuencia, tanto el ámbito del hogar como el de la oficina se benefician también de las posibilidades de las comunicaciones inalámbricas M2M. Sistemas como controles de acceso, detectores de intrusión, de incendio, de inundación, de simulación de presencia o de control de iluminación, constan de sensores que se comunican con centrales de alarma o unidades de control. Tender cables para garantizar esas comunicaciones resulta molesto, caro y, en ocasiones, como en edificios de valor artístico o histórico, inviable. La aparición del estándar ZigBee™ (tecnología de menor capacidad) vendrá a solucionar la carencia de una tecnología de radio de bajo precio y consumo.

### 2.3.1.2 ARQUITECTURA BÁSICA

La arquitectura básica de un sistema de tele medida y telecontrol GSM/GPRS, es el que se representa en la figura 2.1.



Figura 2.1.- *Arquitectura Básica Sistema M2M.*

Como se puede ver está basada en tres subsistemas: los servicios del operador de la red, los dispositivos de conexión a la red (teléfonos móviles y módems GSM/GPRS) y la unidad de control remoto basada en microcontrolador; en la que reside el software que configura y monitoriza las transferencias de datos entre dispositivos. Por otro lado está el terminal de control; un teléfono móvil. Mediante esta arquitectura cualquier situación detectada por la unidad de control remoto podrá ser notificada automáticamente mediante una llamada o mensaje corto SMS (Short Message Service) a los teléfonos móviles que tenga previamente configurados. Los usuarios del sistema podrán realizar operaciones de telemando sobre la instalación (apagado/encendido de equipos, apertura/cierre de electro válvulas, etc...) como respuesta a la notificación de un suceso o por iniciativa propia mediante la transferencia de un mensaje corto SMS según el formato y lenguaje de comandos que se hayan establecido

en el diseño del sistema. Esta arquitectura también permite que por iniciativa del usuario y mediante mensaje SMS y sus comandos asociados, se solicite al equipo información que permita conocer el estado actual de la instalación (tele medida). En determinadas aplicaciones puede ser interesante desarrollar un Terminal de control basado en ordenador. Este mediante el software de gestión y el correspondiente módem GSM/GPRS permitiría controlar la instalación de forma más flexible que con un teléfono móvil, al trabajar con una arquitectura menos rígida que permitiría por ejemplo disponer de una mejor interfase hombre máquina, de la gestión estadística y almacenamiento de incidencias, etc.

Las ventajas de los sistemas de tele medida y telecontrol GSM/GPRS se centran en los siguientes aspectos fundamentales:

- Economía y fácil disponibilidad de los terminales básicos de control.
- Acceso en tiempo real desde cualquier sitio con cobertura a las incidencias de la instalación y actuar de forma inmediata.
- El único coste son los mensajes o llamadas realizadas.
- No es necesaria la disponibilidad de acceso a la red fija de telefonía, solo se requiere que haya cobertura de la red GSM/GPRS.
- Disminución del coste de mantenimiento.
- Fiabilidad; las comunicaciones mediante SMS no ocupa ancho de banda dado que se transmiten en el canal de señalización y la entrega no es directa, queda bajo control de un SMSC (Short Message Service Center). SMS funciona correctamente incluso en zonas de cobertura baja. Múltiples son las aplicaciones de este tipo de sistemas. Entre las áreas industriales de mayor penetración se incluyen de modo de ejemplo las siguientes:
  - Agricultura (Control de Riego, Control de Invernaderos, etc...)
  - Lectura remota de contadores (Gas, Agua, electricidad, etc.)
  - Estaciones Meteorológicas Autónomas (Temperatura, Velocidad y Dirección Viento, Pluviométrica)
  - Sistemas de Control Medioambiental.
  - Sistemas de Alarma para personas imposibilitadas.
  - Control Remoto de Accesos sin Costes.

- Instalaciones Domóticas.
- Gestión de máquinas de expendedoras (vending)
- Telecontrol y Telemedida de todo tipo de Maquinaria
- Telemedida y Controles remotos del tipo SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) para cualquier tipo de Instalación.
- Control y Monitorización de la Red de Vías de Comunicación (Tráfico rodado, aéreo, de vía férrea)
- Control de PLC,s

Cuando en estos sistemas se integra la tecnología GPS (Global Positioning System) se dispone de información referente al posicionamiento, velocidad, tiempo y fecha. Con estos datos, nuevas aplicaciones son abordables. Las más importantes son:

- Control de Flotas con GPS y GSM/GPRS.
- Seguimiento de Vehículos con GPS y GSM/GPRS
- Sistemas de Seguridad para coches, barcos y aeronaves
- Sistemas de Guiado y Posicionamiento Automático.

En las aplicaciones en las que la cantidad de información a enviar es pequeña, lo más conveniente por su rapidez es transmitirla mediante mensajes SMS en vez de hacerlo mediante una comunicación de datos del tipo GSM/GPRS. Esta última opción requiere que el módem establezca un protocolo inicial de unos 15 segundos cuando un SMS se envía en unos 5 segundos. Un SMS permite la entrega de 140 bytes de datos, lo que se convierte en 160 caracteres ASCII de 7 bits. Cuando la cantidad de información a transmitir es grande (transferencia de ficheros, imágenes, etc.) es necesario considerar otras soluciones diferentes. El método tradicional de transmisión de datos con GSM es CSD (Circuit Switched Data). En el modo CSD de conmutación de circuitos el terminal abre una conexión y mientras se esté conectado se tendrá un circuito o canal dedicado exclusivamente para el y con una velocidad de transmisión de 9600 bits por segundo. La tarificación es por tiempo de ocupación de canal. Existe un modo mejorado, el HSCSD (High Speed Circuit Switched Data) en el que se realiza una conexión multicanal de forma parecida a lo que ocurre en las líneas ISDN (Integrated Services Digital Network), consiguiendo así

velocidades de hasta cuatro veces superiores a las que se obtienen con CSD. Como los canales quedan asignados de forma permanente hasta que finaliza la conexión, el HSCSD está especialmente indicado para aplicaciones en tiempo real donde se requieren velocidades de transmisión altas de forma continuada (Videoconferencia, transmisión de imágenes, etc.). Las empresas de telefonía móvil que operan en Ecuador no tienen disponible el servicio HSCSD.

Por último para transmitir datos esta disponible en la actualidad un tercer servicio el GPRS (General Packet Switched Service). El GPRS es una prestación añadida al servicio tradicional GSM de voz y SMS. La voz se envía mediante el método tradicional no utilizando GPRS. Los terminales activos con GPRS están conectados a la red de forma permanente tarificándose por volumen de datos no por tiempo de conexión. En el modo GPRS los datos a transmitir se dividen en paquetes que son enviados de forma independiente y reensamblados en el punto de destino, de la misma manera que en una red IP. En teoría se pueden conseguir velocidades diez veces superiores que con CSD. En GPRS los operadores normalmente reservan al menos un canal de datos en una célula para GPRS y esto significa que se es el único usuario conectado se dispondrá de él en su totalidad. Si hay dos usuarios conectados se tendría la mitad del ancho de banda y así sucesivamente. Es decir que se comparten los recursos entre los distintos usuarios para optimizar su ocupación. A parte de esto se dispone de lo que se denomina velocidad asimétrica en la mayoría de los terminales, configurándose un canal para envío de datos desde el terminal y cuatro canales para recibir datos en el terminal. Este principio se fundamenta en la idea de que normalmente se necesita recibir datos más rápidamente que transmitirlos. Este planteamiento es especialmente indicado para navegar por Internet, pero no tiene por que ser el ideal para todas las aplicaciones. Con esta filosofía y teniendo en cuenta los terminales y las configuraciones de red actuales, en teoría se pueden recibir datos más rápidamente pero no enviarlos más rápido. Así un dispositivo de control en modo GPRS que quiera enviar una imagen fija no enviará la información más rápido que en el modo estándar. Un terminal GPRS activo está constantemente conectado a la red, así para iniciar una comunicación no es necesario el establecimiento de la

llamada, se transmiten los datos directamente. Esta prestación reduce el tiempo de transmisión sobre todo cuando se envían pequeñas cantidades de información.

Los desarrollos de sistemas M2M de tele medida y telecontrol GSM hoy en día están basados principalmente en la transmisión de la información mediante mensajes SMS. Cuando se quieren transmitir grandes volúmenes de información, los mensajes cortos dejan de ser una alternativa. La posibilidad de poder constatar mediante una telemetría en tiempo real que la información que proporciona el sistema de tele medida es correcta o que una determinada operación de telemando se ha ejecutado correctamente incrementa la robustez del sistema ante fallos. Algunas de las aplicaciones posibles serían:

- Autenticación de eventos
- Autenticación de operaciones de telemando.
- Detección de averías.
- Control de Accesos.

Si aparte de la integración de la telemetría se implementan algoritmos que las procesen otro tipo de aplicaciones serian abarcables disponibles:

- Implementación de Sensores Virtuales.
- Detección de eventos.
- Identificación de Patrones.
- Identificación de Personas.

Está claro el interés de poder trabajar con la telemetría en los equipos de tele medida y telecontrol GSM.

#### **2.3.1.2.1 DESCRIPCIÓN HARDWARE Y SOFTWARE DEL SISTEMA**

El sistema que se presenta en este trabajo se ha diseñado para que sea una plataforma universal M2M para tele medida y telecontrol basada en las tecnologías GSM. Así, modificando solamente su firmware se podrá adaptar distintos tipos de aplicaciones industriales. Dicha plataforma tendría una arquitectura como el de la figura 2.2.



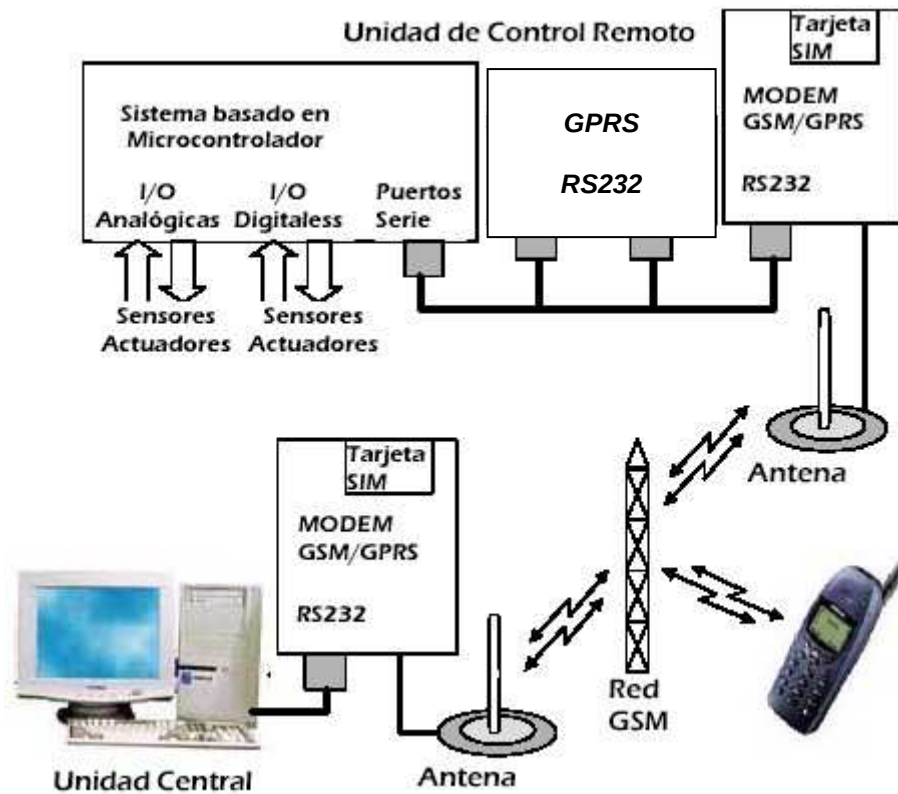


Figura 2.2.- *Plataforma Universal M2M para Tele Medida y Telecontrol*

La unidad de control remoto basada en microcontrolador es capaz de funcionar conectada a la red GSM mediante un módem GSM y realizar operaciones de:

- Tele medida (GPRS, entradas analógicas, entradas digitales).
- Telecontrol (salidas analógicas, salidas PWM, y salidas digitales ).

La unidad de control remoto se puede controlar desde dos tipos de terminales: unidad central basada en teléfono móvil o unidad central basada en PC. En nuestro sistema se utilizará una PC.

En el caso de la unidad central se ha desarrollado un programa en Visual Basic para poder comunicarse con el módem GSM en un entorno visual con la unidad de control remoto. Así el usuario fácilmente puede ejecutar las operaciones de tele medida y telecontrol disponibles.

### **2.3.1.2.2 SITUACIÓN, EVOLUCIÓN Y PERSPECTIVAS**

Como se ha descrito anteriormente, las diferentes alternativas tecnológicas están en un proceso de evolución en diferentes ejes:

#### **3.1.2.2.1**

#### ***Mayor capacidad***

Es decir, por ancho de banda utilizado: puesto que en el aspecto radioeléctrico es un bien escaso y costoso, los nuevos sistemas buscan aumentar la capacidad de los canales de comunicación, bien para aumentar la tasa de transferencia, bien para posibilitar comunicaciones simultáneas.

#### **3.1.2.2.2**

#### ***Sistemas más eficientes en las bandas libres o sin licencia***

Como las denominadas bandas *ICM*, de uso industrial, científico y médico. Como en el caso anterior, el objetivo es aumentar la tasa de transferencia, ya que cada vez más el tipo de contenido se hace más multimedia, como el caso de los DVD, pantallas de plasma, etc., que hay que interconectar ***sin hilos***.

#### **2.3.1.2.2.3 Menor consumo**

Ya que aunque la alimentación comparte cableado y es más fácil de obtener en el hogar, la empresa o el vehículo, hay aplicaciones que por su aislamiento o por la movilidad no pueden tener siquiera cableado de alimentación. Menor

consumo significa menor potencia de emisión, lo que equivale a menor posibilidad de alcance.

### 2.3.2 TECNOLOGÍA GPRS

GPRS (General Packet Radio Service), es un sistema de comunicaciones inalámbricas basado en la conmutación de paquetes. Perteneció a la denominada generación 2.5 (2.5G), por ser el resultado de la evolución de GSM (2G) y representar un paso hacia los sistemas 3G.

Es una tecnología superpuesta a la infraestructura GSM existente (Fig. 2.3), es decir, sólo requiere unas modificaciones sobre la red GSM (añadir nuevos elementos que funcionen como pasarelas específicas para la conexión de datos); por lo que continúa soportando los servicios de dicha tecnología y añade uno nuevo que permite la transmisión de paquetes vía radio, utilizando el protocolo IP. Esta característica ha hecho posible que GPRS permita la conexión a Internet.



Figura 2.3.- Tecnología GPRS

#### 2.3.2.1 Transmisión de Datos con GPRS

Aunque utilizando GSM ya es posible la transmisión de datos vía radio, veremos cómo ciertas características de esta tecnología la hacen ineficiente para tal fin y cómo GPRS se presenta como una alternativa más eficaz y económica.

### **2.3.2.1.1 Conmutación de Paquetes**

GSM utiliza la técnica de conmutación de circuitos, que consiste en seleccionar en base a los dígitos marcados un camino de comunicación hasta el destino (como una llamada telefónica regular); por lo que los recursos quedan ocupados por un único usuario durante todo el tiempo que dura la comunicación. Debido a este modo de funcionamiento, la facturación se realiza en base al tiempo transcurrido.

GSM resulta adecuado para la transmisión de voz; debido a que cuando hablamos emitimos un flujo casi constante de sonidos y el canal de comunicación se utiliza casi en su totalidad. En cambio, los datos se transmiten a ráfagas, es decir, una gran cantidad de datos seguidos por periodos de silencio; por lo que si utilizamos conmutación de circuitos, el canal por el que se establece la comunicación estaría siendo utilizado de manera ineficaz, por debajo de lo que su capacidad permite.

La técnica de conmutación de paquetes utilizada en GPRS consiste en encaminar los paquetes hacia el destino a través de la red en función del tráfico existente en cada ruta. Los paquetes son el resultado de fragmentar las ráfagas de datos en trozos de longitud fija y añadirles una cabecera, que contiene las direcciones de origen y destino, entre otras cosas.

La ventaja de esta técnica es que los circuitos sólo se ocupan cuando se envían paquetes; por lo que el canal puede ser compartido por varios usuarios, a diferencia de la conmutación de circuitos, donde los abonados utilizan exclusivamente los recursos durante todo el tiempo que permanezca la

comunicación. Por este motivo la tarificación se realiza en función de la cantidad de información enviada o recibida y no por el tiempo de conexión.

En la figura 2.4, se observa mediante conmutación de circuitos se asigna un radio canal (time slot) por usuario durante toda la comunicación; ya sea de voz o de datos. En el caso de la sesión de datos, también se utilizará siempre un time slot por usuario durante todo el tiempo que dure la sesión, sin tener en cuenta la cantidad de datos transmitidos. En cambio, dos usuarios de datos GPRS comparten los recursos radio (los time slots 5 y 6, aunque podrían haber compartido uno solo) y no los ocupan si no se están transfiriendo datos; por lo que otros usuarios que tengan las mismas características de uso, también podrían compartir los mismos slots.

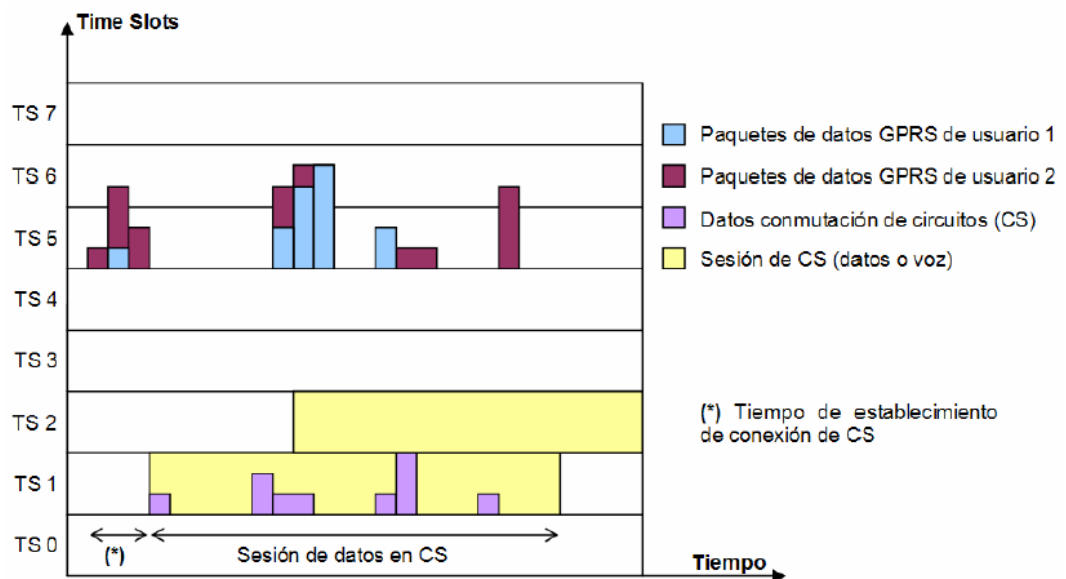


Figura 2.4.- *Conmutación de Circuitos y Conmutación de Paquetes*

### 2.3.2.1.2 Velocidad de Transmisión

La conmutación de paquetes, las nuevas codificaciones de canal y el uso de multislot introducidos por GPRS permiten obtener mayores tasas de transmisión que con GSM. Con GPRS teóricamente podemos obtener una velocidad máxima de 171 Kbps, cuando con GSM era de 9,6 Kbps.

En GSM sólo se puede tener un canal asignado (timeslot), sin embargo, en GPRS, se pueden tener varios, tanto en el sentido de transmisión de móvil a estación base (enlace ascendente o uplink) como de la estación base al móvil (enlace descendente o downlink). La velocidad de transmisión aumentará con el número de canales asignados. Además, GPRS permite el uso de esquemas de codificación de datos que permiten una velocidad de transferencia de datos mayor que en GSM.

#### **2.3.2.1.3 Conexión Permanente**

Una de las aportaciones más importantes de GPRS es permitir la posibilidad de que un terminal permanezca siempre conectado a la red. Propiedad que se conoce como “Always on”.

Esta característica es posible, por un lado, a que el terminal no hace uso de recursos de red mientras no esté recibiendo ni transmitiendo datos, no tiene que pagar por minuto; por lo que puede estar conectado todo el tiempo que desee.

Además, mientras que para GSM (y para todas las redes de conmutación de circuitos) es necesario un proceso de marcado dial-up para poder establecer el circuito de comunicación. Para los usuarios GPRS la conexión siempre está disponible, no se necesita un procedimiento de establecimiento de conexión. Mientras el usuario GPRS puede iniciar una sesión e instantáneamente enviar y recibir datos, los usuarios GSM tienen que esperar un tiempo mientras se inicia la conexión. No está claro cuando empieza o termina una sesión GPRS porque normalmente dura todo el tiempo que el terminal permanece encendido.

#### **2.3.2.2 GPRS en Internet**

Actualmente tanto el número de usuarios de telefonía móvil como de Internet continúa aumentando cada día más. Además, la creciente necesidad de movilidad ha hecho que ambas tecnologías hayan tomado caminos paralelos y que tiendan a integrarse. Por esto, ha surgido el concepto conocido como “Internet móvil”, el cual tiene como factor clave para su desarrollo el poder acceder a redes de conmutación de paquetes.

De hecho, una de las grandes ventajas de GPRS es que unifica el mundo de la telefonía móvil con la tecnología IP (Internet Protocol), como se observa en la figura 2.5; creándose una red superpuesta a la red GSM orientada a la transmisión de datos y que permite acceder directamente a los proveedores de contenidos de Internet (por eso también se le conoce como GSM-IP).

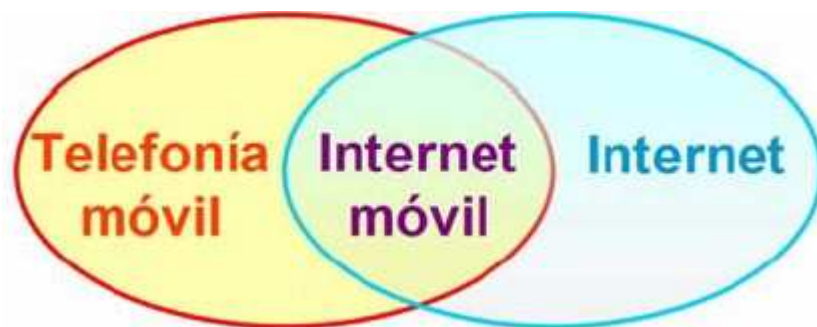


Figura 2.5.- **Concepto Internet Móvil**

Como hemos visto en los apartados anteriores, las características de GPRS lo hacen mucho más apropiado que GSM para acceder a Internet. No sólo el hecho de que se trate de una red de paquetes; sino también el aumento de la velocidad de transmisión, la característica de poder permanecer siempre conectado y el modo de tarificación.

Las redes de conmutación de circuitos no son apropiadas para sesiones de datos, donde es necesario garantizar cierta velocidad de transferencia y donde la cantidad de información enviada y recibida varía bastante (transmisiones intermitentes en forma de ráfagas, frecuentes de pequeño volumen o infrecuentes de volumen elevado).

No se puede navegar satisfactoriamente por Internet a una velocidad de máxima de 9,6 Kbps. Además, con GSM el usuario tiene que establecer una nueva conexión cuando quiere obtener o enviar datos y el coste resulta alto, tanto para el usuario como para el operador de la red, porque los recursos radio son utilizados ineficientemente y se paga por tiempo de conexión. Todas estas deficiencias de GSM para la conexión a Internet fueron solucionadas con GPRS.

El hecho de que GPRS permita acceder en movilidad a todas las facilidades de Internet, usando al terminal como si fuera un módem, lo hace idóneo para la aplicación que describimos en este proyecto. Nuestro Sistema M2M podría enviar los datos captadas a través de Internet a donde fuera necesario. Sólo bastaría con acercarse a una antena de la red GPRS y descargar sus datos, que llegarán rápidamente a la persona que necesite utilizarlos.

### **2.3.2.3 La Red GPRS**

En este apartado describiremos brevemente la arquitectura de la red GPRS y explicaremos la función principal de cada uno de los elementos que la componen; para ello comenzaremos con la red GSM, al ser esta la base de GPRS.

#### **2.3.2.3.1 Infraestructura GSM**

A continuación se muestra un esquema de los elementos que componen la red GSM (Figura 2.6). Todos ellos están presentes en la red GPRS; pero con ciertas modificaciones consistentes en la actualización del software existente, y en la implantación de nuevos elementos.



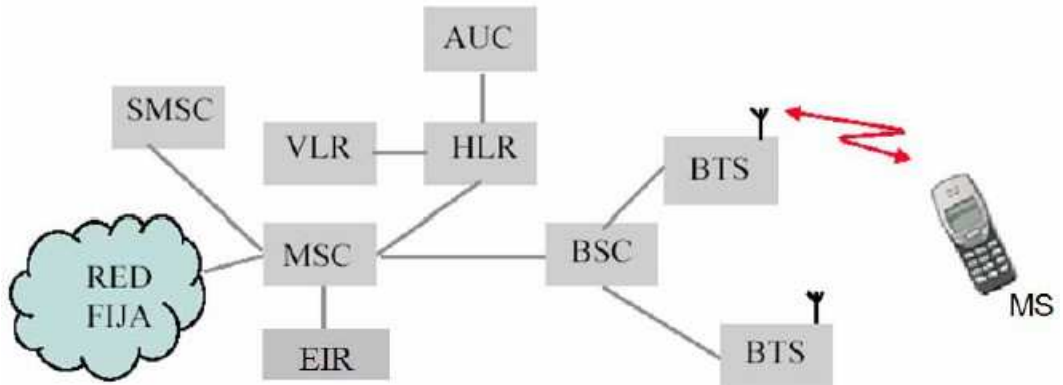


Figura 2.6.- *Red GSM*

**Subsistema Estación Base.-** Al conjunto formado por un BSC y varios BTS (Figura 2.7) se conoce como subsistema estación base (BSS: Base Station Subsistem) y agrupa la infraestructura específica de la parte radio.

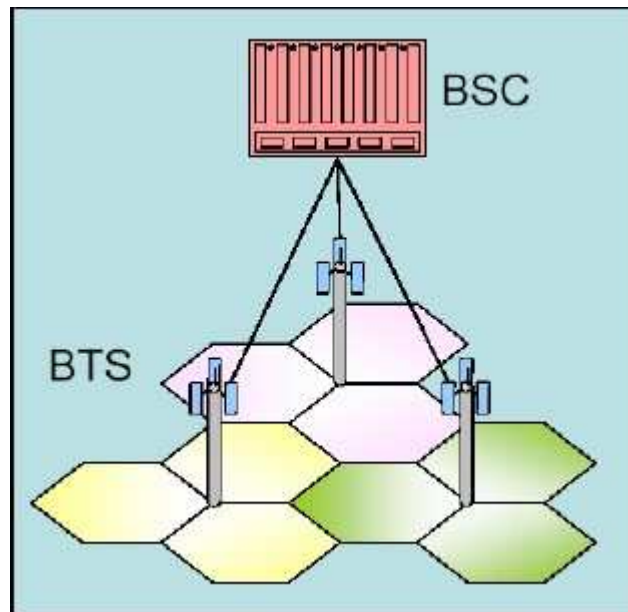


Figura 2.7.- *Estructura del BSS*

El controlador de estación base (**BSC**: Base Station Controller), como su nombre indica, es el encargado del control de los procesos que realizan en las estaciones base (**BTS**: Base Transceiver Station), es decir, de la administración de la interfaz radio y la gestión de sus recursos. Se encarga,

entre otras cosas, de controlar las conexiones radio de los usuarios móviles, de la asignación y liberación de radio canales, etc.

El **BTS** dispone de los dispositivos necesarios para la transmisión y recepción vía radio (radio canales). Puede haber hasta un máximo de 16 radio canales por estación base. El BTS es el encargado de tomar las medidas necesarias para asegurar la calidad de la comunicación.

**Subsistema de Red.- El HLR** o registro de localización de abonado (Home Location Register) es una base de datos central que proporciona la información de suscripción de los usuarios y los datos necesarios para poder establecer una llamada dirigida hacia un terminal móvil. Cada usuario debe estar registrado en un único HLR.

En la figura 2.8, se muestra la información almacenada en el HLR por cada uno de los usuarios.

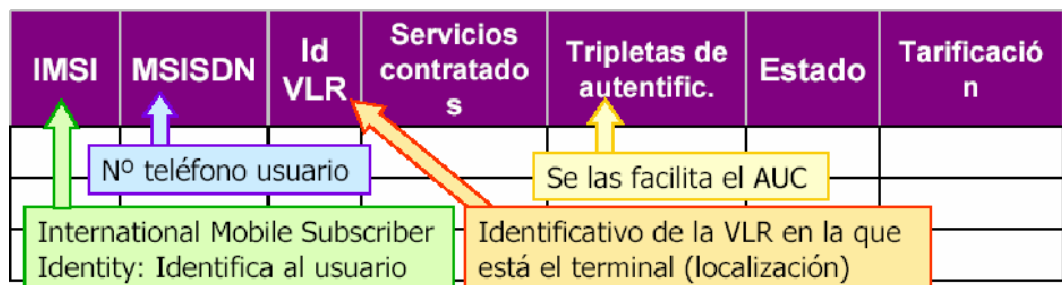


Figura 2.8.- **Información por Usuario Contenida en el HLR**

Existe otra base de datos controlada por el MSC, el registro de localización visitado (VLR: Visited Location Register); que contiene información relevante sobre los MT que están en el área de localización del VLR. Es decir, el VLR es una base de datos de los usuarios de una zona. La figura 2.9, muestra los datos de usuario que se encuentran en el VLR.

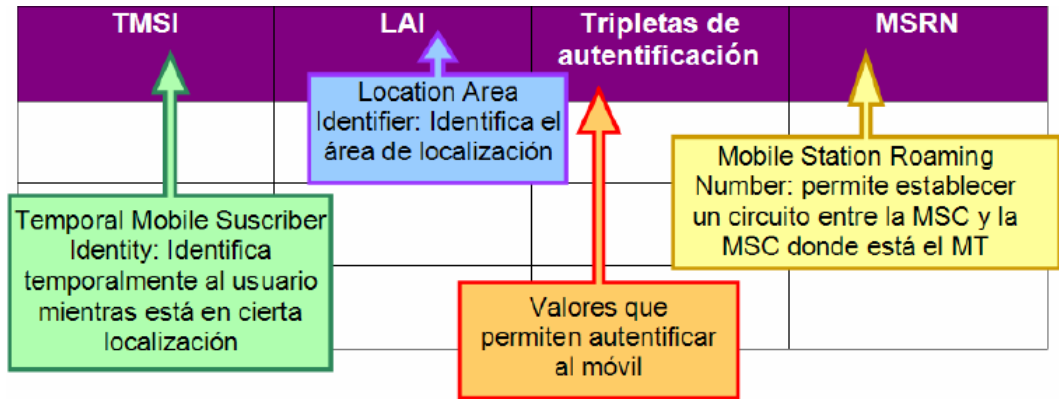


Figura 2.9.- **Información Contendida en el VLR**

Otro elemento de la red GSM es el centro de conmutación o **MSC** (Mobile services Switching Center) que se encarga de realizar labores de conmutación dentro de la red y funciona como interfaz con otras redes de telecomunicaciones. El MSC agrupa a varios BSS y realiza funciones de gestión de movilidad de los MT, entre otras. Suele estar asociado a un VLR dando soporte a los procesos de llamada y autenticación.

Cuando un terminal entra a la red, el par MSC/VLR pregunta al HLR los datos del usuario.

Si el MSC actúa como interfaz con la red telefónica conmutada (RTC) se habla de GMSC (Gateway MSC). Un gateway se encarga de interconectar dos redes haciendo que los protocolos de comunicaciones que existen en ambas redes se entiendan.

El centro de autenticación o **AUC** gestiona los datos de seguridad y autenticación de los abonados. Es el encargado de entregar al HLR las tripletas de autenticación.

El registro de identificación de equipos (**EIR**) es una base de datos mundial que tiene la función de validar a los equipos. Utiliza el IMEI (identificador internacional de equipo móvil) para asegurar que un terminal es un equipo válido. Al recibir el IMEI, el EIR consulta tres listas donde aparecen los equipos ubicados en los diferentes países participantes en GSM, los equipos

que se encuentran restringidos y los que se encuentran dañados o no aprobados.

El **SMSC** (centro de servicio de mensajería) permite enviar y recibir mensajes cortos entre móviles y puede permitir interconexión con otros sistemas de correo electrónico. Es independiente de la red GSM y puede estar conectado a varias redes GSM simultáneamente.

Como podemos observar en la figura 2.10, al conjunto formado por el SMSC, el EIR, el par MSC/VLR, el HLR y el AUC se le conoce como subsistema de red (NSS).

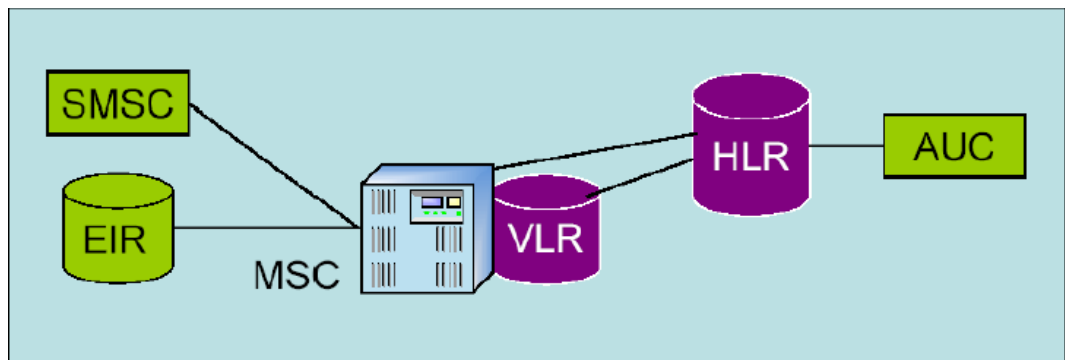


Figura 2.10.- *Subsistema de Red*

#### 2.3.2.3.2 **Arquitectura de la Red GPRS**

Como comentamos en párrafos anteriores, la red GPRS utiliza la infraestructura de la red GSM existente pero introduce nuevos elementos y realiza ciertas modificaciones en los existentes.

Tanto a las bases de datos existentes como a las BTS se realiza una actualización del software para poder soportar los nuevos modelos de llamada y las nuevas funcionalidades.

La infraestructura de la BSS sigue siendo la misma pero a nivel de BSC se introduce el **PCU** (Packet Control Unit). La adición de este elemento viene como consecuencia directa del hecho de que GPRS sea una estructura superpuesta a la red GSM; ya que se tienen que separar los diferentes flujos de datos y dirigirlos hacia la red correcta. Es decir, el PCU es el encargado de encaminar los diferentes tipos de tráfico. Si se trata de voz, lo encaminará hacia la MSC (red GSM) y si son datos los envía hacia la red de conmutación de paquetes específica de GPRS.

GPRS introduce dos nuevos nodos (el equivalente a las centrales de conmutación) a la red: el **GGSN** (Gateway GPRS Support Node) y el **SGSN** (Serving GPRS Support Node).

El GGSN actúa como interfaz lógico entre la red GPRS y las redes de paquetes de datos externas. Realiza funciones de encaminamiento de los paquetes de usuario, mantenimiento de sus datos, de tarificación y de seguridad, al permitir la introducción de elementos que protejan al sistema GPRS.

El SGSN es el responsable de la entrega de paquetes al terminal en su área de localización. Básicamente es un conmutador de paquetes GPRS que proporciona funciones parecidas a las realizadas por el MSC. Realiza funciones de autenticación, cifrado, control de acceso a la red, gestión de movilidad, etc.

También está encargado de establecer el proceso del “Tunneling” que consiste en encaminar correctamente los paquetes de datos de usuario entre SGSN y en GGSN. En la figura 2.11 se muestra la arquitectura de la red GPRS y se destacan los cambios introducidos respecto a la estructura GSM.

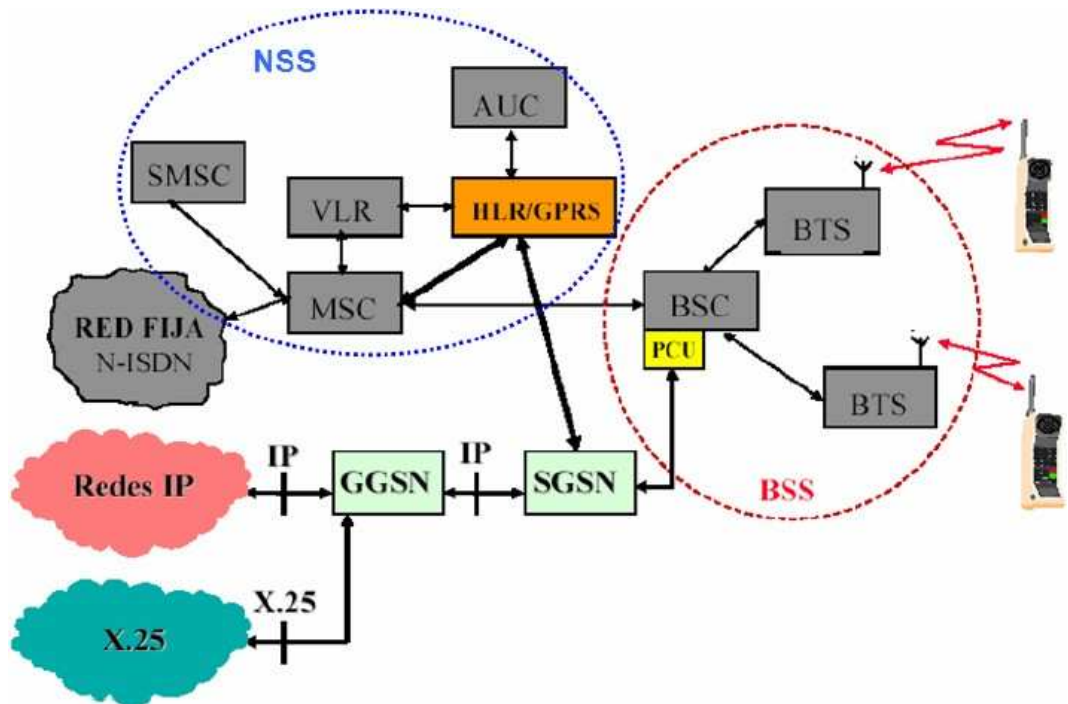


Figura 2.11.- Red GPRS

## VARIABLES FISICAS

### 2.3.4 SENSORES

Elemento que está en contacto con el elemento que voy a medir. Existen dos tipos de sensores:

#### □ Pasivos

Son aquellos que entregan a la salida la variación de un parámetro eléctrico pasivo también.

Elementos pasivos: Resistencia, bobina, capacitor

#### □ Autogeneración

Son aquellos que tienen la capacidad de entregar energía sea en voltaje o corriente

Ejemplo: Fotocelda, termocupla.

### **2.3.4.1 El Contactor**

El contactor es un interruptor accionado a distancia por medio de un electroimán.

#### **Partes del contactor:**

##### **Carcaza:**

Es el soporte fabricado en material no conductor, con un alto grado de rigidez y rigidez al calor, sobre el cual se fijan todos los componentes conductores del contactor.

##### **Electroimán:**

Es el elemento motor del contactor. Está compuesto por una serie de elementos cuya finalidad es transformar la energía eléctrica en magnetismo, generando un campo magnético muy intenso, el cual a su vez producirá un movimiento mecánico.

##### **Bobina:**

Es un arrollamiento de alambre de cobre muy delgado y un gran número de espiras, que al aplicársele tensión genera un campo magnético.

El flujo magnético produce un electromagnético, superior al par resistente de los muelles (resortes) que separan la armadura del núcleo, de manera que estas dos partes pueden juntarse estrechamente.

Cuando una bobina se energiza con A.C la intensidad absorbida por esta, denominada corriente de llamada, es relativamente elevada, debido a que en el

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

### **Núcleo:**

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

### **Armadura:**

Elemento móvil, cuya construcción se parece a la del núcleo, pero sin espiras de sombra, Su función es cerrar el circuito magnético una vez energizada la bobina, ya que en este estado de reposo debe estar separado del núcleo, por acción de un muelle. Este espacio de separación se denomina entrehierro o cota de llamada.

Las características del muelle permiten que, tanto el cierre como la apertura del circuito magnético, se realicen en forma muy rápida (solo unos 10 milisegundos). Cuando el par resistente del muelle es mayor que el par electromagnético, el núcleo no lograra atraer la armadura o lo hará con mucha dificultad. Por el contrario, si el par resistente del muelle es demasiado débil, la separación de la armadura no se producirá con la rapidez necesaria.



## **Contactos:**

Son elementos conductores que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de corriente, tanto en el circuito de potencia como en circuito de mando, tan pronto se energice la bobina, por lo que se denominan contactos instantáneos.

Todo contacto está compuesto por tres elementos: dos partes fijas ubicadas en la coraza y una parte móvil colocada en la armadura, para establecer o interrumpir el paso de la corriente entre las partes fijas. El contacto móvil lleva un resorte que garantiza la presión y por consiguiente la unión de las tres partes.

Contactos principales: Su función específica es establecer o interrumpir el circuito principal, permitiendo o no que la corriente se transporte desde la red a la carga.

Contactos auxiliares.- Contactos cuya función específica es permitir o interrumpir el paso de la corriente a las bobinas de los contactores o los elementos de señalización, por lo cual están dimensionados únicamente para intensidades muy pequeñas.

## **Contactores de 4 a 110 Kw. para conmutación de régimen normal y elevado.**

Aquí se indica el tipo de contactor que es utilizado en la implementación de este proyecto. Mostrado en la figura 2.12.

Este sistema modular consta de contactores principales y bloques de contactos adicionales. Las unidades básicas se pueden combinar con contactos auxiliares. Hay disponibles versiones de c.c.-c.c., enclavamiento mecánico integrado, así como versiones de 3 y 4 polos principales.

- Las unidades básicas se pueden combinar con contactos auxiliares (montaje superior/lateral).
- Posibilidad de versiones de 3 y 4 polos principales.
- El rango de potencias es de 4 a 110 kW.



Figura 2.12.- *Contactor*

#### **2.3.4.2 Motor Trifásico**

El motor trifásico se compone fundamentalmente de un rotor y un estator. Ambas partes están formadas por un gran número de laminas ferromagnéticas, que disponen de ranuras, en las cuales se alojan los devanados estatóricos y rotóricos respectivamente. Al alimentar el bobinado trifásico del estator, con un sistema de tensiones trifásicas, se crea un campo magnético giratorio, el cual induce en las espiras del rotor una fuerza electromagnética, y como todas las espiras forman un circuito cerrado, circula por ellas una corriente, obligando al rotor a girar en el mismo sentido que el campo giratorio del estator.

## **Partes del motor giratorio:**

### **Estator:**

Es la parte fija del motor y se compone de:

**Carcaza:** Parte que sirve de soporte al núcleo magnético. Se construye con hierro fundido o acero laminado.

**Núcleo Magnético:** Es un apilado de laminas ferromagnéticas de pequeño espesor, aisladas entre si por medio de barnices.

**Bobinado estatórico:** Bobinas que tienen la función de producir el campo magnético. Están alojadas en las ranuras (abiertas o semicerradas) que tienen el núcleo.

**Bornera:** Conjunto de bornes situado en la parte frontal de la carcaza, que sirve para conectar la red a los terminales del bobinado estatórico. Los bornes a los cuales se conectan los principios de las bobinas, se identifican en la actualidad normalmente con U1, V1, W1 y los finales U2, V2 y W2.

### **Rotor:**

Básicamente esta formado por un eje y un paquete de laminas ferromagnéticas, que llevan en la periferia unas ranuras para alojar las bobinas retóricas.

Los extremos del eje se introducen en unos bujes o rodamientos, que deben ofrecer el mínimo de rozamiento, de modo que no influyan para producir un aumento de la corriente absorbida por el motor.

Según se coloquen los conductores del rotor, en cortocircuito conformando un bobinado, tenemos dos tipos de motores asíncronos: motores con rotor bobinado y el que utilizamos en nuestro laboratorio motor con rotor en cortocircuito o jaula de ardilla.

### **Motores con rotor jaula de ardilla:**

Son aquellos cuyo rotor esta integrado por un paquete de laminas ferromagnéticas de espesores muy pequeños, aislados entre sí. Este conjunto se comprime y se encaja en el eje, haciendo tope sobre unas hendiduras que lleva, de forma que no pueden salirse.

El bobinado del rotor esta formado por un conjunto de conductores desnudos, de cobre o aluminio, y puestos en cortocircuito, al soldarlos a dos anillos frontales del mismo material. Por el parecido que tienen con una jaula de ardilla recibe ese nombre.

Cuando se energizan estos motores absorben una corriente muy grande, pudiendo provocar, si la línea de alimentación es insuficiente, una caída de tensión apreciable, capaz de producir perturbaciones en otros receptores y aparatos de iluminación, por lo cual, cuando superen cierta potencia, el arranque ya no debe ser directo.

### **Elección correcta del tipo de motor para uso con variadores de frecuencia**

Los motores AC asíncronos convencionales se han construido considerando en todo momento que van a funcionar conectados directamente a la red eléctrica. Por tanto se ha pensado en una cierta tensión (p.ej. 230 Vac, 400 Vac) y en una determinada frecuencia fija (en España, 50 Hz). Se ha supuesto por tanto que la relación tensión / frecuencia, que a la postre determina entre otras cosas el par disponible, va a ser fija y constante. Los aislamientos entre bobinados se han dimensionado para baja frecuencia, la única que se espera encontrar en la red.

Por otro lado, la refrigeración de un motor asíncrono convencional suele provenir del propio motor mediante un ventilador acoplado al rotor (autoventilación), ya que, de nuevo, se supone que el rotor estará girando siempre a la velocidad nominal o cerca de ella, velocidad que sería suficiente para evitar el calentamiento excesivo del motor.

**Todas estas hipótesis son falsas** cuando se utilizan variadores-convertidores de frecuencia.

### **PROBLEMAS AL USAR MOTORES ELECTRICOS**

Al trabajar con variador de frecuencia, los principales problemas del uso de motores convencionales quedan claros:

- **Problemas a bajas velocidades:** la autoventilación es insuficiente para el régimen permanente a bajas revoluciones, al menos si se quiere mantener el par nominal, lo que nos obliga a instalar ventilación forzada exterior (dificultades de montaje...) o bien a sobredimensionar el motor. Recordemos que en la práctica el factor térmico suele ser el que limita la potencia de utilización del motor.

- **Problemas a altas velocidades:** el fabricante del motor no suele garantizar el rango de velocidades por encima de la nominal durante el que mantiene la potencia constante. De hecho, la autoventilación provoca una caída muy rápida de la potencia a medida que aumenta la velocidad de giro, debido a la potencia mecánica absorbida por el propio ventilador, potencia que debería estar dedicándose a mover la carga. También las pérdidas magnéticas en el entrehierro aumentan notablemente con la frecuencia. Todo esto prácticamente invalida al motor convencional para trabajar a velocidades sustancialmente superiores a su nominal.

- **Dstrucción de bobinados:** los armónicos presentes en la salida de potencia del variador son ricos en muy altas frecuencias y con el tiempo acaban degradando los bobinados, cuyos aislamientos no están preparados a largo plazo para un bombardeo permanente de transiciones abruptas de tensión.

**Caso de aplicaciones en lazo cerrado:** el motor convencional no suele incorporar encoder de fábrica, siendo el técnico el que debe instalarlo, operación no siempre fácil y que comporta ciertos riesgos y complicaciones en la operación de puesta en marcha.

### 2.3.4.3 Variador de Frecuencia

Hoy en día, el motor de inducción es el motor eléctrico más económico y eficiente, siendo también el más popular en la industria. Sin embargo, su empleo para algunas aplicaciones, como requerir cambios de velocidades, es muy restringido ya que, dada la fuente de alimentación (frecuencia y voltaje) y escogido el motor (potencia y número de polos), estos motores giran a velocidad prácticamente fija, por tal razón, se preferían otros tipos de motores menos eficientes y más caros para estas aplicaciones.

Los Convertidores de Frecuencia, también llamados Variadores de Frecuencia (VDF) o Inversores (Inverters), si bien realmente este nombre corresponde a uno de los componentes principales del VDF, varios fabricantes usan esta denominación, han venido a resolver el problema de poder usar los motores a velocidades variables sin disminuir mayormente su eficiencia, con lo que ahora estos motores conectados a estos equipos permiten ser usados en aplicaciones especiales.

Estos dispositivos forman parte de la familia denominada Drives en AC (AC Drives), la cual está constituida por otros equipos para comando de motores de corriente alterna, tales como los Partidores Suaves, que se emplean sólo para la partida y parada de los motores, y no para modificar la velocidad en régimen permanente.

## Principio de Funcionamiento

En definitiva, estos dispositivos entregan voltaje y frecuencia variable conforme a la necesidad del motor y la carga a él conectada. Para tal efecto, toma la alimentación eléctrica de la red, la cual tiene voltaje y frecuencia fija, la transforma en un voltaje continuo (Rectificador más Filtro) y luego lo transforma en voltaje alterno trifásico de magnitud y frecuencia variable por medio de un Inversor. Contando sólo con esta última etapa (Inversor), es posible también alimentar estos motores a partir de un suministro de corriente continua (por ejemplo baterías). También se puede contar con un rectificador monofásico de modo de poder alimentar un motor trifásico a partir de una fuente de alimentación monofásica. En la figura 2.13 se muestra un esquema que indica el principio de funcionamiento.

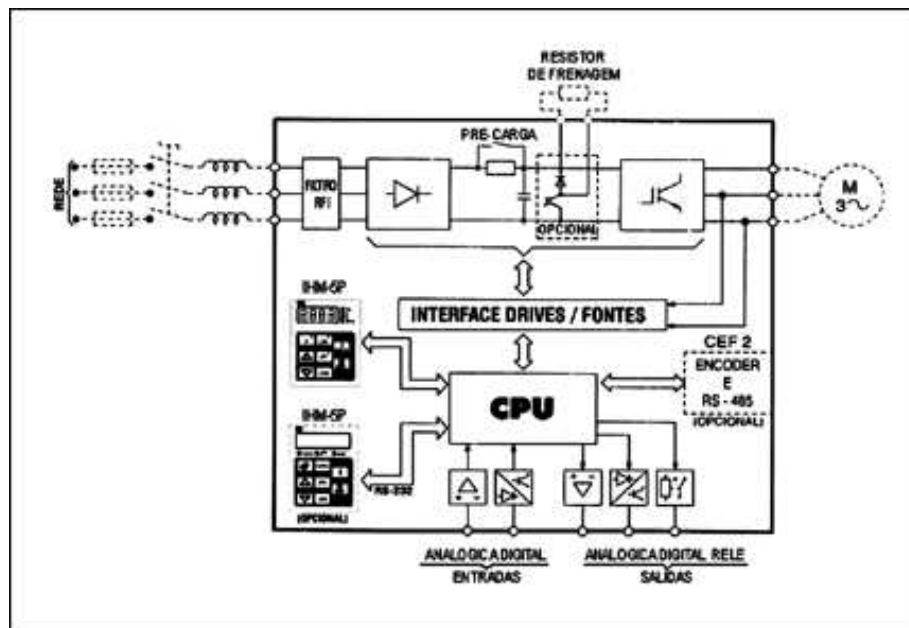


Figura 2.13.- *Principio de Funcionamiento del Variador*

La forma de onda del voltaje de salida en estricto rigor no es una senoide perfecta, toda vez que entregan una señal de pulso modulada a partir de una frecuencia de conmutación alta. En todo caso con los equipos actuales, donde podemos encontrar frecuencias de conmutación del orden de los 50 KHz, los

contenidos de armónica son bastante bajos, por lo que agregando filtros pasivos cumplen las exigencias normativas impuestas por muchos países.

La relación frecuencia-voltaje es configurada por el usuario según la aplicación, siendo las más usuales una relación lineal, la cual produce un torque constante en todo el rango de velocidad, o una relación cuadrática, la que el torque disminuye a medida que baja la velocidad.

En definitiva, conforme a la consigna de frecuencia que se le otorgue al equipo, la que puede ser un comando en el mismo equipo o una señal externa, se entregará al motor un voltaje de magnitud según la relación V/F configurada y de frecuencia conforme a la consigna. Esto hará que el motor gire a una velocidad proporcional a la frecuencia.

### **Funciones adicional**

Los equipos que se fabrican en la actualidad incorporan varias funciones adicionales, como las protecciones al motor y funciones de control para distintas aplicaciones, como controles PID y controles lógicos y secuenciales. Para permitir estas funciones, encontraremos en estos dispositivos una gran cantidad de terminales de control para conectar entradas y salidas digitales y análogas, puertos de comunicación de datos y una gran cantidad de parámetros de configuración.

### **Variador de control vectorial sin sensores**

Varispeed V7 es el controlador perfecto para aplicaciones industriales, como cinta transportadora, grúas, amoladoras, etc. Ofrece un increíble 100% de par a 0,5 Hz, lo que garantiza una velocidad de motor muy estable. También es muy compacto y silencioso. De forma opcional, puede conectarse a todos los buses de campo conocidos. Puede convertir el V7 en una estación de control descentralizada si añade una tarjeta opcional de PLC.



- El control vectorial sin sensores garantiza el 100% a 0,5 Hz
- Tamaño compacto disponible en IP20 o IP67
- Funcionamiento silencioso sin disminución de corriente
- Software de programación: CX-drive para la configuración de parámetros

CASE (software de aplicación de variador) y tarjeta opcional de PLC. La figura 2.14, muestra este equipo.



Figura 2.14.- *Variador de Frecuencia*

#### **2.3.4.4 Sensor E3JM**

En la parte correspondiente al anexo 7, se puede apreciar todas sus características. Se aprecia de mejor forma para un buen entendimiento.

#### **2.3.4.5 Sensor E3MC**

Se debe tomar en cuenta la siguiente clasificación de dispositivos que se pueden utilizar en cualquier tipo de implementación utilizando este tipo de Sistema como es el M2M.

#### 2.3.4.6 Tipos de Sensores

- **Sensores por la Variable que va a Medir**
- **Sensores de Desplazamiento**
- **Sensores Capacitivos**
- **Sensores Inductivos**
  - *Transformador Diferencial Variable Lineal (LVDT)*
- **Medidas de Temperatura o Sensores de Temperatura**
  - *Termómetro de Vidrio*
  - *Termómetro Bimetálico*
  - *Termómetro de Resistencia o Termoresistencias*
  - *Termistores*
  - *Termocuplas o Termopares*
    - Tipo T
    - Tipo J
    - Tipo K
    - Tipo R y Tipo S
  - *Semiconductor LM335 o LM 35*
  - *Pirómetros de Radicación Total*
  - *Productos Especiales para la medición de temperatura*
  - *Lápices Indicadores de Temperatura*
  - *Conos ORTON y SEGER*
- **Sensores de Iluminación**
  - *Celda Fotoresistiva (pasiva)*
- **Celda Fotovoltaica o Focelda**
- **Sensores para Medidas de Presión**
- **Sensores Metálicos**
- **Manómetro U**
- **Elementos Primarios**
- **Neumáticos**

- **Sensor Electrónico de Presión**
  - **Sensor Piezoeléctrico**
- **Medidores de Nivel**
  - *Sensores de Nivel de Líquidos basados en la utilización de electrodos*

## 2.3.5 INTRODUCCION A LA PROGRAMACION UTILIZANDO EL SOFTWARE LABVIEW 7.0

### 2.3.5.1 Generalidades

LABVIEW es un idioma de programación gráfica, donde se utilizan íconos en lugar de líneas de texto para crear las aplicaciones.

El flujo de datos determina la ejecución del programa.

En LABVIEW, se construye una interfaz de usuario usando un juego de herramientas y objetos.

La interfaz del usuario es conocida como el Panel Frontal.

El Diagrama de bloques contiene el código para manejar los objetos que se encuentran en el Panel Frontal. De igual forma, el Diagrama de Bloques se parece a un Diagrama de Flujo.

LABVIEW se integra totalmente para la comunicación con el hardware como GPIB, VXI, PXI, RS-232, RS-485, y con los dispositivos DAQ.

En la Figura 2.15 se muestra la ventana de inicio de LABVIEW que aparece al oprimir dos veces el botón del mouse sobre el ícono de LABVIEW.



Figura 2.15.- *Ventana de presentación de LABVIEW*

### 2.3.5.2 Ventanas del Panel Frontal y Diagrama de Bloques

Al seleccionar **Blank Vi** de la ventana de inicio de LABVIEW, una nueva ventana de panel sin título aparece en la pantalla. La ventana del panel despliega el Panel Frontal de su VI; esta es una de las dos ventanas que se utilizan en LABVIEW para construir un VI, la otra ventana es el Diagrama de Bloques.

**VI.-** Virtual Instrument, es la extensión de los archivos o programas que se construyen en LABVIEW.

Los paneles frontales y diagrama de bloques están constituidos por una colección de objetos gráficos que son los elementos programables de LABVIEW. Los paneles frontales contienen varios tipos de controles e indicadores. Los diagramas de bloques consisten en terminales que corresponden: funciones, subVIs, estructuras y cables que transportan datos de

un objeto a otro. En la figura 2.16 se muestra un panel frontal y su respectivo diagrama de bloques.

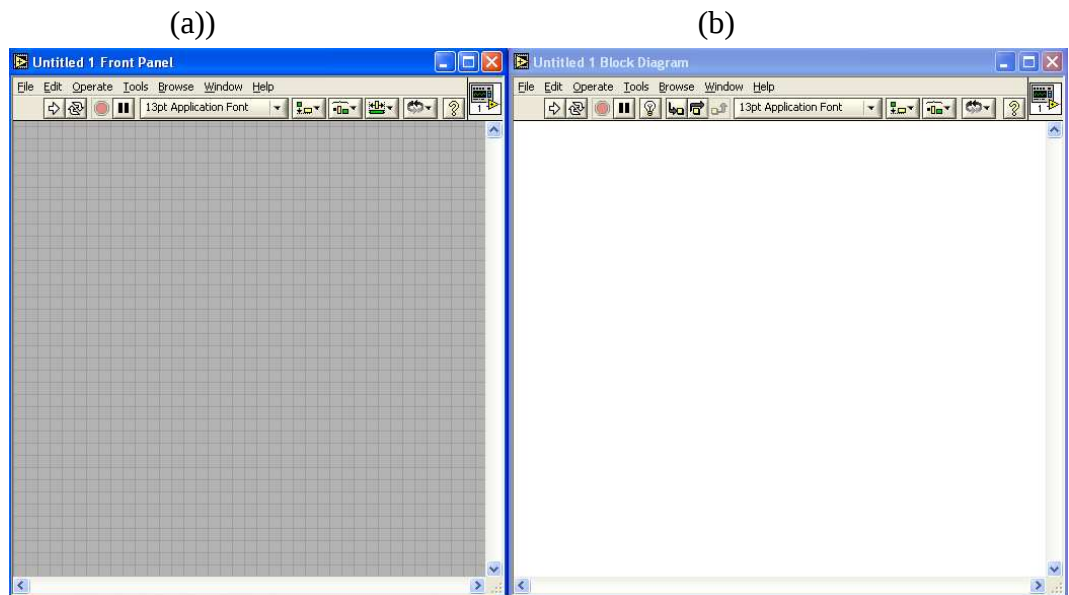




Figura 2.16.- (a) *Panel Frontal*, (b) *Diagrama de Bloques*


### 2.3.5.3 Barra de Herramientas del Panel Frontal

En la figura 2.17 se ilustra la barra que aparece en el Panel Frontal, y ésta sirve para hacer correr la aplicación y editar el VI.



Figura 2.17.- *Barra de Herramientas del Panel Frontal*

 Este icono sirve para hacer correr al VI. Cuando la aplicación se encuentra ejecutándose el icono se encuentra de la siguiente forma. 

 El icono anterior se presenta de esta forma, cuando existe un error en el Diagrama de Bloques, esto significa que la aplicación no puede ser ejecutada. Al hacer clic sobre este icono aparece la ventana de errores, que se muestra en la figura 2.18.

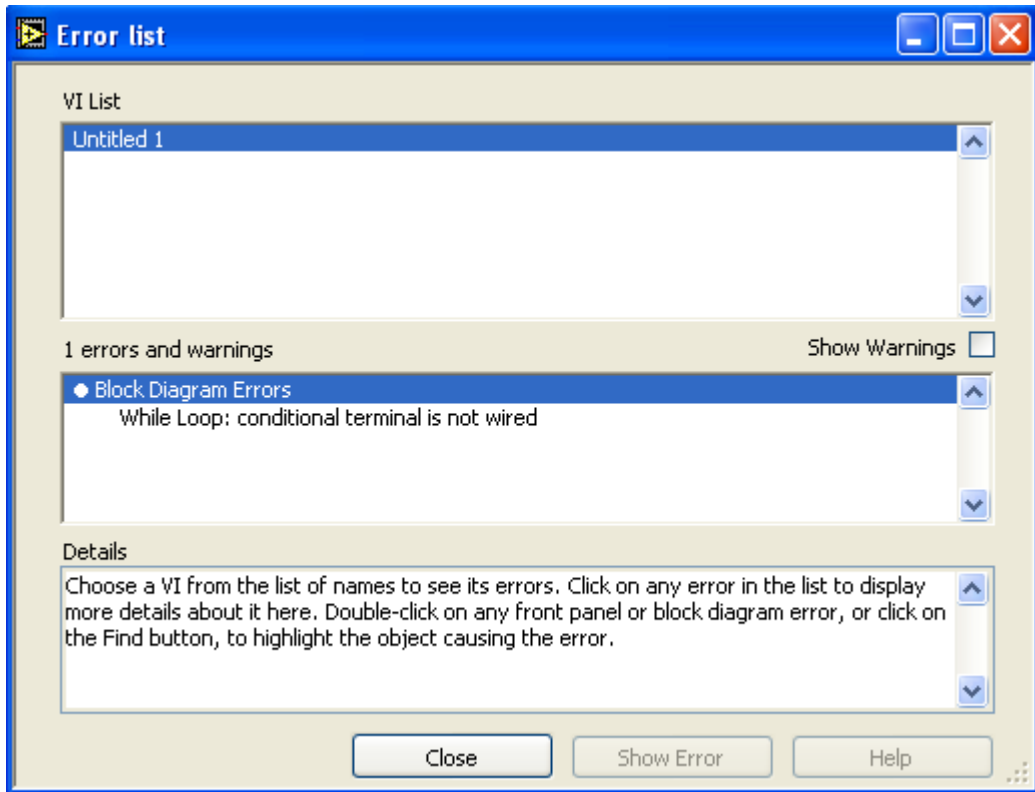






Figura 2.18.- *Ventana Indicadora de Errores (Error list)*


 Este icono permite que la aplicación corra indefinidamente hasta que se pulse el icono de Stop o Pausa.


 Este icono sirve para interrumpir la ejecución del VI.

 Este icono es utilizado para realizar una pausa a la ejecución del VI.

 Este icono es utilizado para encuadrar los objetos del Panel Frontal.

 Este icono sirve para distribuir los objetos del Panel Frontal.

 Este icono sirve para mover los objetos del Panel frontal hacia atrás, delante, etc.


 Esta barra sirve para la edición del Texto.


#### 2.3.5.4 Barra de Herramientas del Diagrama de Bloques


En la figura 2.19 se ilustra la barra que aparece en el Diagrama de Bloques, y esta se utiliza para depurar el Programa.



Figura 2.19.- *Barra de Herramientas del Diagrama de Bloques*

 Este icono es utilizado para ver como viajan los datos a través de las diferentes estructuras en el Diagrama de Bloques cuando la aplicación se encuentra en Modo de Ejecución.

 Este icono se emplea cuando se desea realizar una ejecución del VI a pasos, para ingresar a determinada estructura.


 Este icono se emplea cuando se desea realizar una ejecución del VI a pasos, para salir de determinada estructura.


#### 2.3.5.5 Paleta de Herramientas


Esta paleta es empleada para crear, modificar, y puede poner a punto VIs. La paleta de las herramientas que se muestra en la figura 2.20, esta disponible en el panel frontal como en el Diagrama de Bloques. Cuando se selecciona una herramienta, el icono del cursor cambia al icono de la herramienta seleccionada.





Figura 2.20.- *Paleta de Herramientas*


 Este icono es utilizado para cambiar los valores de un mando o seleccionar el texto dentro de un mando.


 Este icono se utiliza para posicionar, mover o modificar el tamaño de los objetos.

 Esta herramienta se utiliza para modificar el texto, y crear las etiquetas libres.


 Esta herramienta se utiliza para unir los iconos de Programación en el Diagrama de Bloques.


 Esta herramienta es empleada para visualizar las propiedades de un control colocado en el Panel Frontal.


 Esta herramienta sirve para desplazarse a través de la ventana sin necesidad de utilizar el Scrollbars.

 Esta herramienta es utilizada para colocar puntos de ruptura en el Diagrama de Bloques del los VIs.



 Esta herramienta es utilizada para crear puntos de Prueba en el Diagrama de Bloques de los VIs, es empleada principalmente para la depuración de los VIs.

 Esta herramienta es empleada para copiar el color y pegarlo en la herramienta de pintado.

 Esta herramienta se utiliza para colorear objetos.

### **2.3.5.6 Paleta de Control y de Funciones**

La de Funciones y de controles, contienen sub-paletas de objetos que sirven para construir un VI.

### **2.3.5.7 Paleta de Colores**

Es paleta contiene mandos e indicadores para colocarlos en el Panel Frontal del VI, esta paleta únicamente esta disponible en dicho panel. En la figura 2.21 se muestra dicha paleta.



Figura 2.21.- *Paleta de Controles*

### 2.3.5.8 Paleta de Funciones

Esta paleta es empleada para construir el Diagrama de Bloques de un VI, está únicamente disponible en dicho Diagrama. En la figura 2.22 se muestra dicha paleta.



Figura 2.22.- *Paleta de Funciones*

### 2.3.5.9 Creación de VIs

Los VIs. tiene tres partes principales:

1. Panel Frontal.
2. Diagrama de Bloques, y
3. El icono/conector.

**1. Panel Frontal.-** El Panel Frontal de un VI se construye con la combinación de una serie de controles e indicadores. Los controles son los elementos que proporcionan datos al VI, los indicadores despliegan los datos generados por el VI. Hay diferentes tipos de controles e indicadores, que se encuentran localizados en la Paleta de Controles.

**a. Controles Numéricos e Indicadores.-** Los objetos utilizados con mayor frecuencia son el control digital y el indicador digital. Para cambiar el valor de un control digital se puede oprimir el botón izquierdo del Mouse en los botones de incremento y decremento. En la figura 2.23 se ilustra un control y un indicador digital.

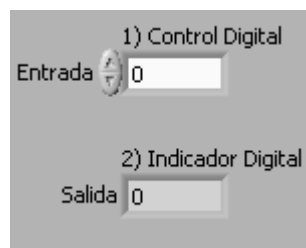


Figura 2.23.- *Controles e Indicadores Numéricos*

**b. Controles e indicadores Boléanos.-** Estos son utilizados para proporcionar y desplegar valores boléanos (verdadero-falso). Los objetos boléanos simulan interruptores, botones y Leds. En la figura 2.24 se ilustra un control y un indicador boléano.



Figura 2.24.- **Control e Indicador Boléano**

c. **Configuración de Controles e Indicadores.**- Los controles e indicadores pueden ser configurados utilizando las opciones de los menús pop-up. Al oprimir el botón derecho del mouse sobre los controles se despliega el menú pop-up que permiten configurar los componentes de acuerdo a nuestras necesidades.

El la figura 2.25, se ilustra como se despliega el menú de configuración de un control.

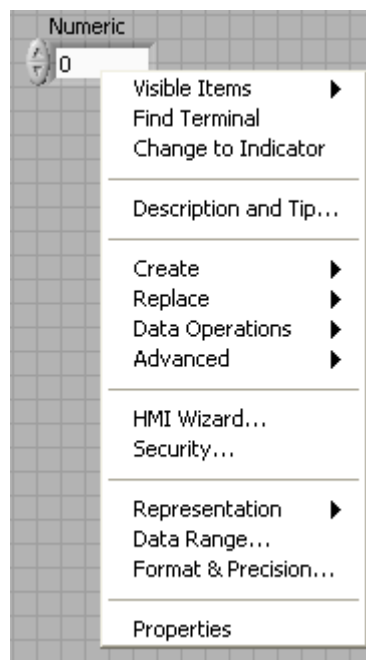


Figura 2.25.- **Propiedades de un Control Numérico**

### 2.3.5.10 Diagrama de Bloques

El Diagrama de Bloques esta compuesto de nodos, terminales y cables como se ilustra en la figura 2.26.

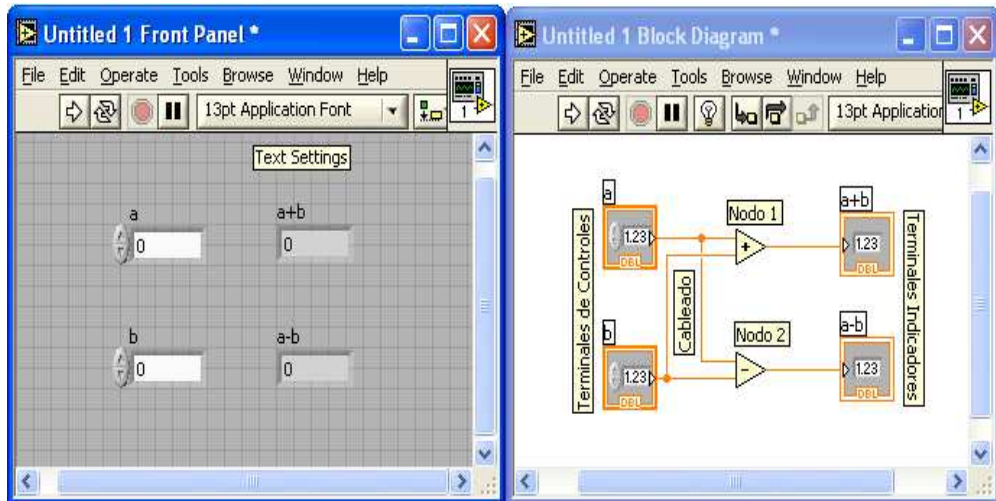


Figura 2.26.- *Diagrama de Bloques*

**Nodos.**- Los nodos son los objetos en el Diagrama de Bloques que tienen entradas y/o salidas, estos funcionan cuando un VI está en modo de ejecución. Son análogos a las declaraciones, operadores, funciones, y subprogramas en la programación texto-basado. Los tipos de nodos incluyen funciones, SubVIs, y estructuras.

Los SubVIs son VIs que se usan en el Diagrama de Bloques de otro VI, comparable a los subprogramas. Las estructuras son elementos de mando de proceso, como la Estructura de Secuencia, la Estructura While, Case, For. Las funciones como la suma, Resta de dos números.

**Cableado.**- Los cables son rutas de datos entre terminales. Son análogos a las variables en los lenguajes de programación convencionales. El flujo de datos es unidireccional, desde un terminal de origen hasta uno o varios terminales de destino. Existen diferentes tipos de cable para representar las diferentes clases de datos. Cada tipo de dato tiene un color diferente. En la figura 2.27, se indican los tipos de cables más comunes.










Wire Type	Scalar	1D Array	2D Array	Color
Numeric				Orange (floating-point), Blue (integer)
Boolean				Green
String				Pink

Figura 2.27.- *Tipos de cables*

**Terminales.-** Los objetos del Panel Frontal aparecen como terminales en el Diagrama de Bloques. Los terminales representan el tipo de dato ya sea este un control o un indicador. Por ejemplo un terminal de tipo DBL significa que este es de Doble Precisión.

Los terminales son entradas y salidas que intercambian información en el Panel Frontal y en el Diagrama de Bloques. Los terminales son análogos a los parámetros y constantes de los idiomas de la programación texto-basado.

**Programación del Flujo de Datos.-** La ejecución de un programa en LABVIEW es gobernada por el principio de flujo de datos que están disponibles en todas sus terminales de entrada, cuando termina su ejecución, el nodo provee de datos a todos sus terminales de salida, y los datos pasan inmediatamente de los terminales de origen a los terminales de destino.

El flujo de datos contrasta con el control de flujo de la programación convencional, en el que las instrucciones se ejecutan en la secuencia en la que se escriben.

Por ejemplo, considere un Diagrama de Bloques que suma dos números y posteriormente sustrae 50 del resultado de la suma. En este caso, el Diagrama de Bloques se ejecuta de izquierda a derecha, no porque los objetos estén colocados en este orden, sino porque una de las entradas de la función Subtract (resta) no es válida hasta que la función Add (suma) haya sumado los dos números, y pasado el resultado a la función Subtract. Hay que recordar que un nodo (función) solamente se ejecuta cuando los datos están disponibles en todas sus terminales de entrada, y que coloca los datos en sus terminales de

salida cuando termina su ejecución. El diagrama de bloques explicado anteriormente, se encuentra ilustrado en la figura 2.28.

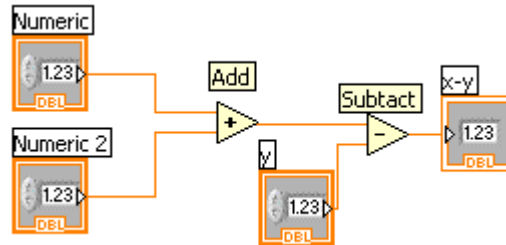


Figura 2.28.- *Diagrama de Bloques*

### 2.3.5.11 Creación de Sub VIs

La idea clave para crear aplicaciones en LABVIEW es entender y utilizar la naturaleza jerárquica del VI. Esto es, una vez que un VI es creado, este puede ser utilizado como un SubVI en el Diagrama de Bloques de un VI de un nivel más alto. Si un Diagrama de Bloques tiene muchos iconos, éstos pueden ser agrupados en un VI de bajo nivel para mantener la simplicidad del Diagrama de Bloques. Este procedimiento modular hace que las aplicaciones sean fáciles de depurar, entender y mantener.

Los SubVI son similares a funciones o Sub-rutinas en los lenguajes de programación convencionales.

En la tabla 2.1, figura 2.29 se muestra el siguiente pseudo-código y diagrama de bloques que indican una analogía entre SubVIs y sub-rutinas.

o de la Función	Código	Llamando de la Función desde el Programa Principal
<pre>function <i>operación</i> (in1, in2, salida) {     salida = (int1 + int2) / 2.0; }</pre>		<pre>main ( ) {     <i>operación</i> (punto1, punto2,                 respuesta) }</pre>

Tabla 2.1.- *Creación de Funciones y Llamada de Dicha Función*

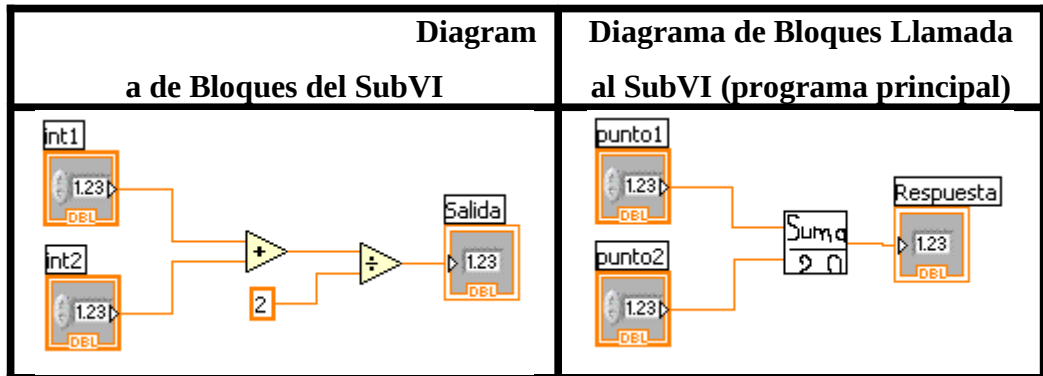


Figura 2.29.- Creación de Sub VIs

### 2.3.5.12 Tipos de Estructuras

Las estructuras controlan el flujo de datos en un VI. LABVIEW tiene cinco estructuras que controlan el flujo del Programa:

- El ciclo While.
- El ciclo For.
- La estructura Case.
- La estructura de Secuencia, y
- La estructura de Eventos.

### 2.3.5.13 Ciclo WHILE

El ciclo While repite una parte del código del Diagrama de Bloques múltiples veces. Para poner un ciclo While en el diagrama de bloques, se la selecciona de la sub-paleta Structures de la paleta Functions como se lo indica en la figura 2.30.



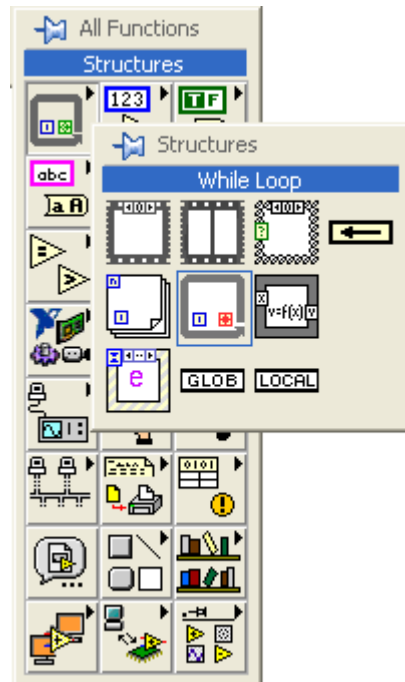


Figura 2.30.- *Icono Ciclo While*

El ciclo While es una caja redimensionable. El VI repite el código dentro de este ciclo, hasta que el valor Boléano pasado a la terminal condicional sea Falso. El VI revisa la condición terminal al final de cada iteración, ésta terminal numérica de salida que contiene el número de veces que el ciclo se ha ejecutado, comenzando desde cero.

 Terminal Condicional.


 Terminal de Iteración.

En la figura 2.31 se ilustran los terminales que forman parte de esta estructura.



Figura 2.31.- *Ciclo While*

Se puede cambiar la terminal condicional para que el ciclo deje de ejecutarse si el valor booleano que ingresa a dicha terminal es Verdadero, esto se lo consigue haciendo clic derecho sobre el símbolo de la terminal condicional y se cambia a éste modo de operación. El símbolo es el siguiente.

 Terminal Condicional (Se detiene la ejecución del programa si la condición es verdadera).

### 2.3.5.14 Ciclo FOR

Un ciclo For repite parte del código del Diagrama de Bloques un número determinado de veces.

El ciclo For se encuentra en la sub-paleta Structures de la paleta Functions, como se indica en la figura 2.32.

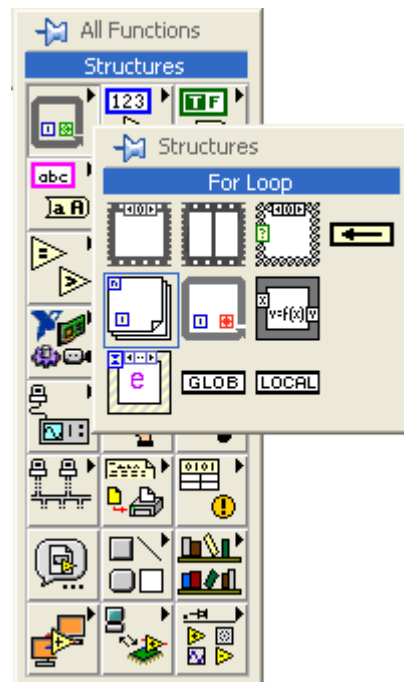


Figura 2.32.- *Icono Ciclo For*

El ciclo For es una caja redimensionable, que posee dos terminales:

- 4 **N** *Terminal de cuenta* (terminal de entrada).- Especifica el número total de veces que se va a ejecutar el ciclo, y
- 5 **i** *Terminal de Iteración* (terminal de salida).- Contiene el número de veces que ya se ha ejecutado el ciclo.

En la figura 2.33 se muestra dicha estructura.

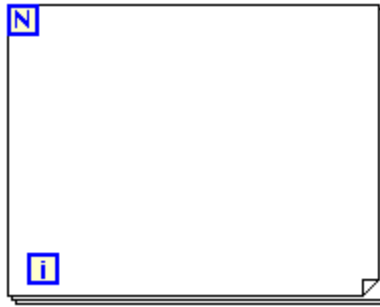


Figura 2.33.- *Ciclo For*

La diferencia entre el Ciclo For y el Ciclo While es que el primero ejecuta un número predeterminado de veces, mientras que el ciclo While deja de repetir el código que está encerrado dentro de sus límites únicamente si el valor del Terminal Condicional es Falso, y así el ciclo For deja de repetir el código, cuando el terminal de Iteración alcanza el valor del Terminal de Cuenta.

#### 2.3.5.15 Estructura CASE

Esta estructura se encuentra en la sub-paleta Structures de la paleta Functions. La estructura Case es análoga a la instrucción Case o a las instrucciones if... then...else, de los lenguajes de programación convencionales basados en texto. Esta estructura se parece a una baraja de cartas, en donde únicamente se puede ver un caso a la vez. Cada caso contiene un sub-diagrama.

Esta estructura sólo puede ejecutar un caso, y su ejecución depende del valor conectado a la terminal de selección, este terminal puede ser numérica o Boléano. Si el tipo de dato es boléano, la estructura se basa en un caso Verdadero y un caso Falso. Si el tipo de dato es numérico, la estructura puede tener hasta  $2^{31}$  casos.

### Estructura Case con datos de tipo Boléano

En la figura 2.34, los números pasan a través de túneles hacia el interior de la estructura Case y son sumados o restados, dependiendo del valor conectado a la terminal de selección. Si el dato es boléano a dicha terminal es Verdadero, el VI sumará los números; de lo contrario, lo restará.

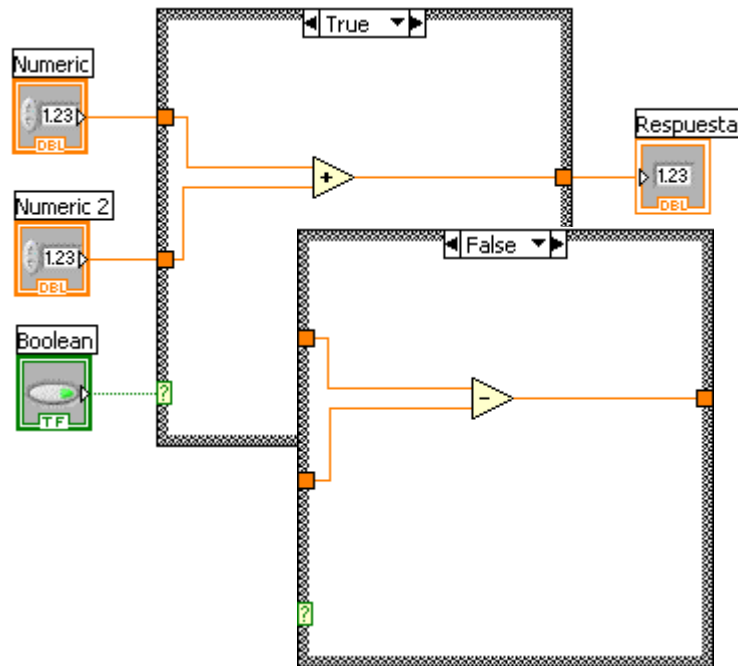


Figura 2.34.- Estructura Case con Datos del Tipo Boléano

### Estructura Case con datos de tipo Entero

En la figura 2.35, los números pasan a través de los túneles hacia el interior de la estructura Case, cuando el valor numérico conectado a la terminal de selección, donde este determina si los números serán sumados o reestados.

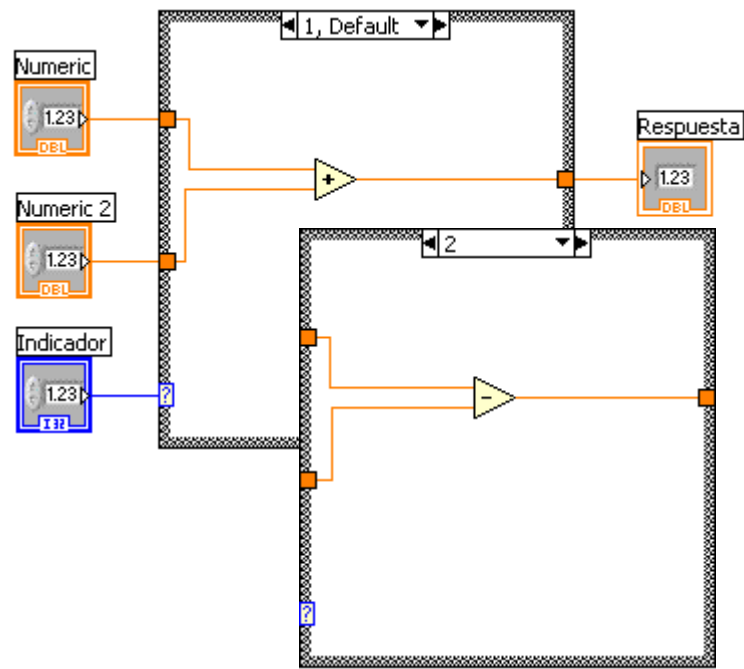


Figura 2.35.- *Estructura Case con Datos de Tipo Entero*

**Estructura Case con datos de tipo String (Cadena de Caracteres)**

En la figura 2.36, se indica un control por medio de texto, si en el control de texto escribimos la palabra de control suma, los valores numéricos se sumarán, si se escribe la palabra resta, los valores numéricos se restarán.

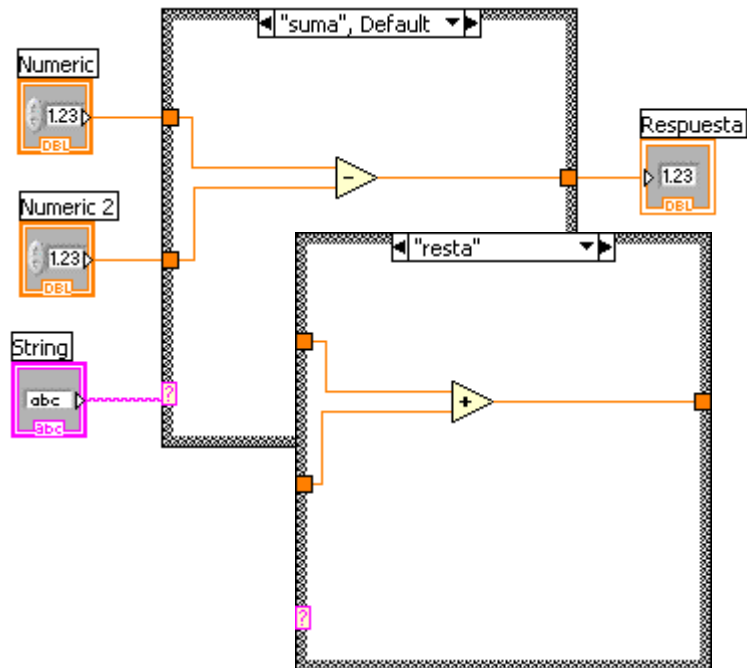


Figura 2.36.- *Estructura Case con datos de Tipo String*

Existen opciones en la estructura Case que aparece al oprimir el botón derecho del mouse sobre la estructura.

Se puede añadir, duplicar o quitar casos. También se puede modificar el orden de los casos u ordenarlos.

En la opción Make This Default Case del menú, se especifica que caso se va a ejecutar, si el valor de selección no está listado en la Estructura Case. El primer caso de la estructura tendrá la palabra Default en el valor de selección. Es necesario especificar un valor Default, si ésta no contiene todos los valores posibles para la terminal de selección (casos numéricos y cadenas de caracteres).

### 2.3.5.16 Estructura de Secuencia

Esta estructura se encuentra en la sub-paleta Structures de la paleta de funciones. Se asemeja a un rollo de película, por lo que ejecuta los diagramas en una secuencia establecida.

En los lenguajes de programación convencionales, basados en texto, las instrucciones se ejecutan en el orden en el que aparecen.

La programación basada en flujos de datos, un nodo se ejecuta cuando todos los datos están disponibles en sus entradas, pero en ocasiones es necesaria ejecutar un nodo antes que otro, y esta estructura, permite que LabView pueda controlar el orden en el que se ejecutarán los nodos.

El diagrama que va a ser ejecutado primero, se coloca dentro del Marco 1 (1...x), y así sucesivamente.

El símbolo (0...x) representa al rango de macros existentes en la estructura de Secuencia.

Al igual que la estructura Case, solamente un marco es visible a la vez.

En la figura 2.37, se indica dicha estructura.

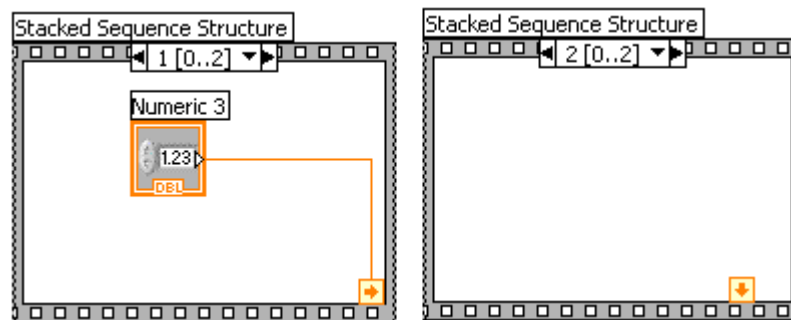


Figura 2.37.- Estructura de Secuencia

### 2.3.5.17 Nodo de Fórmulas

Este nodo se encuentra en la sub-paleta Structures de la paleta Functions. Dentro de esta estructura se puede escribir ecuaciones. Esta instrucción es una caja redimensionable, que se utiliza para escribir ecuaciones algebraicas directamente en el Diagrama de Bloques.

Esta opción es extremadamente útil cuando las ecuaciones tienen cierta complejidad o están compuestas de numerosas variables.

En la figura 2.38, se ilustra un Diagrama de Bloques donde se realiza una operación sin el Nodo de Fórmulas y un programa utilizando dicha estructura.

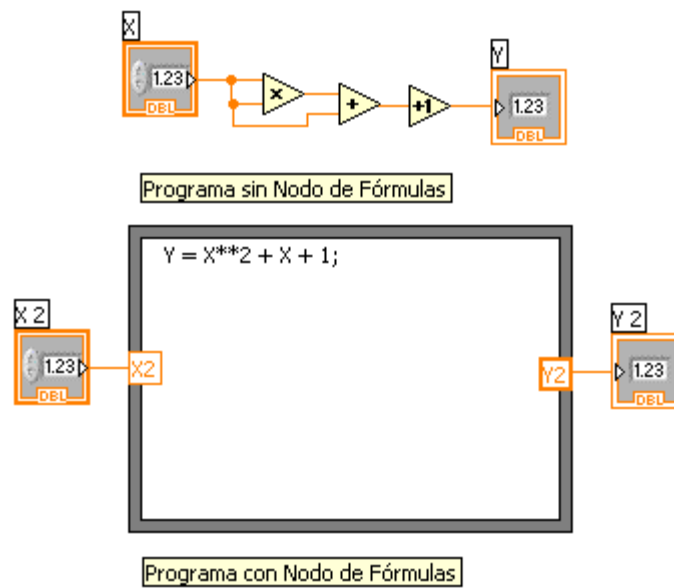


Figura 2.38.- *Nodo de Fórmulas*

### 2.3.5.18 Cadenas de Caracteres

Una cadena de caracteres es una colección de caracteres despleables o no despleables. Las cadenas de caracteres se utilizan para hacer más cosas que desplegar mensajes de texto.

#### Crear controles y cadenas de caracteres

Los controles e indicadores se encuentran en la sub-paleta String & Table de la paleta Controls.

#### Funciones de cadenas de caracteres

Estas funciones están disponibles en la sub-paleta String de la paleta de Funciones. Algunas de las funciones más comunes son las siguientes:

**String Length.-** Regresa el número de caracteres. En la figura 2.39 se indica su icono.



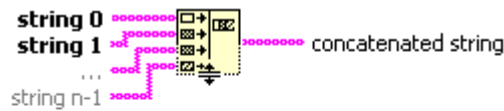


### String Length

Returns in **length** the number of characters (bytes) in **string**.

Figura 2.39.- *Icono de comando String Length*

**Concatenate String.**- Une todas las cadenas de caracteres y arreglos de cadenas de caracteres de entrada, y retorna en una sola cadena de caracteres como salida. En la figura 2.40, se indica su icono.

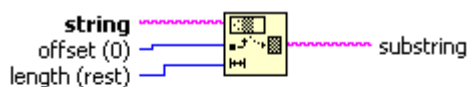


### Concatenate Strings

Concatenates input strings and 1D arrays of strings into a single output string. For array inputs, this function concatenates each element of the array.

Figura 2.40.- *Icono de comando Concatenate String*

**String Subset.**- Regresa un subconjunto de la cadena comenzando en offset y conteniendo length (número de caracteres). El offset del primer carácter es cero. En la figura 2.41, se indica su icono.

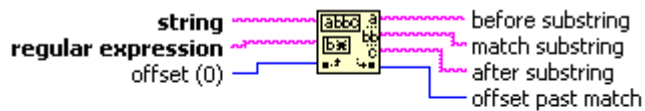


### String Subset

Returns the **substring** of the input **string** beginning at **offset** and containing **length** number of characters.

Figura 2.41.- *Icono de comando String Subset*

**Match Pattern.**- Si la función encuentra una cadena de caracteres que sea igual a la expresión regular, divide la cadena de caracteres en tres sub-cadenas. Si no encuentra la cadena de caracteres, el valor de salida sub-cadenas estará vacío y el valor de offset past match será de -1. En la figura 2.42, se indica su icono.

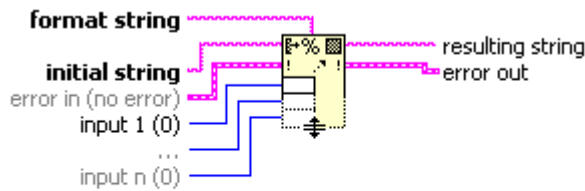


**Match Pattern**

Searches for **regular expression** in **string** beginning at **offset**, and if it finds a match, splits **string** into three substrings.

Figura 2.42.- *Icono de comando Match Pattern*

**Format Into String.**- Convierte cualquier argumento (ejm. Numérico) al formato específico, y lo coloca en resulting string. En la figura 2.43, se indica su icono.

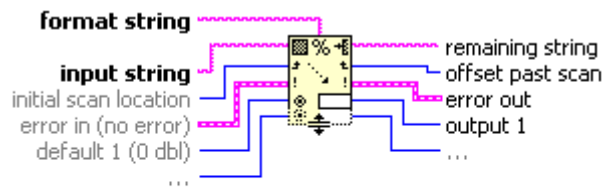


**Format Into String**

Formats string, numeric, path, or Boolean data as text.

Figura 2.43.- *Icono de comando Format Into String*

**Scan From String.**- Convierte una cadena de caracteres que contiene valores numéricos válidos (0 al 9, +, -, e, E, punto) a un número. La función empieza leyendo la cadena de caracteres input string en la posición inicial de búsqueda inicial search location. La función tiene la habilidad de convertir la cadena de entrada a diferentes tipos de datos. En la figura 2.44, se indica su icono.



**Scan From String**

Scans the input string and converts the string according to **format string**.

Figura 2.44.- *Icono de comando Scan From String*

## **2.4 HIPÓTESIS**

El diseño del sistema M2M aplicado a la Telemetría en el laboratorio OMRON de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de la UTA campus Huachi, permitirá demostrar el control inalámbrico aplicando a la tecnología de telefonía móvil.

## **2.5 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS**

### **2.5.1 Variable Independiente**

El diseño del Sistema M2M.

### **2.5.2 Variable Dependiente**

Control inalámbrico aplicando la tecnología de telefonía móvil.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 ENFOQUE**

El sistema planteado, esta enfocado a la transmisión por medio de la comunicación GPRS, de los cuales se obtendrán datos basados a la telemetría de cualquier variable física, en este caso nuestra variable física será una banda transportadora, que se encuentra en el laboratorio OMRON de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi.

#### **3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

Durante el desarrollo del Sistema planteado, se emplearán principalmente, los siguientes tipos de Investigación:

- Bibliográfica
- Descriptiva
- Experimental

*La Investigación Bibliográfica*, tomará parte de la recolección de información técnica, que servirá de fundamento tanto teórico como científico para el desarrollo del Sistema. El cual se utilizará apuntes referentes a comunicación inalámbrica, y de comunicaciones móviles como el GPRS; también se

utilizarán manuales, catálogos referentes a equipos (variables) que se quiere controlar. El Internet, también será un medio de recopilar información, el cuál será almacenado en una unidad, ya sea de CD, o un flash memory.

Con la información obtenida de la investigación bibliográfica, se procede con la ***Investigación Descriptiva***, el cual nos ayudará a analizar, describir; y así, poder tener la suficiente información para poder interpretar el sistema de comunicación que vamos a utilizar. También clasificaremos la información de los elementos, y procesos que hacen parte de esta comunicación.

Al utilizar la ***Investigación Experimental***; realizaremos las pruebas necesarias para el buen desarrollo del sistema a implementar, conjuntamente con toda la información recopilada anteriormente.

### **3.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN**

La investigación abarcó el nivel exploratorio, pues reconoció las variables que nos competen el nivel descriptivo, ya que este permitió caracterizar la realidad investigada, el nivel correlacional aclaró el grado de relación entre las variables en estudio, y finalmente el nivel explicativo detectó las causas de determinados comportamientos, y canalizó la estructuración de propuestas de solución a la problemática analizada.

Por el enfoque fue una investigación específica pues obtuvo información directa de los investigados, en virtud de los cual fue factibles desarrollar un análisis crítico de los resultados, y proponer alternativas de solución.

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

La presente investigación e implementación, se la realizará en el laboratorio OMRON de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de la UTA campus Huachi, y a diferentes profesionales en el área.

### **3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

Las operacionalizaciones empleadas en la presente investigación fueron: la entrevista, y la observación. En cuanto a la entrevista fue empleada para obtener datos de información referente a los modos de transmisión de datos, y qué medio es el mejor a utilizar.

La técnica de la observación fue de gran valor en la apreciación directa, ya que surgen circunstancias que permitieron confrontar los hechos con palabras, y elementos fundamentales para ilustrar un contraste de transparencia e imparcialidad en la investigación.

### **3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Para la recolección eficaz de la información de campo, se recurrió a las siguientes destrezas: el diseño, y la elaboración de los instrumentos de recolección de información a partir de la matriz operacional de las variables.

### **3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS**

Una vez aplicados los instrumentos y analizada la validez, se procedió a la tabulación de datos cualitativos y cuantitativos, a fin de facilitar la interpretación de los datos obtenidos.

Seguidamente se procedió al análisis integral, enriquecido gracias a los elementos de juicio desprendidos del marco teórico, objetivos y variables de la investigación.

Continuando con la estructuración de las conclusiones y recomendaciones organizadas en una propuesta lógica y factible, éstas permitirán participar proactivamente en la solución o minimización de la problemática planteada.

Finalmente, como parte fundamental de la investigación crítica prepositiva, se estructura una propuesta pertinente al tema de investigación que nos compete, enfocada a optimizar el tratamiento de las variables físicas, y en particular que nuestros maestros den la mayor prioridad a la enseñanza en cuanto al tratamiento de dichas variables físicas, para un pleno entendimiento de las mismas. Y así lograr un buen desarrollo en el campo experimental.

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 EL DIÁLOGO ENTRE MÁQUINAS, CADA VEZ MÁS FLUIDO

**Las aplicaciones que permiten la comunicación entre máquinas o M2M suponen una nueva oportunidad de negocio para las operadoras de telefonía móvil.**

Las máquinas expendedoras de Nestlé, los nuevos productos de entretenimiento y sistemas médicos de Philips o el sistema de reparto de Coca-cola están impulsando las comunicaciones entre máquinas (*Machine-to-Machine* o M2M). Este tipo de aplicaciones, que mueven 34.000 millones de dólares (28.000 millones de euros), podrían llegar a generar un negocio de 180.000 millones en el 2008, según la consultora FocalPoint.

Las aplicaciones M2M permiten la transmisión automática de datos entre máquinas (teléfonos móviles, agendas electrónicas, ordenadores, vehículos) a través de tecnologías inalámbricas (BlueTooth, WI-FI y UMTS) con el fin de automatizar procesos, integrar aplicaciones y crear servicios de valor añadido. Según Gartner, las compañías consiguen una mayor eficiencia en sus operaciones, una reducción de los costes de servicio, una mejora de la gestión de la relación con los clientes y un incremento de los ingresos.



En la actualidad, son innumerables los servicios que se pueden poner en marcha gracias a las aplicaciones M2M, como localización geográfica de empleados, vehículos de alquiler o taxis, servicios de pago en parquímetros a través de móvil, sistemas de seguridad que emiten mensajes de alarma multimedia a móviles y regulación de la circulación gracias a señales de tráfico equipadas con detectores de fluidez.

#### **4.1.1 Máquinas Exendedoras**

Uno de sectores pioneros en su uso han sido las máquinas expendedoras. Muchas compañías están gestionando su mantenimiento a través de soluciones M2M, que permiten a la compañía conocer de forma inmediata los niveles de inventario y recibir avisos de incidencias, como cortes en el suministro eléctrico, aumento de la temperatura, atasco de canal o actos de vandalismo.

Los costes de servicio y mantenimiento se reducen porque los reponedores conocen la cantidad de producto que necesita cada máquina y salen de la compañía con una ruta predefinida, evitando así visitas innecesarias a máquinas con suficientes existencias y optimizando el proceso de reposición. Estas aplicaciones también permiten conocer las cifras de ventas de cada unidad, lo que aporta información sobre la evolución de la venta de las distintas categorías y permite modificar los precios de cada producto en función de su demanda y temperatura exterior.

Todas estas ventajas favorecerán la progresiva introducción de las aplicaciones M2M en los procesos de negocio y supondrán inevitablemente un incremento notable de la transmisión de datos entre máquinas a través de Internet. Si bien hasta ahora la mayoría de comunicaciones online se producían entre personas, estas aplicaciones darán mayor peso a las máquinas. De hecho, en el 2010, los expertos aseguran que dos tercios de las comunicaciones que se realizarán en el mundo se producirán entre máquinas.

Las operadoras de telefonía móvil como Vodafone, Siemens Mobile y Orange están ofreciendo a las grandes compañías la posibilidad de poner en marcha y gestionar proyectos de comunicación entre máquinas, respondiendo así a la demanda que se ha generado en el mercado corporativo.

Aunque la puesta en marcha de las aplicaciones M2M obliga a que distintos jugadores del sector (fabricantes de móviles y equipos, desarrolladores de aplicaciones, proveedores de servicio) trabajen de forma conjunta, las operadoras de telefonía móvil son una pieza clave en el engranaje de estas aplicaciones. El tipo de estrategia y servicios que quieran ofrecer determinará la configuración de este mercado.

Se barajan dos alternativas. Por un lado, que las operadoras pongan en marcha, no sólo la infraestructura necesaria para hacer realidad la comunicación entre máquinas, sino también un conjunto de servicios propios de gestión y seguridad para las compañías usuarias de M2M. La otra alternativa es que los operadores móviles ofrezcan sólo el ancho de banda y permitan que terceras compañías de menor tamaño comercialicen paquetes de hardware, software y soluciones de integración.

Pero para que este panorama se haga realidad, el sector debe superar un importante escollo: la integración de estas aplicaciones en los sistemas actuales de gestión de datos de las compañías, ya que hacer hablar a dos máquinas requiere que las dos utilicen un mismo sistema de almacenamiento de información. Sin duda, la gran cantidad de fracasos que se han producido en los últimos años en los procesos de integración de sistemas debería ser un elemento a tener en cuenta para vislumbrar las posibilidades reales del M2M.

## **4.1.2 ¿Qué oportunidades ofrecen las aplicaciones M2M a las operadoras de telefonía móvil?**

### **4.1.2.1 Hacia un entorno Regulatorio**

**Brian Subirana, profesor del IESE**

Como consumidores de servicios de voz e imagen, las personas tenemos unas necesidades limitadas de ancho de banda que, a medio plazo, la tecnología cubrirá a un coste prácticamente cero. Por ello, la futura rentabilidad de las operadoras de telefonía móvil pasa por el desarrollo de otros servicios, como las aplicaciones M2M.

La telefonía móvil ofrece a este tipo de aplicaciones numerosas ventajas frente a redes como Internet: protocolo más seguro, posibilidad de identificación del usuario, integración de etiquetas RFID, sistema de micropago integrado, localización y movilidad. Sin embargo, para incentivar la innovación por parte de los desarrolladores de aplicaciones, es necesario superar importantes retos, como la creación de un entorno regulatorio que permita agentes inteligentes e identificación por radio frecuencia (RFID) o la estandarización del entorno de desarrollo y el sistema operativo. No se puede predecir el futuro pero todo apunta a que el M2M sólo ha dado sus primeros pasos.

### **4.1.2.2 Creación de modelos comerciales**

**Aristóteles Cañero, gerente del sector de telecomunicaciones de PwC**

La comunicación de voz ha sido el negocio principal de los operadores de telefonía móvil, mientras que las aplicaciones de datos significaban una parte insignificante de sus ingresos, ya que el reducido tamaño de los dispositivos móviles dificulta el uso del correo electrónico o de Internet. Sin embargo, el gran valor que genera la conexión a la red de las máquinas potenciará la

aparición de una importante demanda de servicios específicos de datos. No hay que olvidar que existen bastantes máquinas que personas, por lo que cuando los electrodomésticos o los coches se conecten de manera masiva a la red, el impacto será muy superior al que se produjo con la Web. Los operadores están preparados desde el punto de vista tecnológico, puesto que las redes de transmisión de paquetes ya ofrecen los mecanismos necesarios para el M2M o comunicación entre máquinas. Ahora es necesario crear los modelos comerciales y de marketing adecuados para explotar un suculento negocio.

Motivos suficientes por el cual es necesario el estudio de este sistema que tendrá un futuro excelente con una tecnología y educación de punta, que a la larga tendrá una recompensa generosa.

El sistema como se habló anteriormente, utiliza la cobertura o ancho de banda de una de las portadoras que tiene el país, en este caso se utiliza la de PORTA, por ser el equipo inalámbrico como es el caso de los módems, estos utilizan SIM (chip's de telefonía celular), y gracias a esta tendencia se tiene la oportunidad de implementar el Sistema estudiado. Teniendo como un buen recurso hacia todos los que están interesados en el estudio de esta nueva tecnología como es el M2M.

Se puede citar una de las desventajas que puede presentar el Sistema por consecuencia no de su funcionamiento del Sistema M2M y en consecuencia a la Telemetría; más bien es por la cobertura que tenga dicha portadora, en este caso la portadora al cual se le esta contratando el servicio para la comunicación, y para que el sistema no sufra una caída de comunicación se debe estudiar la ubicación y si tienen o no la cobertura necesaria para poder implementar con éxito el sistema.

Otro inconveniente que se suscita, es por cuanto en nuestro país hasta la fecha en que se realiza el estudio de este tema de tesis, no pudo ser implementada

con la tecnología GPRS; por no tener el servicio y una aceptación como se esperaba en cuanto tiene que ver al empaquetamiento de datos, por cuanto se optó por el envío de mensajes; por cuanto, éste si presenta las garantías necesarias para poder implementar el Sistema. Se espera que a futuro alguien recalque la información dada, y pueda llenar los vacíos necesarios pendientes.

La implementación del sistema que aquí se estudia, es gracias a la colaboración de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de la UTA; en consecuencia, no se presenta este tipo de inconvenientes, por que el alcance de señal es muy aceptable para lograr con éxito nuestros objetivos planteados conjuntamente con la hipótesis redactada y estudiada detalladamente. Así llegar a concluir con una aceptación agradable al tema tratado en esta tesis.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones, se han tomado de las experiencias obtenidas en los momentos de la implementación.

- El sistema implementado, funciona de acuerdo a las necesidades descritas, cumpliendo con los objetivos planteados tomados de una hipótesis. Un punto que hay que aclarar es la manera de cómo se llegó a cumplir tales objetivos; sin lugar a duda, al inicio de la propuesta se tenía pensado tener una interfaz electrónica; esto sería, utilizando un microcontrolador que conjuntamente con la programación en Visual Basic 6.0 e interactuando tanto el microcontrolador con PLC y el módem inalámbrico. A efectos de poder dar una alternativa concreta a lo que se deseaba controlar y aprovechando que dicha implementación se tendría que utilizar un PLC, se tuvo que encaminar por la casi realidad de lo que sucede en una empresa. Sin dudar, y al tener a la mano lo que es el paquete de programación LabView 7.0 Express, nuestra aplicación con dicho software, que resulta una acoplamiento más sencillo en lo que tiene que ver con la interfase de

la PC con el PLC, así logrando cumplir con nuestro propósito de controlar el dispositivo mencionado anteriormente en otro capítulo.

- En el Laboratorio OMRON, se pudo realizar la implementación que se tenía planteado inicialmente. Pudiendo así, demostrar el Sistema M2M, utilizando la comunicación GPRS. Para efectos de dicha comunicación, también se utilizó el programa mencionado en el punto anterior. Dicha comunicación al inicio, tenía que ser implementado conjuntamente el módem con el microcontrolador; al observar buenos resultados anteriormente, se decide nuevamente utilizar el paquete de programación LabView 7.0 Express; así, incrementar la parte de comunicación junto con los datos leídos del PLC y poder enviar al módem para tener una comunicación entre el servidor y en este caso un cliente, quien va hace un dispositivo de monitoreo de este sistema de control.
- Los módems realizan correctamente el envío de mensajes para así lograr controlar la implementación propuesta, gracias a los programas diseñados para cada sitio como son el del Gerente y el del Proceso.
- Por medio de LabView conjuntamente con los comandos AT para enviar mensajes, se logra controlar los dispositivos que se encuentra en Proceso.
- En el instante que el sistema envía una instrucción, y la comunicación con la portadora no está disponible, ocurre que dicha instrucción tienda a perderse, o la portadora conserve este mensaje con la instrucción enviada, para luego proceda a enviar a su destino. Para ello se tendría que tener programado una función dentro del sistema para que se verifique si hay señal de portadora o no, que dicho sistema no lo tiene implementado.

## **RECOMENDACIONES**

Las siguientes recomendaciones, se deben tener muy en cuenta al momento de la implementación con los diferentes equipos utilizados.

- Antes de programar el PLC, se debe tomar muy en cuenta las variables que van a intervenir dentro del proceso, para ello hay que ir anotando paso por

paso, o sea de elemento por elemento; por cuanto este método, reduce el tiempo de programación.

- Tener en cuenta la utilización de las direcciones de memoria, y que direcciones se van a utilizar, por cuanto si no se tiene claro, lo más seguro es una mala manipulación de registros ya sean de entradas, salidas o registros especiales, esto conllevará a confusiones en el momento de programar el PLC.
- Al crear un nuevo programa se debe configurar correctamente e identificar el tipo de dispositivo, y tipo de CPU con el que va a interactuar la PC con el PLC. Si es necesario se debe configurar la unidad de red, en este caso corresponde a la conexión como son el Número de puerto, y la velocidad; mientras que en el Formato de datos se debe tomar en cuenta los Bits de datos, la Paridad, y los Bits de Stop. Al no configurar correctamente el puerto este dará un sin número de errores.
- Tener en cuenta que se está trabajando por medio de mensajes, esto es que se está alquilando un servicio como es el de mensajes de la portadora PORTA, para ello se tienen que pagar puntualmente para no tener el desagradable inconveniente de no poder realizar ningún proceso tanto desde el lugar en donde se encuentra nuestro proceso como desde el lugar que se quiere controlar sin acercarse al sitio de ejecución.
- Verificar antes de que entre en funcionamiento, si el sistema está con las alimentaciones respectivas tanto de alta potencia como baja potencia ya sea de los dispositivos que controlan a la banda como a los módems, para no tener inconvenientes con el funcionamiento del mismo.
- Ver la diferencia de voltaje que tienen tanto el PLC con los módems, ya que en el caso del PLC necesita 220V CA, mientras la de los módems es de 110V CA.



## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

El tema que se ha seleccionado para el desarrollo de esta tesis; surge como idea principal de un tema tomado con anterioridad de las otras promociones que dejaron expuesto como investigación previa a la obtención de su respectivo Título de Grado.

#### **6.2 JUSTIFICACIÓN**

Debido a la situación económica que vive el país, se ha generado la necesidad de buscar nuevas alternativas para producir recursos económicos; esto a generado la llegada de empresas de diversos tipos que requieren de personal altamente calificado, creándose una alta demanda de competitivos. En consecuencia, las instituciones de nivel superior, han impulsado la formación de profesionales de alto nivel. De tal manera, día a día se incrementa el número de estudiantes que se forman en la Facultad de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Técnica de Ambato; por tanto, a obligando que la Facultad vaya creciendo y mejorando en sus instalaciones.

Hoy en día, las comunicaciones al ser inalámbricas; una área en constante desarrollo, y gracias a la gran demanda existente, ha permitido el abaratamiento de

los dispositivos de comunicación, facilitando de esta manera el uso de la tecnología a un mayor número de usuarios; consecuentemente resulta apropiado la utilización de la tecnología inalámbrica en diversas áreas en las que no se requiera conexiones físicas, específicamente, para el caso de los sistemas de telemetría.

El uso de tecnologías de comunicación inalámbricas, específicamente el GPRS en Sistemas de Telemétricos, incurre en un abaratamiento de costos debido a que el usuario deberá adquirir únicamente los equipos terminales inalámbricos que soporten la comunicación GPRS; así, sobrellevar el costo que implica el uso del servicio; puesto que, la infraestructura necesaria para la comunicación celular se encuentra actualmente en pleno funcionamiento y crecimiento.

La implementación del sistema propuesto, es de valor reducido si se considera los beneficios que éste brinda al sector industrial y estudiantil; tanto a los accionistas como a los obreros de dicho sector, como de mayor interés para profesionales que dictan sus clases en la Facultad de Ingeniería en Sistemas.

Además de los beneficios indicados anteriormente, esta propuesta servirá como guía teórico – práctica, tanto a docentes, estudiantes, y a todas las personas involucradas en el campo de las telecomunicaciones e informática, puesto que tendrán a su alcance información concerniente sobre la realización de procesamiento, transmisión de la información, y más aún podrán realizar prácticas con éste sistema lo cual conllevará a un mejor entendimiento de las nuevas tendencias tecnológicas en cuanto a comunicaciones inalámbricas.

### **6.3 OBJETIVOS**

- **Objetivo General**

Implementación del Sistema M2M aplicado a la Telemetría en el Laboratorio *OMRON* de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de la UTA.

- **Objetivos específicos**

- o Estudiar los Sistemas M2M.
  - o Determinar las ventajas de los Sistemas M2M sobre otras tecnologías inalámbricas.
- o Analizar las diferentes tecnologías utilizadas en los sistemas M2M.
- o Describir las aplicaciones de la Telemetría.
- o Implementar el sistema M2M en el laboratorio *OMRON*.

## **6.4 FUNDAMENTACIÓN**

### **6.4.1 LA ESTACIÓN MÓVIL GPRS**

En GPRS, la estación móvil (MS: Mobile Station), también conocida como terminal móvil, es totalmente distinta que en GSM para poder soportar los nuevos servicios que se ofrecen. Los terminales GPRS pueden ser de tres tipos en función de si soportan simultáneamente servicios GSM y GPRS o no.

**6.4.1.1 Clasificación de los Terminales.-** Los terminales de **Clase A** permiten el uso simultáneo de GSM y GPRS. Los equipos permiten enviar y/o recibir datos y voz al mismo tiempo sin que haya degradación de la calidad de ninguno de los dos servicios. Por este motivo estos terminales resultan caros de fabricar.

Los de **Clase B** por su parte, monitorizan los canales GSM y GPRS a la vez pero no pueden establecer una comunicación simultánea. Es decir, registran tanto GSM como GPRS pero uno de los dos permanece en suspensión mientras el otro está activo. GSM tiene la prioridad, por lo que la calidad del servicio GPRS se ve reducida (degradación de QoS: Quality of Service).

Finalmente, en los de **Clase C** el usuario debe seleccionar el tipo de servicio al que quiere conectarse. En ningún caso puede hacerse uso simultáneo de

GPRS y GSM.

**6.4.1.2 Partes del Terminal Móvil.-** Para nuestro proyecto resulta imprescindible distinguir entre dos partes del terminal: El terminal móvil (MT: Mobile Terminal) y el equipo terminal (TE: Terminal Equipment).

El **TE** es la parte que funciona como plataforma de aplicación, es el dispositivo donde se ejecutan los servicios que ofrecen al usuario. A lo largo de este documento también se le llama **DTE** (Data Terminal Equipment).

El **MT** contiene la parte “módem” de la estación, que le permite conectarse a Internet. Es la parte que se comunica con la red.

El terminal móvil y el equipo terminal están físicamente separados y debe establecerse algún tipo de conexión entre ellos. En nuestro caso será una conexión física RS232.

**6.4.1.3 Tarjeta SIM.-** Un elemento importante de los terminales es la SIM (Subscriber Identity Module). Es una tarjeta que permite personalizar al terminal. En ella se encuentran los parámetros identificativos del usuario y los tipos de servicios contratados. Esta tarjeta se inserta en el interior del móvil, permitiendo al usuario el acceso a la red.

Contiene los números de seguridad para evitar el uso fraudulento del terminal móvil. Dichos números se detallan en la figura 6.1.



Figura 6.1.- *Números Contenidos en la SIM*

**6.4.1.4 Estados de Funcionamiento.-** Los terminales GPRS tienen la cualidad de tener un consumo de energía bajo a pesar de ofrecer una alta funcionalidad. Esto se debe a que pueden trabajar en tres estados o modos de actividad, conmutando entre ellos, lo que les permite ahorrar energía. Los estados son: “Inactivo”, “Listo” y “En espera” (Idle, Ready y Standby); tal como podemos observar en la figura 6.2.

Cuando el terminal se conecta a la red, cambia su estado de Inactivo a Listo. En este estado, está preparado para enviar y recibir paquetes. Si no se transfieren paquetes durante un periodo de tiempo, expira un temporizador que hace al terminal situarse en Standby (En espera). El dispositivo permanece en este modo hasta que envíe o reciba paquetes o hasta que expire otro temporizador que lo hace volver a Inactivo.

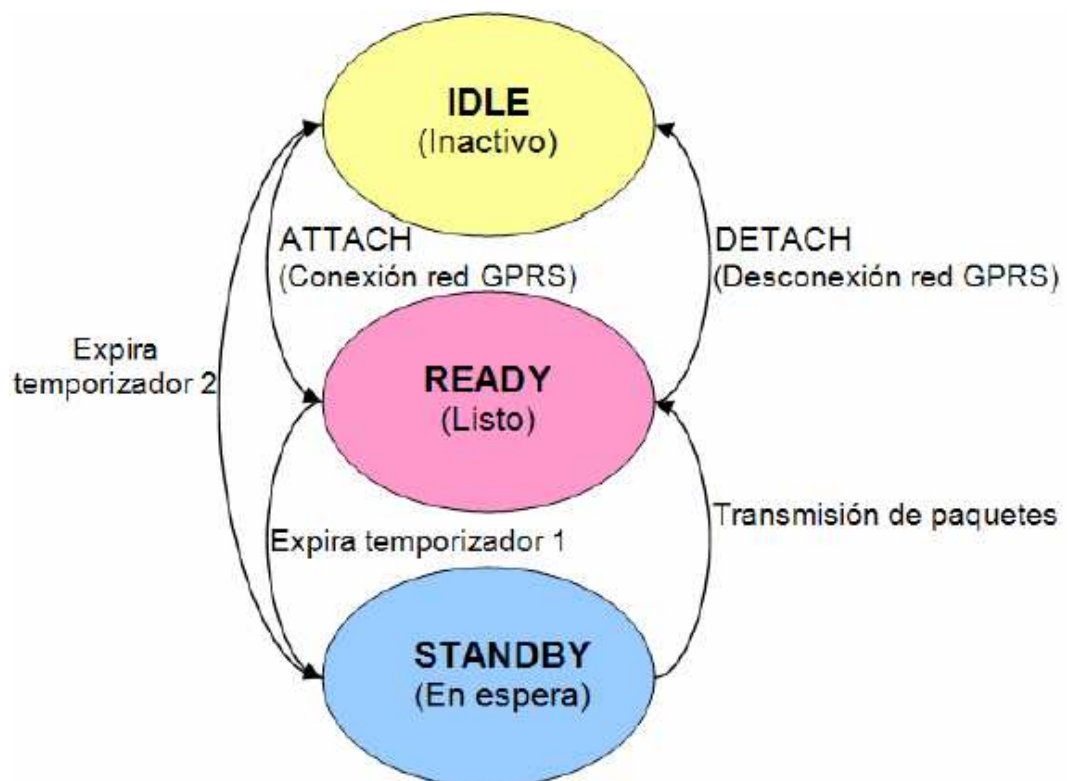


Figura 6.2.- *Estados de Funcionamiento de Terminales GPRS*

La importancia de estos diferentes estados es que permiten a la estación móvil mantener un consumo de energía bajo mientras no se está comunicando activamente. Esta propiedad es de gran importancia para el caso del servicio que queremos desarrollar; ya que permite que el sistema pueda mantener la comunicación por más tiempo y así enviar un mayor número de datos, al minimizar la comunicación con el sistema en la medida de lo posible.

Si el terminal se encuentra en modo Listo, lo que significa que está enviando o recibiendo datos, debe mantener continuamente la comunicación con el SGSN para poder saber el camino que deben seguir los paquetes. Esto significa el envío de mensajes al SGSN indicándole en cada momento cual es su localización, lo que requiere procesado por parte del móvil y por tanto consumo importante de energía.

Cuando se encuentra en Standby, el móvil no está continuamente enviando o recibiendo información y ha estado inactivo por algún tiempo. El SGSN no tiene que saber exactamente donde se encuentra el terminal; pero sí tener una idea de dónde está. El móvil no necesita enviar ninguna actualización de posición si se mueve dentro de una determinada área (routing area), lo que minimiza el consumo de carga.

**6.4.1.5 Velocidad de GPRS, Esquemas de Codificación.-** Un factor importante a considerar cuando se trata de servicios de datos, es la velocidad de transmisión de los mismos. En GPRS los principales factores que determinan dicha velocidad son: el número de usuarios existentes en la celda en la que se realiza la conexión, el número de timeslots que soporta el terminal y el proceso de codificación empleado.

En cuanto a la codificación, podemos decir que en GPRS existen cuatro esquemas de codificación diferentes, que afectarán significativamente a la tasa de transferencia de los datos y que añaden integridad a los mismos.

Los códigos hacen posible la recuperación de paquetes de datos incluso si se pierden bits en la interfaz radio. En función del código empleado habrá una mayor o menor posibilidad de recuperar la información, es decir, proporcionan diferentes grados de robustez frente a la pérdida de bits.

Por otro lado, hay que considerar que existe una relación inversa entre la velocidad y la seguridad de integridad de los datos; por tanto, para poder garantizar una robustez elevada, será necesario añadir mayor cantidad de información de protección; por lo que la velocidad de transferencia será menor.

Debemos tener en cuenta que ante diversas condiciones de la interfaz radio se requerirá una determinada fortaleza del código para garantizar la recuperación de los datos. Es decir, debemos usar códigos más robustos cuando la calidad de la señal es baja que cuando tenemos mejores condiciones de la interfaz radio.

Los diferentes esquemas de codificación de canal definidos en los estándares GPRS proporcionan, por tanto, diferentes niveles de integridad y tasas de transmisión variables. En la tabla 6.1, mostrada a continuación, se encuentran los cuatro tipos de códigos GPRS ordenados de los que proporcionan mayor robustez y velocidades menores a los que son menos robustos pero tienen tasas mayores.

Código	Bits útiles	Tasa de Datos (Kbps)
CS-1	181	9.05
CS-2	268	13.4
CS-3	312	15.6
CS-4	428	21.4

Tabla 6.1.- *Esquemas de Codificación GPRS*

Como podemos comprobar en la tabla, el código CS-1 es el más fuerte, el que tiene menor número de bits útiles y el de menor velocidad; en cambio, el CS-4 es menos robusto, proporciona más velocidad y tiene mayor cantidad de carga útil. Podemos concluir que hay una relación inversa entre la cantidad de información útil de los bloques de datos y el grado de protección de la integridad de los mismos.

#### **6.4.2 COMANDOS AT**

Para poder acceder al hardware del terminal y a las propiedades de red, los estándares GPRS definen ciertas instrucciones, denominadas “comandos de atención” (AT). Los comandos AT son un grupo de órdenes enviadas por el microprocesador del TE, que crean un lenguaje de mando que permite controlar al MT.

El estándar de la **ETSI GSM 07.07** describe los comandos AT (también conocidos como “instrucciones Hayes”) establecidos para terminales GSM, incluyendo GPRS.

En las especificaciones, se divide al MT en adaptador de terminal (TA) y equipo móvil (ME), tal como se observa en la figura 6.3. El TA es el elemento del MT que recibe e interpreta los comandos AT y el ME es la parte que se conecta directamente con la red.



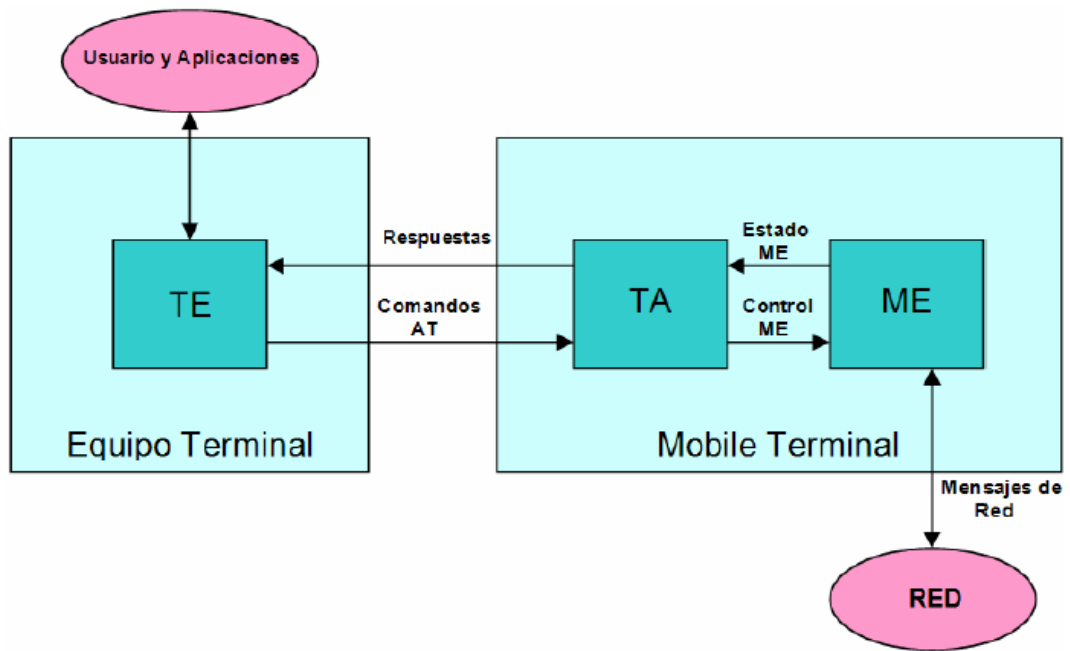


Figura 6.3.- *Acceso al MT Mediante Comandos AT*

En las hojas de características del fabricante del módem GPRS, al TE le llama **DTE** (Data Terminal Equipment) y al módulo en sí, se le denomina **DCE** (Data Communication Equipment).

#### 6.4.2.1 Comandos AT para GPRS

Existe una gran variedad de comandos AT, en función de las diversas funciones que se quieran desarrollar en el módulo o DCE. Nosotros nos centraremos en aquellas que necesitamos para poder llevar a cabo la aplicación que nos interesa.

Por tanto, estudiaremos los comandos AT que el DTE puede usar para controlar al terminal móvil, definidos en el estándar **GSM 07.07**; pero específicamente aquellos que se refieren al servicio GPRS.

Dicho estándar proporciona una interfaz no multiplexada, lo que da lugar a ciertas limitaciones en la funcionalidad de la misma. Así por ejemplo, no es posible para el MT enviar información de control hacia el TE o para el TE

enviar comandos mientras la interfaz está en una conexión de datos; por lo que tendríamos que emplear uno de los mecanismos explicados en el epígrafe sobre *conmutación de paquetes* para conmutar entre modos de funcionamiento.

En los siguientes apartados explicaremos los comandos GPRS soportados por los módulos Multimodems GSM/GPRS, estos comandos pueden ser consultados en el anexo 1.

### **Comando +CGATT: attach o detach GPRS**

Este comando permite al MT realizar los procesos de attach o detach del servicio GPRS. Si el MT ya se encuentra en el estado solicitado, este comando es ignorado y se devuelve la respuesta "OK". Si la petición no puede ser realizada, se devuelve una respuesta "ERROR". Todo contexto PDP activo se desactivará automáticamente cuando el estado cambie de attach a detach.

- Comando de prueba: **AT+CGATT=?**.- Se usa para pedir información sobre el estado de los servicios GPRS soportados.  
Respuesta: **+CGATT:** (lista de estados (<state>) soportados)  
**OK**
- Comando de escritura: **AT+CGATT= <state>**.- Este comando realiza el attach o detach del MT del servicio GPRS.  
Respuesta: **OK**  
Parámetros: **<state>**: Indica el estado del proceso de attach GPRS (**0**:detached; **1**:attached).

### **Comando +CGACT: Activación o desactivación del contexto PDP**

Este comando se usa para activar o desactivar el contexto PDP (Packet Data Protocol).

- Comando de prueba: **AT+CGACT=?**

Respuesta: **+CGACT:** (lista de estados (<state>) soportados)

**OK**

- Comando de lectura: **AT+CGACT?**

Respuesta: **+CGATT:** <cid>,<state>

**OK**

- Comando de escritura: **AT+CGACT= <state> [,<cid>]**

Respuesta: **OK**

Parámetros:

<state>: Indica el estado de activación del contexto PDP (**0**:desactivado; **1**:activado). Otros valores resultarán en una respuesta de “ERROR” ante el comando de ejecución.

<cid>: Se conoce como identificador del contexto PDP y es un parámetro numérico que especifica una definición particular del contexto PDP.

Es un parámetro local a la interfaz entre el TE y el MT y se usa en otros comandos relacionados con el contexto PDP.

### **Comando +CGCLASS: Clase de estación móvil GPRS**

Este comando se usa para lograr que el módulo opere de acuerdo a la clase de terminal GPRS especificada. Si la clase pedida no es soportada se devolverá una respuesta de “ERROR”. El módulo debe ser reiniciado para que este comando se haga efectivo.

- Comando de prueba: **AT+CGCLASS=?**.- El comando de prueba se utiliza para pedir información de las clases soportadas.

Respuesta: **+CGCLASS:** (lista de clases (<class>) soportadas)

**OK**

- Comando de lectura: **AT+CGCLASS?**.- Devuelve la clase GPRS actual.

Respuesta: **+CGCLASS:** <class>

**OK**

- Comando de escritura: **AT+CGCLASS= <class>**.- Por medio de este comando se puede establecer la clase en la que funcionará el módulo.

Respuesta: **OK**

Parámetros:

<class>: Este parámetro es una cadena de caracteres que indica la clase de terminal móvil GPRS (en orden descendiente de funcionalidad). (**B**: Clase B; **CG**: clase C sólo en modo GPRS; **CC**: clase C sólo en modo de conmutación de circuitos). Debemos tener en cuenta que nuestro módulo no soporta la clase A.

### **Comando +CGDCONT: Definir contexto PDP**

- Comando de prueba: **AT+CGDCONT=?**.- Este comando devuelve todos los valores soportados. Si por ejemplo, el MT soporta diferentes tipos PDP, <PDP\_type>, este comando devolverá en líneas separadas los rangos de valores para cada <PDP\_type>.

El número de contextos PDP que pueden estar en un estado definido al mismo tiempo lo da el rango devuelto por el comando de prueba.

Respuesta:

+CGDCONT: (rango de <cid> soportados), <PDP\_type>,,(lista de <d\_comp> soportados), (lista de <h\_com> soportados)[, (lista de <pd1> soportados) [...],[lista de <pdN> soportados)]]][...]] [+CGDCONT:(rango de <cid> soportados), <PDP\_type>,,(lista de <d\_comp> soportados), (lista de <h\_com> soportados)[, (lista de <pd1> soportados) [...],[lista de <pdN> soportados)]]][...]] OK

- Comando de lectura: **AT+CGDCONT?**.-El comando de lectura devuelve el escenario actual para cada contexto definido.

Respuesta:

+CGDCONT:<cid>,<PDP\_type>,<APN>,<PDP\_addr>,<d\_comp>,<h\_comp>[,<pd1>[...[,pdN]]]  
[+CGDCONT:<cid>,<PDP\_type>,<APN>,<PDP\_addr>,<data\_comp>,<head\_comp> [,<pd1>[...[,pdN]]]] OK

- Comando de escritura:  
**AT+CGDCONT=<cid>,<PDP\_type>,<APN>,<PDP\_addr>,<d\_comp>**

**<h\_com p>**.- Este comando especifica los valores de parámetros del contexto PDP para un contexto PDP identificado por el parámetro de identificación de contexto (local), <cid>. Una forma especial de este comando, +CGDCONT=<cid> provoca que los valores para el número de contexto <cid> se vuelvan indefinidos.

Respuesta: **OK**

Parámetros:

**<PDP\_type>**: Packet Data Protocol type. Es una cadena de caracteres que especifica el tipo de protocolo de paquete de datos. Debemos tener en cuenta que el módulo sólo soporta el protocolo IP.

**<APN>**: Acces Point Name. Este parámetro es un nombre lógico (cadena de caracteres) que se usa para seleccionar al GGSN o la red de paquetes de datos externa.

**<PDP\_addr>**: Cadena de caracteres que identifica al MT en el espacio de direcciones aplicable al PDP. Como actualmente sólo se soporta IP, este parámetro debe ser una dirección IP. Si el valor es nulo (“0.0.0” ó “0”), entonces el TE puede proveer uno durante el procedimiento de arranque del PDP o si esto falla, se puede solicitar una dirección IP dinámica. El comando de lectura continuará devolviendo el valor nulo, aun cuando se haya asignado una dirección durante el proceso de inicio del PDP. La dirección asignada se puede leer usando el comando +CGPADDR.

**<d\_comp>**: Parámetro numérico que controla la compresión de datos PDP (**0**: off, viene por defecto y es el único valor soportado).

**<h\_comp>**: Parámetro numérico que controla la compresión de cabecera PDP (**0**: off, viene por defecto y es el único valor soportado).

**<pd1>,...<pdN>**: Cadena de 0 a N caracteres cuyos significados son específicos del <PDP\_type>

### **Comando +CGDATA: Entrar en estado de datos**

- Comando de prueba: **AT+CGDATA=?**  
Respuesta: **+CGDATA:** (lista de <L2P> soportados)  
**OK**
- Comando de escritura: **AT+CGDATA= <L2P>,<cid>**  
Respuesta: **CONNECT**  
Parámetros:  
<L2P>: Cadena de caracteres que indica el protocolo de capa 2 que va a ser usado entre el TE y el MT. Actualmente sólo está permitido el protocolo PPP.  
<cid>: Explicado anteriormente.

### **Comando +CGEREP: Informe de evento GPRS**

- Comando de prueba: **AT+CGEREP=?**  
Respuesta: **+ CGEREP:** (lista de <mode> soportados), (lista de <bfr>)  
**OK**
- Comando de lectura: **AT+ CGEREP?**  
Respuesta: **+ CGEREP: <mode>,<bfr>**  
**OK**
- Comando de escritura: **AT+ CGEREP = [<mode>,<bfr> ]]**  
Respuesta: **OK**  
Parámetros:  
<mode>: Puede tomar los valores 0, 1 ó 2 (**0**: almacenar en memoria los códigos de resultado no solicitados en el MT. Si la memoria está llena, los más antiguos pueden ser descartados. Los códigos no se reenvían al TE. **1**: descartar códigos de resultados no solicitados cuando el enlace entre MT y TE está reservado; por ejemplo en modo de conexión de datos, si no reenviarlos directamente al TE. **2**: almacenar en memoria los códigos de resultado no solicitados en el MT cuando el enlace entre MT y TE está reservado y enviarlos al TE cuando el enlace vuelva a estar disponible).

**<bfr>:(0:** la memoria de códigos de resultados no solicitados del MT, definida en este comando, se borra cuando se introducen los valores 1 ó 2 para el parámetro **<mode>**. **1:** los códigos de resultados no solicitados que se encuentran en la memoria del MT son enviados hacia el TE cuando se establece el parámetro **<mode>** con los valores 1 ó 2. Se deben enviar respuestas de OK después de enviar los códigos).

### **Comando +CGPADDR: Mostrar dirección PDP**

Este comando devuelve una lista de direcciones PDP para los identificadores de contexto especificados.

- Comando de prueba: **AT+CGPADDR=?**

Respuesta: + **CGPADDR:** (lista de **<cid>** soportados)

**OK**

- Comando de escritura: **AT+ CGPADDR =<cid>[,<cid>,[...]]**

Respuesta:

+ **CGPADDR:** **<cid>,<PDP\_addr>** [+ **CGPADDR:**  
**<cid>,<PDP\_addr>[...]] OK**

Parámetros: **<PDP\_addr>**: Cadena de caracteres que identifica al MT en el espacio de direcciones aplicable al PDP. La dirección puede ser estática o dinámica. La dirección estática será la establecida por el comando +CGDCONT cuando fue definido el contexto. La dirección dinámica será la asignada durante la última activación del contexto PDP que utilizó la definición de contexto referenciada por el parámetro **<cid>**. **< PDP\_addr >** se omite si no hay ninguna dirección disponible.

### **Comando +CGQMIN: Perfil de calidad de servicio mínimo aceptable**

Este comando habilita al terminal a especificar el mínimo perfil aceptable, que es comprobado por el MT comparándolo con el perfil negociado, que se encuentra en el mensaje devuelto al aceptar la activación del contexto PDP.

- Comando de prueba: **AT+CGQMIN=?**.- Devuelve los rangos de valores para cada parámetro <PDP\_type>

Respuesta:

**+CGQMIN: <PDP\_type>**, (lista de <**precedence**> soportados), (lista de <**delay**> soportados),(lista de <**reliability**> soportados),(lista de <**peak**> soportados),(lista de <**mean**> soportados) [**+ CGQMIN:...**] **OK**

- Comando de lectura: **AT+CGQMIN?**.- Devuelve los valores actuales para cada contexto PDP definido.

Respuesta:

**+CGQMIN:<cid>**,<**precedence**>,<**delay**>,<**reliability**>,<**peak**>,<**mean**> [**+CGQMIN:...**]

**OK**

- Comando de escritura: **AT+CGQMIN=** [**<cid>**, [**<precedence>**],[**<delay>**],[**<reliability>**],[**<peak>**],[**<mean>**]]].- Este parámetro especifica el perfil para el contexto identificado por el parámetro <cid>. Como este parámetro es el mismo que se usa en el comando +CGDCONT, el comando +CGQMIN es una extensión del anterior. El perfil de calidad de servicio (QoS) consta de un número de parámetros, cada uno de los cuales puede ser establecido a un valor diferente.

Respuesta: **OK**

Parámetros:

<**precedence**>: Parámetro numérico para la clase de precedencia (**0**: valor suscrito a la red; **1**: servicio de alta prioridad; **2**: servicio de prioridad normal; **3**: baja prioridad).

<**delay**>: Parámetro numérico para la clase de retardo.

<**reliability**>: Parámetro numérico para la clase de fiabilidad (**0**: valor suscrito a la red; **1**: tráfico no a tiempo real, aplicación sensible a errores que no puede hacer frente a la pérdida de datos; **2**: tráfico no a tiempo real, aplicación sensible a errores que puede hacer frente a pérdidas infrecuentes de datos; **3**: tráfico no a tiempo real, aplicación sensible a errores que



puede hacer frente a pérdidas de datos; **4**: tráfico a tiempo real, aplicación sensible a errores que puede hacer frente a pérdidas de datos; **5**: tráfico a tiempo real, aplicación no sensible a errores que puede hacer frente a pérdidas de datos)

<**peak**>: Parámetro numérico para la clase de throughput máximo (**0**: valor suscrito a la red; **1**: 8 Kbps; **2**: 16 Kbps;...; **9**: 2048 Kbps). <**mean**> Parámetro numérico para la clase de throughput medio (**0**: valor suscrito a la red; **1**: 0.22 bps aproximadamente; **2**: 0.44 bps aproximadamente;...; **18**: 111 Kbps aproximadamente; **31**: best effort).

### **Comando +CGQREQ: Petición de perfil de calidad de servicio**

Este comando permite al TE especificar un perfil de QoS que es usado cuando el MT envía un mensaje de petición de activación del contexto PDP.

- Comando de prueba: **AT+CGQREQ=?**

Respuesta:

+**CGQREQ**: <**PDP\_type**>, (lista de <**precedence**> soportados), (lista de <**delay**> soportados),(lista de <**reliability**> soportados),(lista de <**peak**> soportados),(lista de <**mean**> soportados)

[+**CGQREQ**:...]

**OK**

- Comando de lectura: **AT+CGQREQ?**

Respuesta:

+**CGQREQ**:<**cid**>,<**precedence**>,<**delay**>,<**reliability**>,<**peak**>,<**mean**>[+**CGQREQ**:<**cid**>,<**precedence**>,<**delay**>,<**reliability**>,<**peak**>,<**mean**>[...]]

**OK**

- Comando de escritura: **AT+CGQREQ = [<**cid**>,<**precedence**>,<**delay**>,<**reliability**>,<**peak**>,<**mean**>]**

Respuesta: **OK**

Parámetros: <**cid**>,<**precedence**>,<**delay**>,<**reliability**>,<**peak**>,<**mean**>

## Comando +CGREG: Estado de registro de red GPRS

- Comando de prueba: **AT+CGREG=?**

Respuesta: **+CGREG:** (lista de <n> soportados)

**OK**

- Comando de lectura: **AT+CGREG?**

Respuesta: **+CGREG:** <n>,<stat>[<lac>,<ci>]

**OK**

- Comando de escritura: **AT+CGREG = [<n>]**

Respuesta: **OK**

Parámetros:

<n>: (**0**: deshabilitar código de resultado de registro de red no solicitado;

**1**: habilitar el código de resultado de registro de red no solicitado

+CGREG:<stat>; **2**: habilitar el códigos de resultado de registro de red y de información de localización no solicitado

+CGREG:<stat>[<lac>,<ci>])

<stat>:(**0**: no registrado, el equipo móvil no está actualmente buscando un operador para registrarse. El servicio GPRS está deshabilitado, se le permite a la MS realizar el proceso de attach si es pedido por parte del usuario; **1**: registrado, red local; **2**: no registrado, pero el equipo móvil está actualmente intentando realizar el attach o buscando un operador para registrarse; **3**: registro denegado; **4**: desconocido; **5**: registrado)

<lac>: parámetro tipo cadena de caracteres. Código hexadecimal de dos bytes que indica el área de localización del MT.

<ci>: Cadena de caracteres que indica la identificación de la celda. Dos bytes en formato hexadecimal.

Este comando controla la presentación del código de resultados no solicitado

CGREG:<stat> cuando <n>=1 y hay un cambio en el estado de registro de red GPRS del MT; o del código \*CGREG:<stat>[,<lac>,<ci>] cuando

<n>=2 y se produce un cambio en la celda de red.

### **Comando +KMCLASS: Cambio de clase multislot GPRS**

- Comando de prueba: **AT+KMCLASS=?**  
Respuesta: **+KMCLASS:** (lista de <mclass> soportadas)  
**OK**
- Comando de lectura: **AT+KMCLASS?**  
Respuesta: **+KMCLASS:** <mclass>  
**OK**
- Comando de escritura: **AT+KMCLASS = <mclass>**  
Respuesta: **OK**  
Parámetros: <mclass>: (**1:** 1+1; **2:** 2+1; **4:** 3+1; **8:** 4+1; **10:** 4+2).  
Este comando necesita reiniciar el módulo para hacerse efectivo.

#### **6.4.2.2 El Protocolo PPP**

PPP (Point to Point protocol), es un protocolo de Internet (IP) que permite enrutar el tráfico de un usuario a un proveedor de servicios de Internet (ISP). Proporciona un método estándar para transportar datagramas multiprotocolo sobre enlaces punto a punto.

Este protocolo consta de tres características principales:

En primer lugar, proporciona un método para el encapsulado de data grammas multiprotocolo.

En segundo lugar, para permitir la portabilidad a una gran variedad de ambientes, PPP posee un protocolo de control para activar, configurar, probar y desactivar la conexión del enlace de datos, el LCP (Link Control Protocol). El LCP se usa para acordar automáticamente las opciones del formato de encapsulado, gestionar diferentes límites en el tamaño de los paquetes, detectar errores de configuración y finalizar el enlace. También proporciona

autenticación y determina cuando un enlace está funcionando correctamente o está fallando.

Y en tercer lugar, el PPP provee un mecanismo para negociar las opciones de la capa de red independientemente del protocolo de red utilizado; que consiste en tener un conjunto de protocolos NCP (Network Control Protocol), un NCP distinto para cada protocolo de capa de red soportado. Cada NCP gestiona las necesidades específicas requeridas por sus respectivos protocolos de la capa de red.

#### **6.4.2.2.1 Funcionamiento de PPP**

Para establecer una comunicación sobre un enlace punto a punto, cada extremo debe enviar paquetes LCP para configurar y probar el enlace de datos. Después de establecer el enlace, un extremo puede ser autenticado. A continuación, se envían paquetes NCP para elegir y configurar uno o más protocolos de red y después de configurar cada uno de los protocolos de red elegidos, se pueden enviar sobre el enlace datagramas de cada uno de estos protocolos.

El enlace continuará configurado hasta que determinados paquetes LCP o NCP cierren el enlace o hasta que ocurra algún evento externo.

Para entender mejor el funcionamiento del enlace PPP, veamos un diagrama que muestra el proceso de configuración, mantenimiento y finalización del mismo.

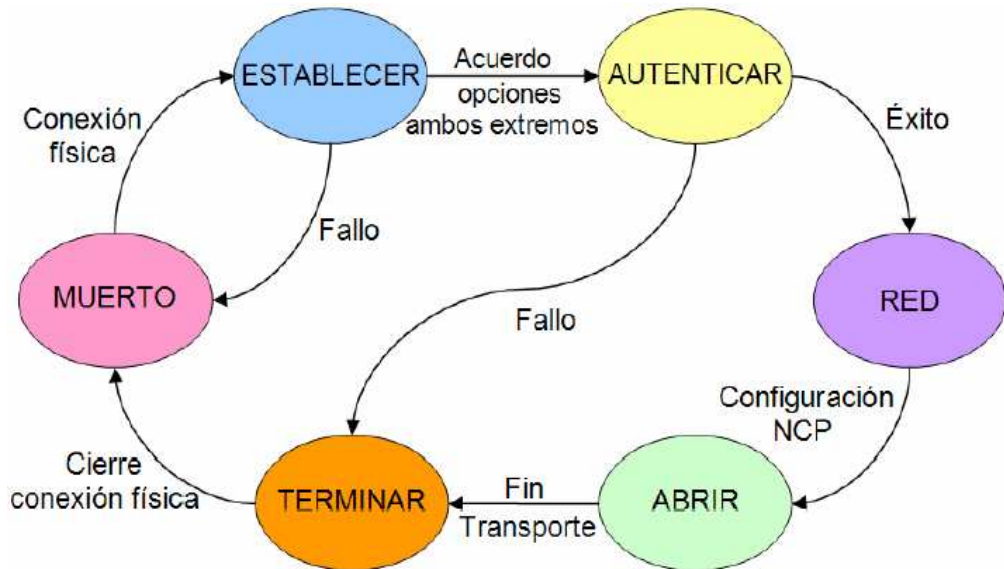


Figura 6.4.- **Diagrama de Estados de un Enlace PPP**

La figura 6.4 muestra cómo el enlace PPP pasa a través de diferentes fases.

El enlace necesariamente empieza y termina en el estado “Muerto”, que significa que la capa física aún no se encuentra operativa. Si algún evento indica que se ha establecido la conexión en la capa física, el enlace PPP pasará al estado “Establecer”. Típicamente, el enlace puede volver a “Muerto” automáticamente después de la desconexión del módem.

Durante la fase “Establecer” se utiliza LCP para negociar las opciones del protocolo de enlace de datos. Este protocolo se encarga de los mecanismos de negociación y no de las opciones en sí mismas, es decir, proporciona un método para que se haga una propuesta y para que se acepte o rechace total o parcialmente. Además, el LCP permite a los extremos probar la calidad de la línea y comprobar si es aceptable para establecer una comunicación. Es importante considerar que sólo las opciones de configuración que son independientes de un protocolo de red particular son negociadas por el LCP. Los paquetes recibidos durante esta fase que no sean LCP deben ser descartados.

El siguiente estado es “Autenticar”, en el que los extremos pueden verificar la identidad del otro si así lo desean. Si este proceso ha tenido éxito se pasa a la fase de “Red” y si falla, se procede instantáneamente a la fase “Terminar”.

Al entrar en la fase de “Red” cada protocolo de red debe ser configurado por el correspondiente NCP. Si la configuración ha tenido éxito se pasa a “Abrir” y puede comenzar el transporte de paquetes de la capa de red. Durante esta última fase, el tráfico del enlace es una combinación entre paquetes LCP, NCP o paquetes de protocolos de red.

Al finalizar el transporte, el enlace pasa al estado “Terminar” y al liberarse la conexión física pasa nuevamente a “Muerto”.

PPP puede terminar el enlace en cualquier momento, lo que puede suceder debido a un fallo en la autenticación, baja calidad del enlace, pérdida de la conexión física, etc. Cuando el enlace se está cerrando, PPP informa a los protocolos de red para que éstos puedan realizar las acciones pertinentes.

#### 6.4.2.2 Formato de Tramas PPP

Como habíamos comentado, PPP es un mecanismo de entramado multiprotocolo. A continuación (Figura 6.5) veremos cómo es el formato de la trama PPP.

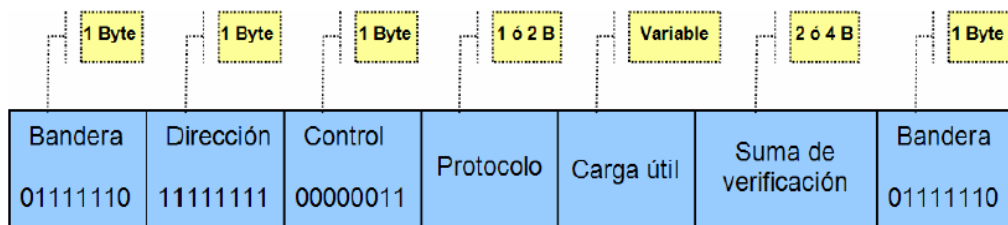


Figura 6.5.- *Formato de Trama PPP*

Las tramas PPP comienzan con el campo “Bandera”, cuyo valor estándar es 01111110 y se rellena si aparece dentro del campo de “Carga útil”. A

continuación aparece el campo “Dirección” que siempre tiene asignado el valor 11111111 para indicar que todos los pares deben aceptar la trama. En tercer lugar, tenemos el campo “Control”, de 1 byte de longitud, cuyo valor indica si la trama es numerada o no, es decir, si en la transmisión se usan números de secuencia y confirmaciones de recepción. El valor predeterminado es 00000011, que indica una trama no numerada; lo que significa que PPP no proporciona de manera predeterminada una transmisión confiable. El cuarto campo de la trama tiene un tamaño predefinido de 2 bytes; pero puede negociarse a 1 byte usando LCP. Es el campo “Protocolo”, que indica la clase de paquete contenido en la “Carga útil”. Los protocolos que comienzan con el bit “0” son los de la capa de red (IP, por ejemplo) y los que comienzan por “1” se utilizan para negociar otros protocolos (LCP y el conjunto de protocolos NCP).

El campo “Protocolo” va seguido por el de “Carga útil”, de longitud variable hasta un máximo negociado. Si durante el proceso de establecimiento del enlace PPP no se negocia dicha longitud, entonces tendrá un valor predeterminado de 1500 bytes. Después de la carga se puede añadir unos bits de relleno si fuera necesario. El penúltimo campo es el de “Suma de verificación”, que normalmente es de 2 bytes; pero puede negociarse a 4. Para finalizar la trama se añade el byte de “Bandera”.

El hecho de que PPP sea un mecanismo de entramado multiprotocolo significa que dentro de la trama PPP se pueden encapsular paquetes de diferentes protocolos y debido a que los campos explicados anteriormente se usan para encapsular la información fundamental del protocolo en cuestión; el formato de la trama PPP se podría resumir a los campos mostrados en la figura 6.6.

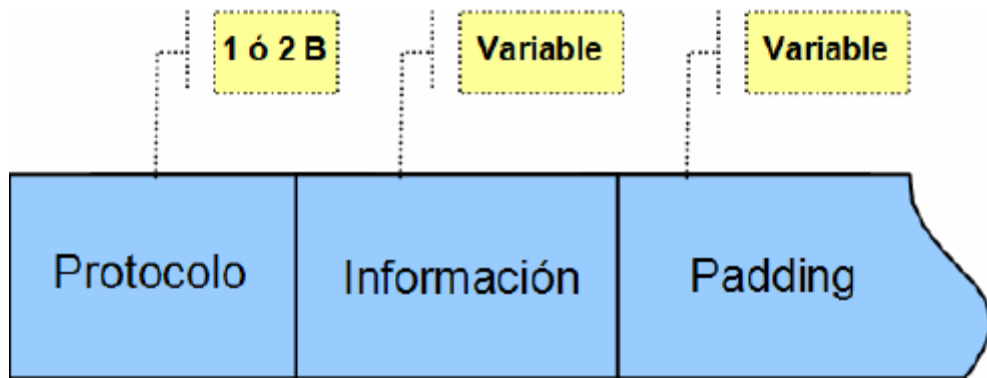


Figura 6.6.- *Trama PPP Resumida*

El campo “Protocolo” son 1 ó 2 octetos y su valor identifica al datagrama encapsulado en el campo de información de la trama. El campo “Información” es de longitud variable y contiene al propio datagrama del protocolo especificado en el campo “Protocolo”.

Como comentamos anteriormente, la máxima longitud para este campo, incluyendo el “Padding” pero no el campo “Protocolo”, es de 1500 bytes por defecto y viene determinada por la unidad máxima de recepción MRU. Por último el “Padding” también es de longitud variable y contiene bits de relleno para que el campo de “Información alcance la longitud determinada por el MRU.

#### 6.4.2.3 Tipos de Paquetes LCP

Los paquetes LCP se pueden clasificar en tres categorías:

Los paquetes de **configuración**, que se usan para establecer y configurar el enlace.

Los paquetes de **terminación**, que son los encargados de finalizar la línea y los de **mantenimiento**, que se usan para administrar y depurar el enlace.



Los LCP son encapsulados en el campo “Carga útil” de la trama PPP cuando el campo “Protocolo” de la misma, indica que se trata del protocolo LCP.

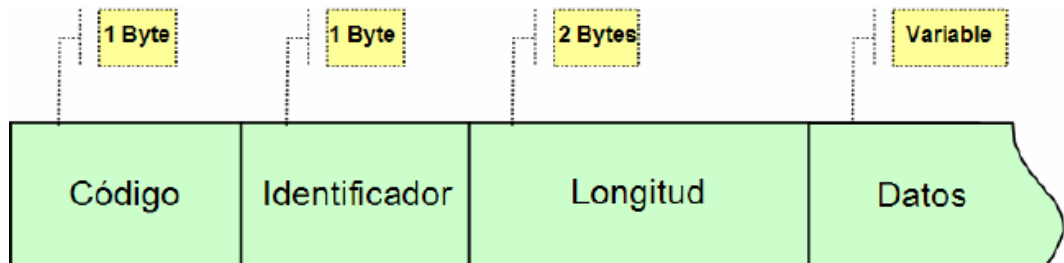


Figura 6.7.- *Formato de Paquetes LCP*

La figura 6.7 muestra el formato de los paquetes LCP. El campo “Código” es un octeto que identifica el tipo de paquete LCP. El campo “identificador”, también consta de 8 bits que ayudan a emparejar peticiones y respuestas. El de “Longitud” son 2 bytes que indican la longitud del paquete LCP, incluyendo “Código”, “Identificador” y el campo “Datos”. Los bits que se encuentren fuera del rango del campo indicado en “Longitud” se consideran relleno y se ignoran en recepción. Por último, el campo “Datos” es de longitud variable, determinada por el valor de “Longitud” y el formato del mismo depende del valor del campo “Código”.

La tabla 6.2 lista los 11 tipos de paquetes LCP: “Configurar solicitud”, “configurar confirmación de recepción” (ACK), “configurar confirmación de recepción negativa” (NACK) y “configurar rechazo” son de la clase de paquetes de configuración; “terminar solicitud” y “terminar confirmación de recepción” son de tipo de terminación de enlace; por último, “código rechazo”, “protocolo rechazo”, “eco solicitud”, “eco respuesta” y “descartar solicitud” son de la categoría de paquetes de administración y depuración.

Los de tipo configuración permiten que el que inicia la negociación (I) proponga valores para una determinada opción y que el que contesta (C) las acepte o rechace. En el caso de que el contestador no acepte la propuesta,

puede anunciar al iniciado que no está dispuesto a negociar o también puede realizar una propuesta alternativa.

Si ocurre un error de transmisión no detectado o el iniciador y el contestador utilizan versiones del LCP diferentes; el contestador puede utilizar los mensajes de “código rechazo” y “protocolo rechazo” para indicar que ha recibido algo que no entiende.

Los códigos “eco” sirven para probar la calidad de la línea y el de “descartar solicitud” se utiliza para depurarla.

Valor campo “Código”	Nombre	Dirección	Descripción
1	Configurar solicitud	I → C	Lista de opciones y valores propuestos
2	Configurar ACK	I ← C	Se aceptan todas las opciones
3	Configurar NACK	I ← C	No se aceptan algunas opciones
4	Configurar rechazo	I ← C	Algunas opciones no son negociables
5	Terminar solicitud	I → C	Solicitud desactivación enlace
6	Terminar ACK	I ← C	Enlace desactivado
7	Código rechazo	I ← C	Se recibió una solicitud desconocida
8	Protocolo rechazo	I ← C	Se solicitó un protocolo desconocido
9	Eco solicitud	I → C	Solicitud de enviar de regreso esta trama
10	Eco respuesta	I ← C	Aquí está la trama de regreso
11	Descartar solicitud	I → C	Descartar esta trama (para pruebas)

Tabla 6.2.- *Tipos de Paquetes LCP*

#### **6.4.2.4 Protocolos TCP/IP**

Normalmente los sistemas de transmisión de datos no sólo utilizan un protocolo para controlar todas las funciones necesarias para la transmisión; sino que utilizan un conjunto de protocolos que cooperan entre ellos. Este también es nuestro caso; ya que como habíamos comentado, el DCE se conecta al GGSN utilizando el protocolo de red IP; pero en este proceso también intervienen los protocolos de capa física, RS232 y de la capa de enlace, PPP.

En este apartado situaremos los protocolos de comunicación estudiados, dentro de la pila de protocolos TCP/IP y veremos cómo se relacionan entre ellos.

##### **6.4.2.4.1 Organización de Protocolos por Capas**

El conjunto de protocolos que intervienen en el proceso de comunicación, se organizan conceptualmente en una serie de capas o niveles que hacen que el software del protocolo de Internet sea fácil de entender.

Desde el punto de vista teórico, si queremos enviar un mensaje de una máquina a otra, el mensaje irá pasando por las diferentes capas del software de protocolo de dicha máquina; tal como refleja la figura 6.8. Cada nivel realizará sus funciones sobre el mensaje y lo transmitirá a la capa inferior. El mensaje pasará a través de la red hasta encontrarse en la capa inferior de la máquina receptora, la cual también irá pasando el mensaje de nivel en nivel; pero ahora en sentido ascendente.

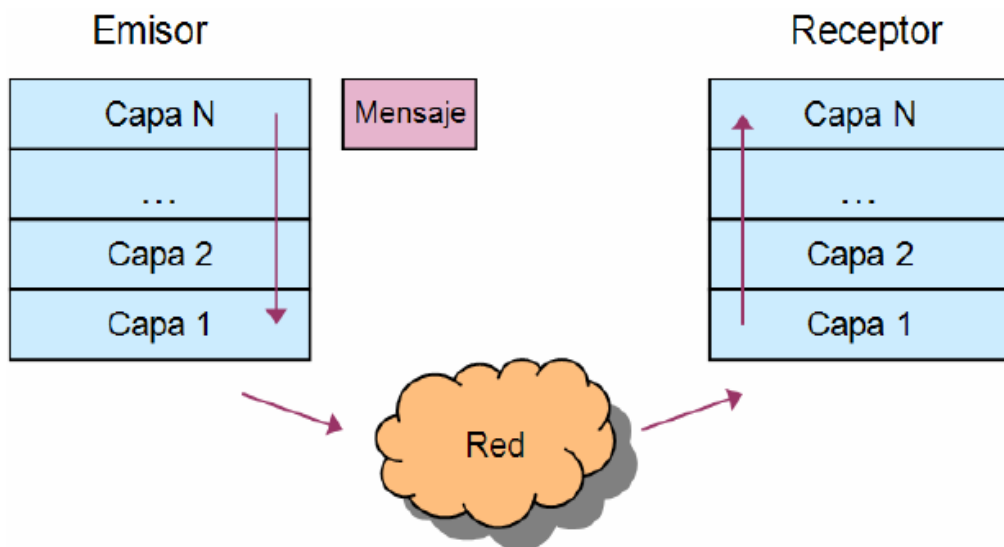


Figura 6.8.- *Transferencia de un Mensaje a Través de las Capas de Software*

#### 6.4.2.4.2 Pila de protocolos TCP/IP

Hasta el momento hemos hablado de protocolos en general; pero para los protocolos TCP/IP se utiliza una estructura de capas concreta.

El modelo de estratificación por capas de Internet, mostrado en la figura 6.9, se conoce como **modelo de referencia TCP/IP** y tiene cuatro capas conceptuales de software, situadas sobre una capa de hardware.

Los cuatro niveles de software son “Aplicación”, “Transporte”, “Red” (también conocido como Internet) y “Enlace” (o interfaz de red).

Los protocolos que en nuestro caso están asociados a estas capas son los siguientes: TCP para la capa de transporte, IP para la de red y por último PPP para la de enlace de datos.

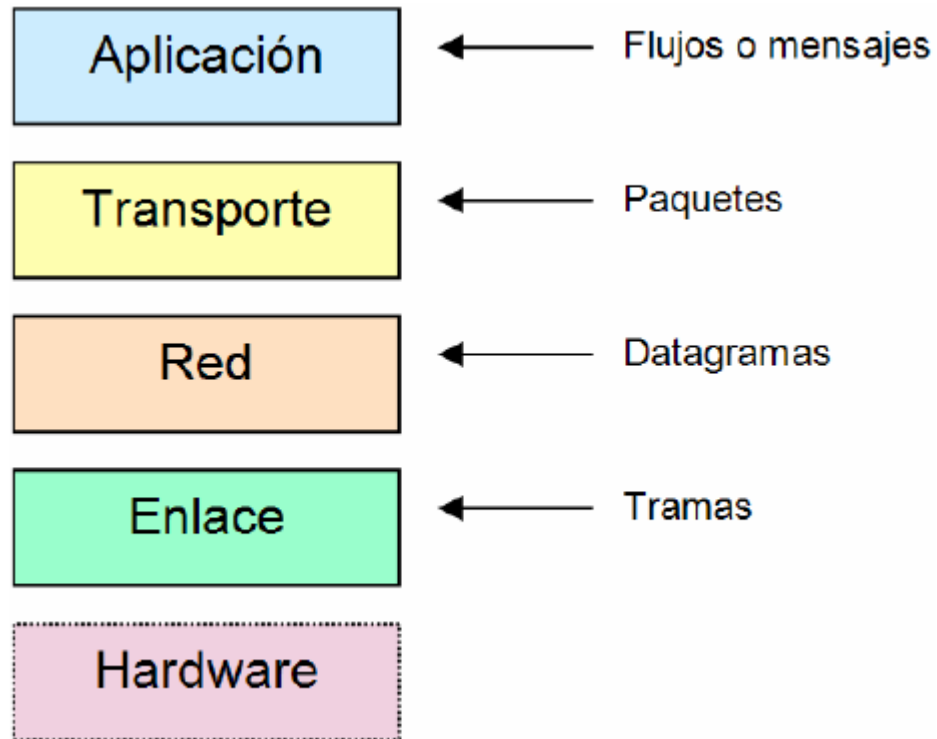


Figura 6.9.- *Modelo de Referencia TCP/IP para Software de Protocolo*

#### 6.4.2.5 Encapsulado de Mensajes

Cada una de las capas de protocolos irá realizando diferentes modificaciones sobre el mensaje que se quiere transmitir.

Como habíamos comentado en parte de “GPRS”, los datos se fragmentan en porciones de longitud fija y se les añade una cabecera, dando lugar a los paquetes. Aplicando esto al modelo de capas, los mensajes son los datos del nivel de aplicación; éstos se fragmentan y se les añade una cabecera al pasar a la capa de transporte; los paquetes resultantes, al atravesar el nivel de red se encapsulan en el campo de datos de los datagramas y por último, los datagramas pasan a formar parte del campo de datos de las tramas del nivel de enlace.

Llevando estos conceptos al caso de los protocolos que estamos utilizando y considerando el formato de trama PPP; podemos decir que los paquetes TCP son encapsulados dentro de datagramas IP, y éstos a su vez, en tramas PPP.

De forma que la estructura de la trama PPP vendría a ser como la mostrada en la figura 6.10.

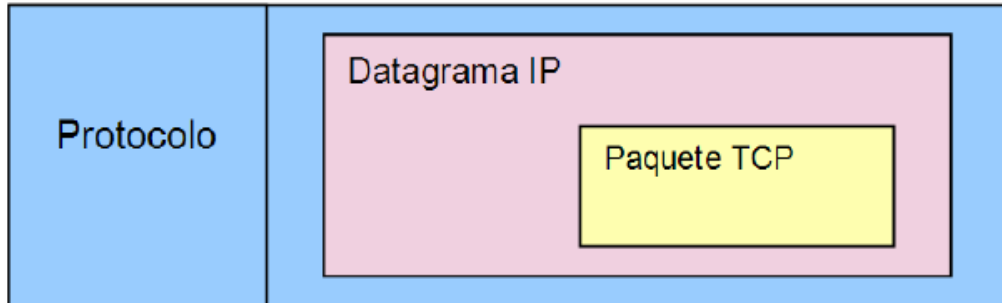


Figura 6.10.- *Trama PPP Encapsulado a un Diagrama IP*

#### 6.4.2.6 Resumen de la Comunicación Completa

Para acceder a Internet, en primer lugar el TE y el MT deben conectarse en la capa física mediante un enlace RS232 y se comunican mediante comandos AT. El siguiente paso es establecer una conexión mediante el protocolo PPP entre los dispositivos, la cual se inicia mediante el comando de llamada (ATD).

Este protocolo crea una interfaz de comunicaciones hacia las capas inferiores y habilita al protocolo IP para comunicarse con la red.

El módulo GPRS se comunica a través de dos interfaces físicas; por un lado, un enlace serie RS232 y por el otro, la red inalámbrica GPRS. Estas dos interfaces soportarán una conexión PPP. Pero para conectarse al GGSN, el módulo necesitará establecer una conexión TCP/IP y será precisamente el enlace PPP el que le proporcionará la conexión básica para establecer TCP/IP.

Es decir, para poder acceder a la red son necesarias diferentes capas de conexión, cada una de las cuales, proporcionará soporte para las capas superiores.

La figura 6.11 muestra las diferentes capas de conexión que se establecen sobre el enlace físico RS232. Por un lado, estaría toda la pila de protocolos utilizada para poder transferir paquetes de datos PPP entre DTE y DCE y por otro, la conexión de comandos AT para controlar al DCE.

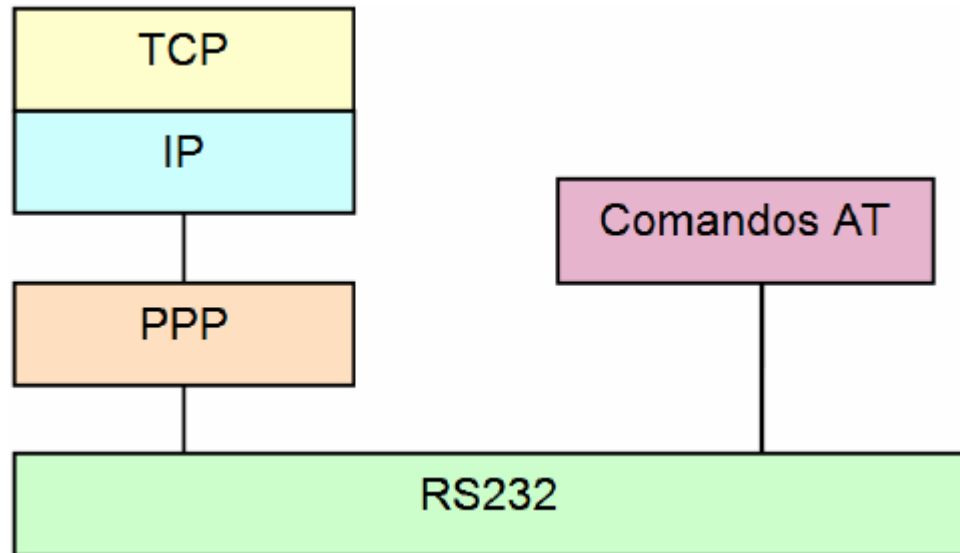


Figura 6.11.- *Estructura de Capas de Protocolos Utilizados sobre el RS232*

En el caso de la conexión entre DCE y GGSN tendríamos la misma pila de protocolos; pero establecidos sobre un enlace físico GPRS (Figura 6.12).

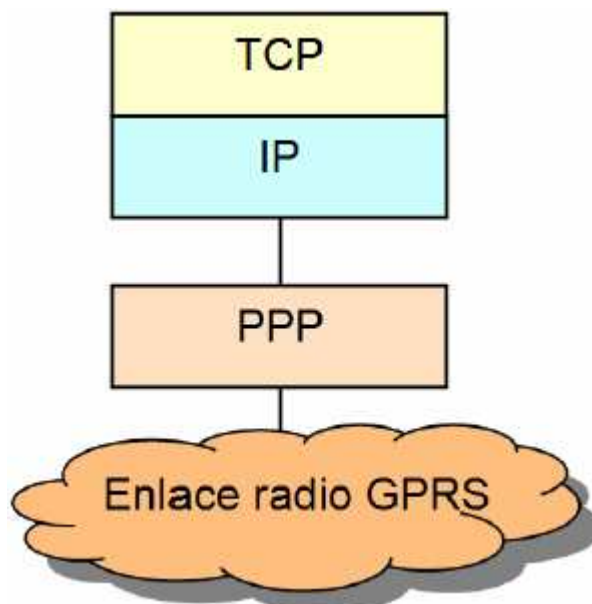


Figura 6.12.- *Pilas de protocolo de Comunicación entre DCE y GGSN*

## **6.5 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS**

Al analizar el diseño de la “IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA M2M APLICADO A LA TELEMETRÍA EN EL LABORATORIO **OMRON** DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE LA UTA”, son necesarios equipos que se requieren ser automatizados, como son: el software y hardware.

### **6.5.1 SOFTWARE**

- Sistema operativo Windows XP o superior.
- Paquete de programación de control LabView 7.0.
- Paquete de programación de PLCs CX-Programer de OMRON.

### **6.5.2 HARDWARE**

- El sistema en sí, estará conformado por dos módems GPRS que se encargarán de la transmisión y recepción de los datos leídos desde los distintos procesos en análisis.
- Dos computadores personales, con las características básicas necesarias para el buen funcionamiento del software detallados anteriormente.
- PLC, para el control de la variable física a estudiar
- Cable serial RS-232 (comunicación desde la PC hacia el PLC).
- Punta lógica, multímetro, instrumentos que se utilizarán para el buen funcionamiento del sistema.
- Banda Transportadora (variable física a controlar).

### **6.5.3 IMPLEMENTACIÓN**

Al implementar este sistema, es necesario el estudio de los tipos de sistemas M2M que se pueden implementar. Partiendo de estos principios, se fueron desarrollando las diferentes ventajas del sistema en cuanto tiene que ver a



otras tecnologías para así tener un análisis concreto e incomparable de cada tipo de procesos que se aplica a este diseño, para luego poder controlar los dispositivos que utiliza la telemetría.

Gracias a la Facultad de Ingeniería en Sistemas, donde se implementará dicho sistema, lugar donde se tienen los dispositivos necesarios para el cumplimiento de los diferentes objetivos descritos en el capítulo I. Como se describió anteriormente, este sistema está conformado por el software, y el hardware, programas y equipos que se utilizan dentro del desarrollo en donde interviene la Telemetría en un sistema M2M.

La interfase en donde intervienen lenguajes de programación como el LabView 7.0 y todos sus controladores, serán necesarios para la comunicación y programación; así, poder controlar un sinnúmero de variables físicas que podrán ser medidas.

#### 6.5.4 DESARROLLO DEL SISTEMA

El sistema que se estudiará y se implementará, consta de las siguientes etapas:

- **Multimodem GSM/GPRS** que son equipos encargados de la comunicación entre la PC, y la interfase de control, ya que son los delegados de transmitir los datos por medio de la red GPRS utilizando la infraestructura GSM.
- Para la interfase de control se a utilizado como dispositivo principal un **PLCs** de OMRON CQM1 CPU21, quien se encargará del procesamiento de control; conjuntamente con el cable RS-232, se programará y se le grabará en la memoria del PLC, ésta pueda interactuar con los demás dispositivos como controlar sensores, contactóres o fines de carreras; a demás, éste será capas de ir contando los eventos que suceden como es el caso de productos buenos y malos.

- Una **banda transportadora** será el dispositivo principal a controlar. Dicho equipo, tiene motores de corriente alterna (CA), quien es el responsable del movimiento de la misma para poder transportar productos que requieran un control; así, como sensores que nos servirán para poder contar dicho proceso, y también sensores que nos indicarán cuando un producto es malo, si el producto que pasa por la banda no tiene las características necesarias, este sensor, conjuntamente con un motor CA, accionará a un expulsador de productos malos que actúa con un fin de carrera, quien es el encargado de empujar y retornar al expulsador a su posición inicial.

En la figura 6.13 mostrada en la siguiente página, podemos señalar el sistema que se desea implementar.

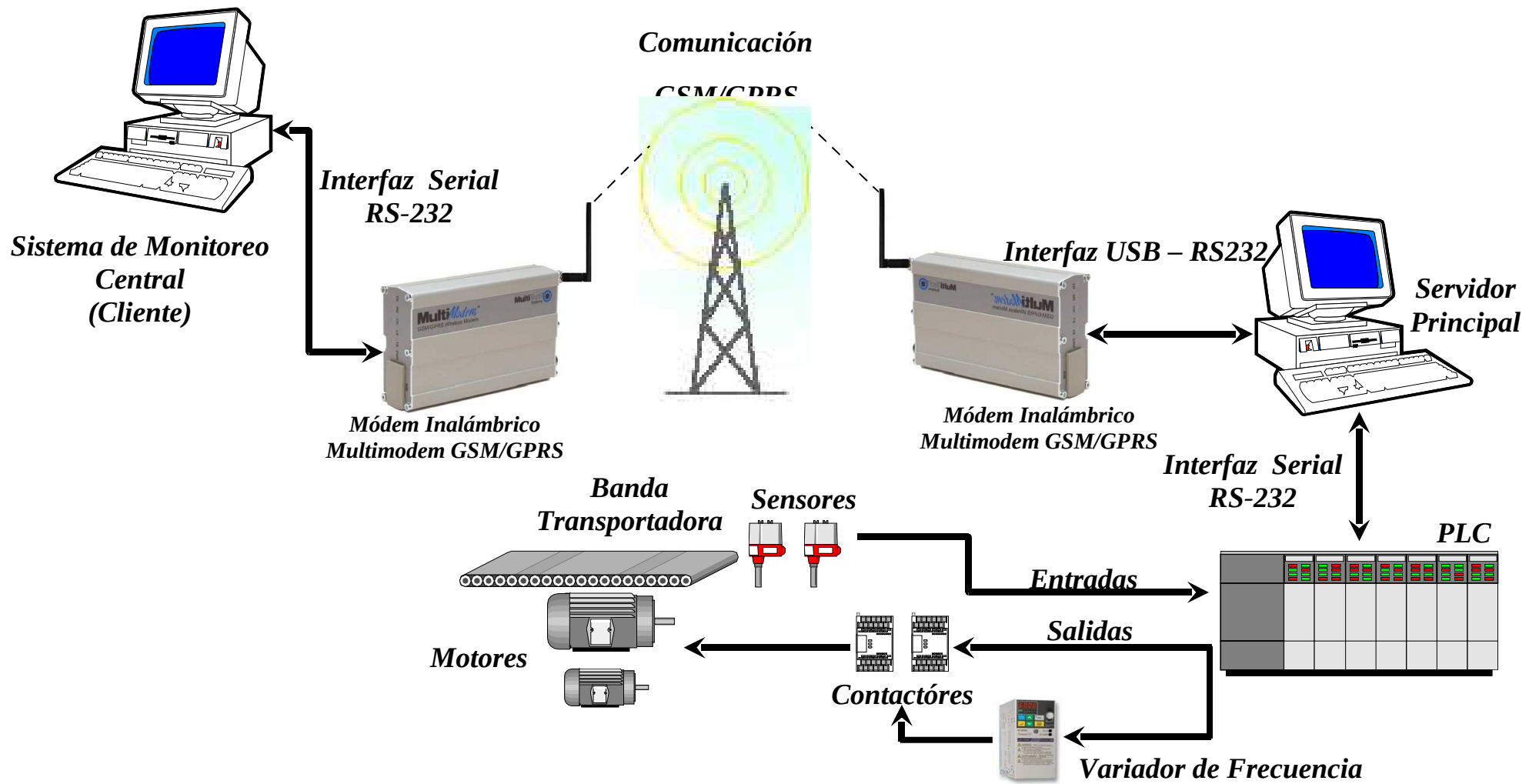


Figura 6.13.- Diagrama del Sistema M2M Aplicado a la Telemetría de una Banda Transportadora

### 6.5.5 HARDWARE DE COMUNICACIÓN A UTILIZAR

En este punto, se toma en consideración la utilización de dos módems inalámbricos, que fácilmente se pueden conectar a la red GSM; y así, poder utilizar la comunicación GPRS, para la transmisión (TX) y recepción (RX) de datos; y, para efectos del mismo, el modelo de estos módems es MTCBA-G-F2, de MultiTech Systems Inc.

Otro dispositivo de hardware a utilizar será el cable de conexión serial el RS-232, con un conector DB-9 hembra, y un conector DB-9 macho. Este cable permite enviar tanto las entradas como las salidas que se obtienen del PLC.

### 6.5.6 HARDWARE DE CONTROL A UTILIZAR

El hardware de control necesario, serán:

- *Banda transportadora.*- El mismo que funcionará con la ayuda de un motor trifásico.
- *Sensor (E3JM).*- Este se activará, siempre y cuando la luz emitida constantemente por el sensor que choca con un reflector; y al interrumpir dicha luz, este procede a enviar una señal hacia una entrada del PLC.
- *Sensor (E3MC).*- A este tipo de sensor, primero se debe configurar según el manual, según el tipo de activación que tendrá el dispositivo, este a su vez se configura por medio de tipo de colores por el cual éste se activará; y así, enviando una señal hacia otra entrada del PLC.
- *Fin de Carrera.*- Este dispositivo apagará al sensor mencionado anteriormente, con la finalidad de que retorne el motor (expulsor) a su posición inicial.
- *Motores de CA.*- El primer motor como ya se explicó anteriormente, es el encargado de girar a la banda transportadora; mientras un segundo motor (expulsor) ayuda a la movilidad de un expulsor que se activará en el

momento de que la señal del sensor tipo..... llegue a la entrada del PLC activando una salida del mismo PLC para que funcione dicho motor.

- *Variador de Frecuencia.*- Se encargará de enviar la frecuencia necesaria hacia los motores; y así, poder controlar la velocidad de dichos dispositivos.
- *PLC.*- Dispositivo encargado de controlar los procesos que se le programen en dicho control.

### **6.5.7 COMPUTADORAS PERSONALES (PCS)**

Las siguientes PCs, también son dispositivos de hardware que mantendrán una comunicación. El primer PC podrá interactuar con el PLC y el programa LabView 7.0 por medio del puerto serial RS-232 (Servidor); con otro puerto serial de la misma PC es factible la comunicación con el primer módem, quien se encargará de la comunicación GPRS con un segundo módem conectado a otra PC (Cliente).

### **6.5.8 DESARROLLO DE LOS SOFTWARE**

El desarrollo se lo ha hecho utilizando adecuadamente los paquetes de programación según la aplicación que se este efectuando.

#### **6.5.8.1 Software de Procesamiento de Control (PLC)**

Con éste software, logramos hacer un control de dichas variables como son:

- El encendido del motor principal será el encargado de girar la banda transportadora.
- Detectar con los sensores los productos que van a pasar por dicha plataforma. En este caso se han utilizado dos tipos, uno para contar los productos en general, mientras el segundo previamente configurado, detecta el producto malo. Así tendremos las variables necesarias para la comunicación.

### 6.5.8.2 Software de Manipulación de Datos (LabView 7.0)

En este punto diseñamos los respectivos programas tanto para el Servidor como para el Cliente. En el servidor se tendrá una lectura directa de las variables del PLC a PC, que interactuarán entre los dos dispositivos de hardware,

Otra parte del programa será capaz de enviar los datos leídos desde el Servidor hacia el primer módem, llegando hasta el segundo módem que estará conectado con el Cliente. El Cliente podrá recoger la información, procesarla, y enviar nuevamente hacia el Servidor si fuese necesario.

En las siguientes figuras 6.14 y 6.15, se da a conocer la pantalla del servidor conjuntamente con la pantalla del cliente.



Figura 6.14.- *Servidor*



Estos indicadores, van a facilitar si el cliente (que puede ser alguna persona importante de la empresa) se encuentra conectado junto con el servidor (proceso), esto permitirá la comunicación por medio de los módems, caso contrario si el cliente no se encuentra habilitado, no se realizará ninguna comunicación. También determina si el proceso está en funcionamiento.

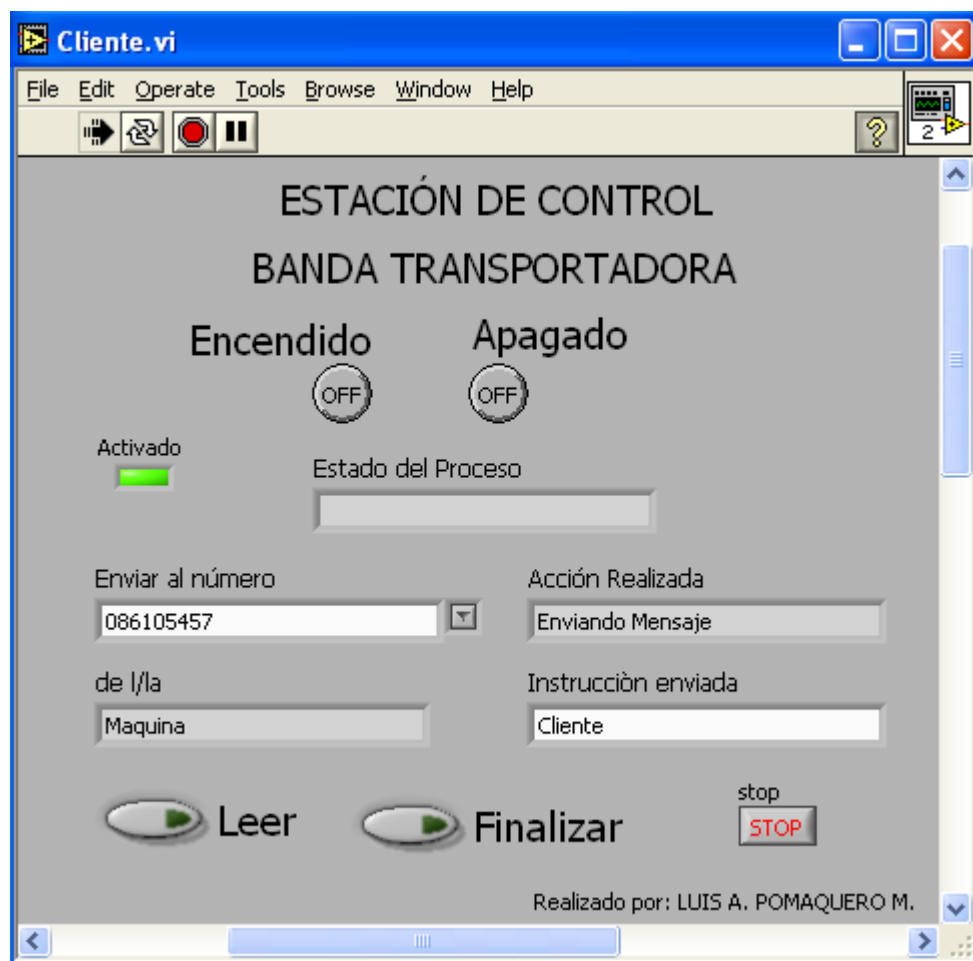


Figura 6.15.- *Cliente*

## 6.6 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA M2M APLICADO A LA TELEMETRÍA EN EL LABORATORIO OMRON DE LA FIS, UTA

Obtenido todo lo necesario para el buen funcionamiento del Sistema, aquí trataré de explicar detalladamente el proceso que se sigue para conseguir tal objetivo como es el caso de controlar una Banda Transportadora.

En primera instancia, se tuvo que programar el PLC OMRON, para así poder automatizar y dale funcionalidad a los diferentes dispositivos que esta dispone, dicho programa se lo puede encontrar en la parte de anexos 8, como se puede apreciar, este programa se lo realiza en el programa CX-PROGRAMER software que pertenece a la misma empresa que fue fabricado el PLC, el programa que se realiza tiene la estructura de programación LADDER, que no es más una implementación de contactóres.

Las variables que se han utilizado en la programación del PLC son las que a continuación se detallan:

	<b>Dirección PLC</b>	<b>Funcionalidad</b>
	0.00	Encendido de la Banda
0.1	Apagado General	
0.2	Sensor Fotoeléctrica	
0.3	Sensor Foto cromático	
100.0	Acciona contactor Banda	
	Acciona Motor Expulsor (giro izquierda)	
	Acciona Motor Expulsor (giro derecha)	
	101	Variador de Frecuencia

Con estas variables, hemos conseguido nuestro objetivo.

En segundo lugar es controlar por medio de una interfaz electrónica, esto es sin manipular los accionamientos que tiene el PLC, si no utilizando un circuito



que pueda controlar dichas variables programadas. En principio esta implementación estuvo ideada para poder hacer con un microcontrolador Basic Stamp II, pero gracias a la tecnología que se tiene hoy en día dicha implementación se lo ha realizado con el programa LabView versión 7.0, este nos facilitará la manipulación de las variables que se tienen en el PLC gracias a que dicho programa descrito anteriormente tiene una parte en donde la programación con este paquete se nos retorna muy fácil programar me refiero a LabView DSC, conjuntamente con los controladores necesarios que dispone este software.

Como se pudo apreciar en las Figuras 6.14, y 6.15, corresponden aplicaciones que tienen que tener en cada estación, ya sea desde un servidor y un cliente, o como los he nombrado desde el gerente hacia un proceso. El gerente puede enviar desde su estación de trabajo acciones que el requiera como en este caso el poder encender o apagar la Banda o cualquier otro dispositivo. Mientras desde la estación de proceso, le llegan las ordenes para que actúen los diferentes dispositivos que controlan a la Banda.

Para el buen funcionamiento de dicho programa implementado en LabView, hay que tener muy en cuenta las necesidades, como son el número al cual se va a enviar las acciones o respuestas, realizadas en el momento del proceso.

El control M2M, se logra gracias a los módems inalámbricos que funcionan conjuntamente con la Tecnología GSM, gracias a la misma que con una SIM (chip de celular común), podemos acceder a la red en este caso PORTA, cabe aclarar que se trataba de implementa como esta descrita la propuesta que sería con el sistema GPRS, dicho sistema en el Ecuador no se tienen implementado por el cual hemos utilizado el envío de mensajes, y hemos conseguido controlar con éxito nuestro equipo. Los comandos que se utilizan son los que a continuación se describen.

**Envío de mensajes.-** Para poder enviar un mensaje se utiliza el comando GMGS conjuntamente con el comando de atención para el módem, esto es AT.

**Sintaxis:** AT+GMGS =”#celular”<enter>  
>Mensaje a enviar <ctrl+z>

**Leer mensaje.-** Se utiliza el comando GMGR, siempre especificando la posición de memoria del buffer en donde llegan los mensajes, para nuestro caso sólo se ha utilizado la posición 1.

**Sintaxis:** AT+CMGR=(#de memoria del buffer)<enter>

**Borrar mensajes.-** Al igual que para leer se tiene que tener en cuenta la posición en donde se encuentra el mensaje alojado en la memoria del buffer del módem, para dicho propósito se utiliza el comando GMGD.

**Sintaxis:** AT+GMGD=(# de memoria del buffer)<enter>

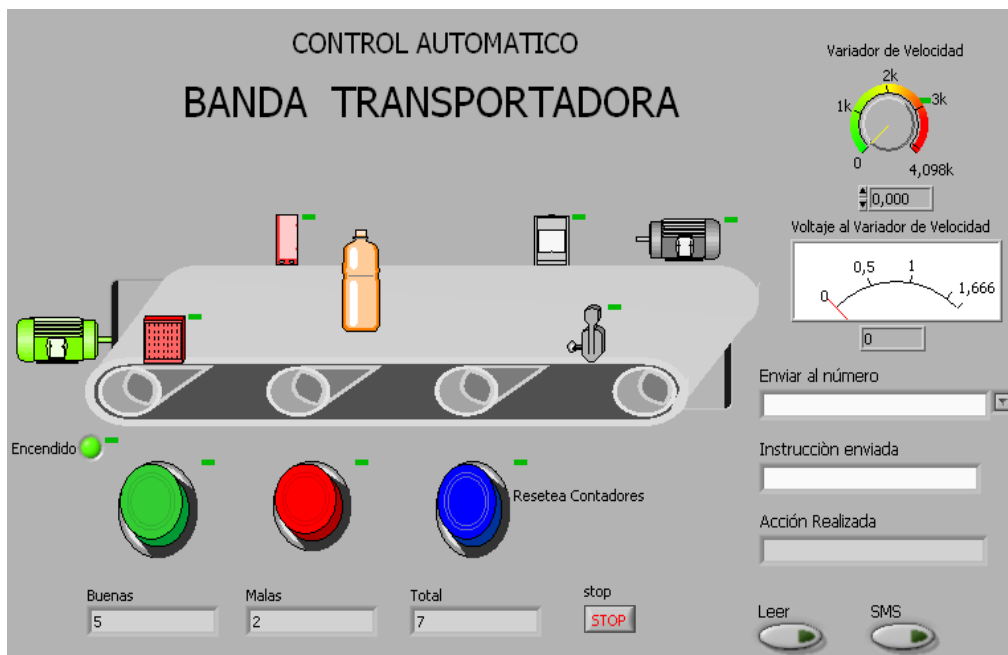


Figura 6.16.- *Equipo en Funcionamiento*

La figura 6.16, indicada anteriormente, se muestra el dispositivo en funcionamiento en este caso la banda transportadora está en funcionamiento

tomando en cuenta los diferentes dispositivos de control que a continuación se detalla:



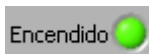
Al darle un clic sobre este dispositivo, inmediatamente manda un código que es entendido por el PLC, y este interpreta si es un pulso de encendido, e inmediatamente activa la salida del PLC, y por ende se activa el contactor indicado para poner en funcionamiento el motor que corresponde a la Banda.



Al igual que el dispositivo anterior, este hace lo contrario, envía un código hacia el mismo PLC, este interpreta e inmediatamente desactiva en este caso todas las salidas que están activadas; es decir, apaga todo el equipo.



Con este dispositivo al darle clic, también envía un código específico hacia el PLC, realizando la tarea de resetear poniéndolos a cero a los contadores de los productos que pasan por la banda transportadora. Este sólo nos sirve para inicializar los contadores.



Indica que el motor de la banda se encuentra en funcionamiento.



Indica que el motor de la banda se encuentra apagado.

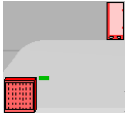
Los indicadores mostrados anteriormente, se encenderán dependiendo de la acción que tome el motor general que en este caso es el motor que pertenece a la banda transportadora, quien es el encargado de hacerle girar.



Este esquema, indica que se trata de un motor, en este caso se encuentra apagado.



Es el mismo motor indicado anteriormente, pero en este caso indica que se encuentra en funcionamiento.



Es el sensor fotoeléctrico, que al pasar el producto por él, este cambia de color para indicar que se encuentra enviando una señal al PLC e incrementando su cantidad a su localidad de memoria designada. En este caso está configurado para que cuando se interrumpa el paso de luz, éste incremente su valor, caso contrario no lo hace.



Es un sensor que al activarse, este envía una señal a su localidad de memoria y de la misma manera incrementa su valor, dando como resultado el número de objetos malos. Para que reconozca el objeto mal fabricado a este se le puede configurar ya que se trata de un sensor que detecta colores, como es el caso que se le ha configurado para que el producto malo sea de color azul. Al detectar este color, inmediatamente detiene al motor de la banda, y activa el motor del expulsor de producto malo. Si este dispositivo detecta, este cambia a un color azul.



Se trata del motor expulsor, si se activa el sensor descrito anteriormente, éste entra en acción e inmediatamente expulsa el producto que se detectó como malo. Si se activa este dispositivo cambia a un color verde como el del motor de la banda cuando entra a funcionar.



Se trata de un sensor llamado Fin de Carrera, con éste dispositivo se procede al cambio de giro que da en primera instancia el motor expulsor al activarse por primera vez, y cuando este equipo entra en funcionamiento este obliga al motor expulsor a apagarse, y luego de un tiempo se activará el

mismo motor pero cambiado de giro para ubicar en su puesto original al expulsor. También si se activa éste dispositivo toma un color verde como el de los motores.

Buenas	Malas	Total
5	2	7

Son casilleros en donde se obtienen los diferentes valores de los contadores.



Se trata de un potenciómetro creado en LabView, para poder incrementar su voltaje hacia el PLC; así, poder controlar la velocidad de los motores tanto de la banda como del expulsor. Como se aprecia el valor máximo es de 4,098K $\Omega$ , valor que se estima, para que los motores no pierdan su sincronismo.

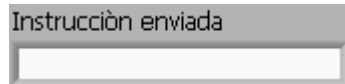


Indica la cantidad de voltaje enviado hacia el PLC al variar el potenciómetro descrito anteriormente, también tiene un valor máximo que es de 1.666Vcc, es el máximo valor que se puede enviar al variar el potenciómetro a su máximo nivel.

Enviar al número

En este casillero, se tiene que escoger el número que en este caso es de un celular al cual va ha ser enviado. Este dispositivo por asuntos de demostración se le ha permitido que sea visible, pero si se tratara dentro de una empresa industrial, este casillero no tendría que ser mostrad, por cuanto pueden cambiar fácilmente. Este esquema también se lo encuentra en el cliente haciendo la misma función que esta. Si este casillero no existe

ningún número de celular existe un indicador en donde se describe que aún no ha ingresado un número de celular.



Indica la instrucción que se le está enviando ya sea desde el servidor hacia el cliente o viceversa.



Indica las acciones tanto de envío, lectura, borrado de mensajes.



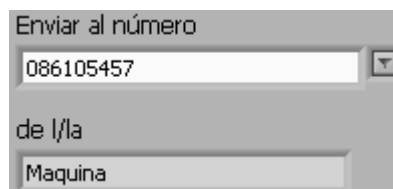
Se puede realizar una lectura de los módems y enviar manualmente acciones que se desean realizar. Insisto si se la implementación estuviera dentro de una empresa industrial o cualquiera, no se tiene que dar estas opciones, solo están para poder demostrar en esta implementación. En el cliente solo se tiene para leer manualmente.



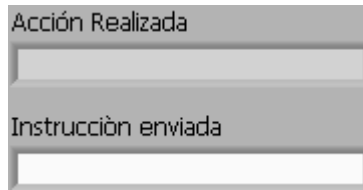
Esta opción se encuentra en el cliente, y es por medio se envía la acción de encendido.



Mientras esta otra opción, envía la acción de apagado. Al igual que la primera opción, está se encuentra sólo en el cliente.



De la misma forma que se tienen en el servidor, aquí también podemos escoger el número de celular e indica a cual pertenece dicho código o número.



También tiene las acciones y las instrucciones que va a realizarse.



Se puede realizar lecturas manuales, para verificar si el buffer del módem está disponible o está lleno de basura, entendiéndose por basura a mensajes que no interpreta nuestro sistema.



Ejecuta el programa.



Sirve para detener el programa que se está ejecutando en labView, pero más no detiene el proceso, ya que estos están controlados por el PLC.

En la figura 6.17, se tiene un proceso en funcionamiento que me indican los valores que los diferentes dispositivos tienen que tener. En este esquema podemos visualizar el valor del potenciómetro del variador de velocidad así como de su voltaje, contadores que cambian constantemente al pasar ya sea productos buenos como malos.



Figura 6.17.- *Proceso Normal*

La figura 6.18, se demuestra una de las opciones que realiza el sistema y por ende se cumplen los objetivos tratados en este proyecto, como es el de poder controlar el Sistema M2M por medio de la comunicación inalámbrica, en este caso se visualiza como se enciende el sistema automáticamente, y a la vez como envía su respuesta hacia el cliente indicándole que se ha ejecutado la acción satisfactoriamente. El cliente tiene un visor donde se muestra si el equipo se encuentra apagado o encendido como se muestra en la figura 6.19.



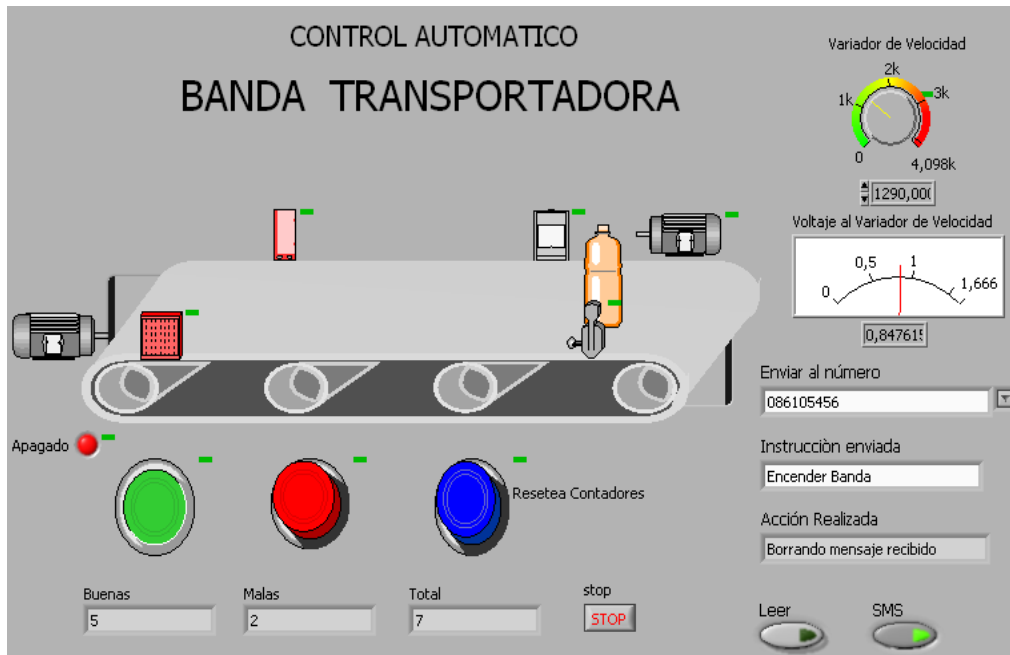


Figura 6.18.- *Encendido por medio de Mensajes*

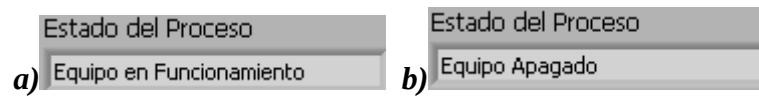


Figura 6.19.- *a) Encendido, b) Apagado*

## **ANEXOS**

## ANEXO 1: COMANDOS AT PARA GPRS

### Comando AT+CGATT

AT+CGATT	
<b>Descripción:</b> GPRS attach o detach	
<u>Comando de prueba:</u>	<u>Respuesta:</u>
<b>AT+CGATT=?</b>	<b>+CGATT:</b> (lista de estados <state> soportados) <b>OK</b>
<u>Comando de lectura:</u>	<u>Respuesta:</u>
<b>AT+CGATT?</b>	<b>+CGATT:&lt;state&gt;</b> <b>OK</b>
<u>Comando de escritura:</u>	<u>Respuesta:</u>
<b>AT+CGATT=&lt;state&gt;</b>	<b>+CGATT:&lt;state&gt;</b> <b>OK</b>
	<u>Parámetros:</u>
	<state>: indica el estado del proceso de attach GPRS. 0:detached. 1:attached.

### Comando AT+CGACT

AT+CGACT	
<b>Descripción:</b> Activar o desactivar contexto PDP	
<u>Comando de prueba:</u>	<u>Respuesta:</u>
<b>AT+CGACT=?</b>	<b>+CGACT:</b> (lista de estados (<state>) soportados) <b>OK</b>
<u>Comando de lectura:</u>	<u>Respuesta:</u>
<b>AT+CGACT?</b>	<b>+CGATT: &lt;cid&gt;,&lt;state&gt;</b> <b>OK</b>

<u>Comando de escritura:</u>  <b>AT+CGACT= &lt;state&gt; [,&lt;cid&gt;]</b>	<u>Respuesta:</u>  <b>OK</b>  <u>Parámetros:</u>  <b>&lt;state&gt;</b> : Indica el estado de activación del contexto PDP. <b>0</b> : desactivado. <b>1</b> : activado. Otros valores resultarán en una respuesta de "ERROR" ante el comando de ejecución.  <b>&lt;cid&gt;</b> : Se conoce como identificador del contexto PDP y es un parámetro numérico que especifica una definición particular del contexto PDP. Es un parámetro local a la interfaz entre el TE y el MT y se usa en otros comandos relacionados con el contexto PDP.
---	---

## Comando AT+CGCLASS

AT+CGCLASS	
<b>Descripción:</b> Clase de estación móvil GPRS	
<u>Comando de prueba:</u>  <b>AT+CGCLASS=?</b>	<u>Respuesta:</u>  <b>+CGCLASS:</b> (lista de clases <b>&lt;class&gt;</b> soportadas) <b>OK</b>
<u>Comando de lectura:</u>  <b>AT+CGCLASS?</b>	<u>Respuesta:</u>  <b>+CGCLASS: &lt;class&gt;</b> <b>OK</b>
<u>Comando de escritura:</u>  <b>AT+CGCLASS= &lt;class&gt;</b>	<u>Respuesta:</u> <b>OK</b>  <u>Parámetros:</u>  <b>&lt;class&gt;</b> : Este parámetro es una cadena de caracteres que indica la clase de terminal móvil GPRS (en orden descendiente de funcionalidad). <b>B</b> : Clase B. <b>CG</b> : clase C sólo en modo GPRS. <b>CC</b> : clase C sólo en modo de conmutación de circuitos). Debemos tener en cuenta que nuestro módulo no soporta la clase A.

## Comando AT+CGDCONT

AT+CGDCONT	
<b>Descripción:</b> Definir contexto PDP	
<u>Comando de prueba:</u>  <b>AT+CGDCONT=?</b>	<u>Respuesta:</u>  <b>+CGDCONT:</b> (rango de <cid> soportados), <PDP_type>,,, (lista de <d_comp> soportados), (lista de <h_com> soportados)[, (lista de <pd1> soportados) [...[(lista de <pdN> soportados)]]][...]  <b>[+CGDCONT:</b> (rango de <cid> soportados), <PDP_type>,,, (lista de <d_comp> soportados), (lista de <h_com> soportados)[, (lista de <pd1> soportados) [...[(lista de <pdN> soportados)]]][...]] <b>OK</b>
<u>Comando de lectura:</u>  <b>AT+CGDCONT?</b>	<u>Respuesta:</u>  <b>+CGDCONT:</b> <cid>,<PDP_type>,<APN>,<PDP_addr>,<d_comp>,<h_comp>[,<pd1>[...[,pdN]]]  <b>[+CGDCONT:</b> <cid>,<PDP_type>,<APN>,<PDP_addr>,<data_comp>,<head_comp>[,<pd1>[...[,pdN]]]] <b>OK</b>
<u>Comando de escritura:</u>  <b>AT+CGDCONT=&lt;cid&gt;,&lt;PDP_type&gt;,&lt;APN&gt;,&lt;PDP_addr&gt;,&lt;d_comp&gt;,&lt;h_comp&gt;</b>	<u>Respuesta:</u> <b>OK</b>  <u>Parámetros:</u>  <b>&lt;PDP_type&gt;</b> : Packet Data Protocol type. Es una cadena de caracteres que especifica el tipo de protocolo de paquete de datos. Debemos tener en cuenta que el módulo sólo soporta el protocolo IP.  <b>&lt;APN&gt;</b> : Acces Point Name. Este parámetro es un nombre lógico (cadena de caracteres) que se usa para seleccionar al GGSN o la red de paquetes de datos externa.  <b>&lt;PDP_addr&gt;</b> : Cadena de caracteres que identifica al MT en el espacio de direcciones aplicable al PDP. Como actualmente sólo se soporta IP, este parámetro debe ser una dirección IP. Si el valor es nulo ("0.0.0" o 0), entonces el TE puede proveer uno durante el procedimiento de arranque del PDP o si esto falla, se puede solicitar una dirección IP dinámica. El comando de lectura continuará devolviendo el valor nulo, aun cuando se haya

	<p>asignado una dirección durante el proceso de inicio del PDP. La dirección asignada se puede leer usando el comando +CGPADDR.</p> <p><b>&lt;d_comp&gt;</b>: Parámetro numérico que controla la compresión de datos PDP (<b>0</b>: off, viene por defecto y es el único valor soportado).</p> <p><b>&lt;h_comp&gt;</b>: Parámetro numérico que controla la compresión de cabecera PDP (<b>0</b>: off, viene por defecto y es el único valor soportado).</p> <p><b>&lt;pd1&gt;,...&lt;pdN&gt;</b>: Cadena de 0 a N caracteres cuyos significados son específicos del &lt;PDP_type&gt;</p>
--	---

## Comando AT+CGDATA

AT+CGDATA	
<b>Descripción:</b> Entrar en estado de datos	
<u>Comando de prueba:</u>	<u>Respuesta:</u>
<b>AT+CGDATA=?</b>	<b>+CGDATA:</b> (lista de <L2P> soportados) <b>OK</b>
<u>Comando de escritura:</u>	<u>Respuesta:</u> <b>CONNECT</b>
<b>AT+CGDATA= &lt;L2P&gt;,&lt;cid&gt;</b>	<u>Parámetros:</u>  <b>&lt;L2P&gt;</b> : Cadena de caracteres que indica el protocolo de capa 2 que va a ser usado entre el TE y el MT. Actualmente sólo está permitido el protocolo PPP.  <b>&lt;cid&gt;</b> : Se conoce como identificador del contexto PDP y es un parámetro numérico que especifica una definición particular del contexto PDP. Es un parámetro local a la interfaz entre el TE y el MT y se usa en otros comandos relacionados con el contexto PDP.

## Comando AT+CGEREP

AT+CGEREP	
<b>Descripción:</b> Informe de evento GPRS	
<u>Comando de prueba:</u>  <b>AT+CGEREP=?</b>	<u>Respuesta:</u>  <b>+CGEREP:</b> (lista de <b>&lt;mode&gt;</b> soportados), (lista de <b>&lt;bfr&gt;</b> ) <b>OK</b>
<u>Comando de lectura:</u>  <b>AT+CGEREP?</b>	<u>Respuesta:</u>  <b>+CGEREP:</b> <b>&lt;mode&gt;</b> , <b>&lt;bfr&gt;</b> <b>OK</b>
<u>Comando de escritura:</u>  <b>AT+CGEREP =</b> <b>[&lt;mode&gt;,&lt;bfr&gt; ]]</b>	<u>Respuesta:</u> <b>OK</b>  <u>Parámetros:</u>  <b>&lt;mode&gt;</b> : Puede tomar los valores 0, 1 ó 2. <b>0</b> : almacenar en memoria los códigos de resultado no solicitados en el MT. Si la memoria está llena, los más antiguos pueden ser descartados. Los códigos no se reenvían al TE. <b>1</b> : descartar códigos de resultados no solicitados cuando el enlace entre MT y TE está reservado; por ejemplo en modo de conexión de datos, si no reenviarlos directamente al TE. <b>2</b> : almacenar en memoria los códigos de resultado no solicitados en el MT cuando el enlace entre MT y TE está reservado y enviarlos al TE cuando el enlace vuelva estar disponible.  <b>&lt;bfr&gt;</b> : <b>0</b> : la memoria de códigos de resultados no solicitados del MT, definida en este comando, se borra cuando se introducen los valores 1 ó 2 para el parámetro <b>&lt;mode&gt;</b> . <b>1</b> : los códigos de resultados no solicitados que se encuentran en la memoria del MT son enviados hacia el TE cuando se establece el parámetro <b>&lt;mode&gt;</b> con los valores 1 ó 2. Se deben enviar respuestas de OK después de enviar los códigos.

## Comando AT+CGPADDR

AT+CGPADDR	
<b>Descripción:</b> Definir contexto PDP	
<u>Comando de prueba:</u>	<u>Respuesta:</u>
<b>AT+CGPADDR=?</b>	<b>+CGPADDR:</b> (lista de <cid> soportados) <b>OK</b>
<u>Comando de escritura:</u>	<u>Respuesta:</u>
<b>AT+CGPADDR = &lt;cid&gt;[,&lt;cid&gt;,[...]]</b>	<b>+CGPADDR: &lt;cid&gt;,&lt;PDP_addr&gt;</b> <b>[+ CGPADDR: &lt;cid&gt;,&lt;PDP_addr&gt;[...]]</b> <b>OK</b>
	<u>Parámetros:</u>
	<b>&lt;PDP_addr&gt;</b> : Cadena de caracteres que identifica al MT en el espacio de direcciones aplicable al PDP. La dirección puede ser estática o dinámica. La dirección estática será la establecida por el comando +CGDCONT cuando fue definido el contexto. La dirección dinámica será la asignada durante la última activación del contexto PDP que utilizó la definición de contexto referenciada por el parámetro <cid>. < PDP_addr > se omite si no hay ninguna dirección disponible.

## Comando AT+CGQMIN

AT+CGQMIN	
<b>Descripción:</b> Perfil de calidad de servicio mínimo aceptable	
<u>Comando de prueba:</u>	<u>Respuesta:</u>
<b>AT+CGQMIN =?</b>	<b>+CGQMIN: &lt;PDP_type&gt;</b> , (lista de <precedence> soportados), (lista de <delay> soportados),(lista de <reliability> soportados),(lista de <peak> soportados),(lista de <mean> soportados) <b>[+ CGQMIN:...]</b> <b>OK</b>
<u>Comando de lectura:</u>	<u>Respuesta:</u>
<b>AT+CGQMIN?</b>	<b>+CGQMIN:&lt;cid&gt;,&lt;precedence&gt;,&lt;delay&gt;,&lt;reliabil</b>



	<p>ity&gt;,&lt;peak&gt;,&lt;mean&gt;  [+ CGQMIN:...]  OK</p>
<p><u>Comando de escritura:</u></p> <p><b>AT+CGQMIN=</b>  [&lt;cid&gt;,&lt;precedence&gt;,&lt;delay&gt;,&lt;reliability&gt;,&lt;peak&gt;,&lt;mean&gt;]]]]]]</p>	<p><u>Respuesta:</u> <b>OK</b></p> <p><u>Parámetros:</u></p> <p><b>&lt;precedence&gt;</b>: Parámetro numérico para la clase de precedencia.  <b>0</b>: valor suscrito a la red.  <b>1</b>: servicio de alta prioridad.  <b>2</b>: servicio de prioridad normal.  <b>3</b>: baja prioridad.</p> <p><b>&lt;delay&gt;</b>: Parámetro numérico para la clase de retardo.</p> <p><b>&lt;reliability&gt;</b>: Parámetro numérico para la clase de fiabilidad  <b>0</b>: valor suscrito a la red.  <b>1</b>: tráfico no a tiempo real, aplicación sensible a errores que no puede hacer frente a la pérdida de datos.  <b>2</b>: tráfico no a tiempo real, aplicación sensible a errores que puede hacer frente a pérdidas infrecuentes de datos  <b>3</b>: tráfico no a tiempo real, aplicación sensible a errores que puede hacer frente a pérdidas de datos.  <b>4</b>: tráfico a tiempo real, aplicación sensible a errores que puede hacer frente a pérdidas de datos.  <b>5</b>: tráfico a tiempo real, aplicación no sensible a errores que puede hacer frente a pérdidas de datos).</p> <p><b>&lt;peak&gt;</b>: Parámetro numérico para la clase de throughput máximo.  <b>0</b>: valor suscrito a la red.  <b>1</b>: 8 Kbps.  ...  <b>9</b>: 2048 Kbps.</p> <p><b>&lt;mean&gt;</b> Parámetro numérico para la clase de throughput medio  <b>0</b>: valor suscrito a la red.  <b>1</b>: 0.22 bps aproximadamente.  ...  <b>18</b>: 111 Kbps aproximadamente.  <b>31</b>: best effort.</p>

## Comando AT+CGQREQ

AT+CGQREQ	
<b>Descripción:</b> Petición de perfil de calidad de servicio	
<u>Comando de prueba:</u>  <b>AT+CGQREQ =?</b>	<u>Respuesta:</u>  <b>+CGQREQ: &lt;PDP_type&gt;, (lista de &lt;precedence&gt; soportados), (lista de &lt;delay&gt; soportados),(lista de &lt;reliability&gt; soportados),(lista de &lt;peak&gt; soportados),(lista de &lt;mean&gt; soportados)</b> <b>[+CGQREQ:...]</b> <b>OK</b>
<u>Comando de lectura:</u>  <b>AT+CGQREQ?</b>	<u>Respuesta:</u>  <b>+CGQREQ:&lt;cid&gt;,&lt;precedence&gt;,&lt;delay&gt;,&lt;reliability&gt;,&lt;peak&gt;,&lt;mean&gt;</b> <b>[+CGQREQ:&lt;cid&gt;,&lt;precedence&gt;,&lt;delay&gt;,&lt;reliability&gt;,&lt;peak&gt;,&lt;mean&gt;</b> <b>[...]]</b> <b>OK</b>
<u>Comando de escritura:</u>  <b>AT+CGQREQ =</b> <b>[&lt;cid&gt;,&lt;precedence&gt;[,&lt;delay&gt;[,&lt;reliability&gt;[,&lt;peak&gt;[,&lt;mean&gt;]]]]]]</b>	<u>Respuesta:</u> <b>OK</b>  <u>Parámetros:</u>  <b>&lt;cid&gt;,&lt;precedence&gt;,&lt;delay&gt;,&lt;reliability&gt;,&lt;peak&gt;,&lt;mean&gt;</b>

## Comando AT+CGREG

AT+CGREG	
<b>Descripción:</b> Estado de registro de red GPRS	
<u>Comando de prueba:</u>  <b>AT+CGREG =?</b>	<u>Respuesta:</u>  <b>+CGREG:</b> (lista de <n> soportados) <b>OK</b>
<u>Comando de lectura:</u>  <b>AT+CGREG?</b>	<u>Respuesta:</u>  <b>+CGREG:</b> <n>,<stat>[<lac>,<ci>] <b>OK</b>
<u>Comando de escritura:</u>  <b>AT+CGREG = [&lt;n&gt;]</b>	<u>Respuesta:</u> <b>OK</b>  <u>Parámetros:</u>  <b>&lt;n&gt;:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>0:</b> deshabilitar código de resultado de registro de red no solicitado.</li> <li><b>1:</b> habilitar el código de resultado de registro de red no solicitado +CGREG:&lt;stat&gt;.</li> <li><b>2:</b> habilitar el códigos de resultado de registro de red y de información de localización no solicitado +CGREG:&lt;stat&gt;[&lt;lac&gt;,&lt;ci&gt;]).</li> </ul> <b>&lt;stat&gt;:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>0:</b> no registrado, el equipo móvil no está actualmente buscando un operador para registrarse. El servicio GPRS está deshabilitado, se le permite a la MS realizar el proceso de attach si es pedido por parte del usuario.</li> <li><b>1:</b> registrado, red local.</li> <li><b>2:</b> no registrado, pero el equipo móvil está actualmente intentando realizar el attach o buscando un operador para registrarse.</li> <li><b>3:</b> registro denegado.</li> <li><b>4:</b> desconocido.</li> <li><b>5:</b> registrado.</li> </ul> <b>&lt;lac&gt;:</b> parámetro tipo cadena de caracteres. Código hexadecimal de dos bytes que indica el área de localización del MT.  <b>&lt;ci&gt;:</b> Cadena de caracteres que indica la identificación de la celda. Dos bytes en formato hexadecimal.

## Comando AT+KMCLASS

AT+ KMCLASS	
<b>Descripción:</b> Cambio de clase multislots GPRS	
<u>Comando de prueba:</u> <b>AT+KMCLASS =?</b>	<u>Respuesta:</u> <b>+KMCLASS:</b> (lista de <mclass> soportadas) <b>OK</b>
<u>Comando de lectura:</u> <b>AT+KMCLASS?</b>	<u>Respuesta:</u> <b>+KMCLASS:</b> <mclass> <b>OK</b>
<u>Comando de escritura:</u> <b>AT+KMCLASS =</b> <b>&lt;mclass&gt;</b>	<u>Respuesta:</u> <b>OK</b>  <u>Parámetros:</u> <b>&lt;mclass&gt;:</b> <b>1:</b> 1+1 <b>2:</b> 2+1 <b>4:</b> 3+1 <b>8:</b> 4+1 <b>10:</b> 4+2

## ANEXO 2: CÓDIGOS DE RESULTADO Y MENSAJES NO SOLICITADOS

Formato Verbal	Numérico	Tipo	Descripción
+CCCM:<ccm>	Como verbal	No solicitado	--
+CMTI	Como verbal	No solicitado	--
CONNECT	1	Intermedio	La conexión ha sido establecida
CONNECT<text>	Específico del fabricante	Intermedio	Igual a CONNECT pero el <text> específico del fabricante da información adicional (ejemplo: velocidad de conexión)
ERROR	4	Final	Comando no aceptado
NO ANSWER	7	Final	Expira temporizador de conexión
NO CARRIER	3	Final	Conexión terminada
NO DIALTONE	5	Final	No se detecta tono de llamada
OK	0	Final	Ejecución de reconocimiento de una línea de comando
RING	2	No solicitado	Señal de llamada de red entrante
+CRING:<type>	Como verbal	No solicitado	--
+CME ERROR:<err>	Como verbal	Final	--
+CBM	Como verbal	No solicitado	--
+CDS	Como verbal	No solicitado	--
+CR: <type>	Como verbal	Intermedio	--
BUSY	6	Final	--

### ANEXO 3: CÓDIGOS ERROR DE GPRS

Código de <err>	Significado
<b>Errores relacionados con un fallo para realizar un Attach</b>	
103	MS ilegal (#3)
106	ME ilegal (#6)
107	Servicios GPRS no permitidos (#7)
111	PLMN no permitida (#11)
112	Área de localización no permitida (#12)
113	Itinerancia no permitida en esta área de localización (#13)
<b>Errores relacionados con un fallo para activar un Contexto</b>	
132	Opción de servicio no soportada (#32)
133	Opción de servicio solicitud no suscrita (#33)
134	Opción de servicio temporalmente fuera de servicio (#34)
<b>Otros errores GPRS</b>	
149	Fallo de autenticación PDP
148	Error GPRS no especificado
150	Clase móvil inválida

## ANEXO 4: EJEMPLOS PRÁCTICOS DEL USO DE COMANDOS AT

**Nota:** Estos ejemplos son tomados de MULTI-TECH

<http://www.multitech.com/DOCUMENTS/Collateral/manuals/S000293B.pdf>

### 4.1 Activación de un contexto IP/PDP

```
AT +CGDCONT=1, "IP", "internet"; +GDCONT=2, "IP", "abc.com"  
OK
```

```
ATD*99***1#  
CONNECT
```

#### Otro ejemplo:

```
AT +CGCLASS="CG"  
OK
```

```
+CGREG: 1
```

```
AT +CGDCONT=1, "IP", "internet"  
OK
```

```
AT +CGQREQ=1,1,4,5,2,14  
OK
```

```
AT +CGQMIN=1,1,4,5,2,14  
OK
```

```
AT +CGATT=1  
OK
```

```
AT +CGACT=1,1  
OK
```

//Nota sobre +CGDATA: El objetivo de este comando es el mismo que  
ATD\*99\*\*\* así que, es mejor usar solamente  
//ATD\*99\*\*\*

```
AT +CGDATA=1  
CONNECT  
.....
```

## 4.2 Ejemplo de conexión a Internet en modo GPRS

```
at+cgatt?          /* comprueba si el módulo está en la fase de attach GPRS*/  
+CGATT:0
```

OK

```
at+cgatt=1        /* empieza el procedimiento de attach GPRS*/  
OK
```

```
at+cgatt?          /* comprueba si el módulo está en la fase de attach GPRS*/  
+CGATT:1
```

OK

```
at+cgdcont=1,"IP","APN",0,0,0      /* define el contexto PDP*/  
OK
```

*/\* at+cgqreq et at+cgqmin si la QoS necesita ser detallada\*/*

```
atd*99***1#        /* inicia la conexión GPRS (abre el contexto PDP)*/
```

CONNECT

```
~}#À!}!} }2}!}$}%Ü}"}&} }*} }#}$À#kZ~ +++ /* desconectar al DTR para colgar*/  
OK
```

```
ath                /* termina la conexión GPRS (cierra el contexto PDP)*/  
OK
```

Recordar que +++ es el comando para escapar del modo datos y volver al modo comando.



## 4.3 Ejemplos de comandos GPRS

### 4.3.1 +CGCLASS: Clase de estación móvil GPRS

```
AT+CGCLASS=?  
+CGCLASS: (B)  
OK
```

### 4.3.2 +CGDCONT: Definir contexto PDP

```
AT+CGDCONT=?  
+CGDCONT: (1-3),("IP"),,,(0,1),(0,1)  
OK
```

```
AT+CGDCONT?  
+CGDCONT: 1,"IP",,"", "0.0.0.0",0,0  
+CGDCONT: 2,"IP",,"", "0.0.0.0",0,0  
+CGDCONT: 3,"IP",,"", "0.0.0.0",0,0  
OK
```

```
at+cgdcont= 1,"IP","internet","0.0.0.0",0,0  
OK
```

```
at+cgdcont?  
+CGDCONT: 1,"IP","internet","0.0.0.0",0,0  
+CGDCONT: 2,"IP",,"", "0.0.0.0",0,0  
+CGDCONT: 3,"IP",,"", "0.0.0.0",0,0  
OK
```

```
at+cgdcont= 1,"IP","internet","0.0.0.0",0,0  
OK
```

```
at+cgdcont=2,"IP","internet","0.0.0.0",1,1  
OK
```

### 4.3.3 +CGQMIN: Perfil de QoS mínimo aceptable

```
AT+CGQMIN=?  
+CGQMIN: (1-3),(0-3),(0-4),(0-5),(0-9),(0-18,31)  
OK
```

```
AT+CGQMIN?
```

+CGQMIN: 1,2,4,3,9,10  
+CGQMIN: 2,2,4,3,9,10  
+CGQMIN: 3,2,4,3,9,10  
OK

#### 4.3.4 +CGQREQ: *Petición de perfil de QoS*

AT+CGQREQ=?  
+CGQREQ: (1-3),(0-3),(0-4),(0-5),(0-9),(0-18,31)  
OK

AT+CGQREQ?  
+CGQREQ: 1,2,4,3,9,10  
+CGQREQ: 2,2,4,3,9,10  
+CGQREQ: 3,2,4,3,9,10  
OK

AT+CGQREQ=1,0,,0,0,0  
OK

AT+CGQREQ?  
+CGQREQ: 1,0,4,0,0,0  
+CGQREQ: 2,2,4,3,9,10  
+CGQREQ: 3,2,4,3,9,10  
OK

#### 4.3.5 +CGATT: *Attach o Detach GPRS*

AT+CGATT=?  
+CGATT: (0,1)  
OK

AT+CGATT?  
+CGATT: 0  
OK

AT+CGATT=0  
OK

## ANEXO 5: PROCEDIMIENTOS DE ATTACH Y ACTIVACIÓN DE CONTEXTO PDP

En nuestro caso, el terminal es clase B; por lo que necesita decirle a la red que él puede recibir tanto conexiones GSM como GPRS. Este procedimiento se conoce con el nombre de **Attach**.

Al realizarse un attach GPRS se crea un enlace lógico entre el SGSN y el MS. Este proceso, que se activa cuando se enciende el terminal, sigue los siguientes pasos:

1. El MS envía un mensaje de petición de Attach al SGSN.
2. El SGSN comprueba si reconoce al MS y trata de encontrar su número de identificación único (IMSI). Si no se reconoce al MS, este pide al SGSN antiguo el IMSI y los tripletes de autenticación.
3. Si el SGSN antiguo no conoce al MS, envía un mensaje de error. El nuevo SGSN pregunta al MS por su IMSI.
4. EL SGSN realiza una autenticación del MS.
5. Si el MS es encontrado en una nueva área de servicio, se actualiza el HLR.
6. Si el MS está actualmente en una nueva área de localización, se actualiza el MSC/VLR.
7. El SGSN le dice al MS su TLLI asignado (Temporary Location Link Identifier). El TLLI se usa a través de la sesión GPRS como un identificador para el enlace lógico MS-SGSN.

El proceso inverso al attach es el **detach**, mediante el cual se desconecta al terminal de la red GPRS y se produce normalmente al apagar el equipo. Una vez que está establecido el enlace MS-SGSN, el móvil necesita obtener una dirección IP y otros parámetros de conexión. Esto se hace a través de la activación del **contexto PDP** (Packet Data Protocol). El contexto PDP puede ser visto como un software grabado que contiene parámetros que son relevantes para una determinada conexión. Incluye información sobre los protocolos que se usan, la dirección IP, el perfil de QoS, etc. Los parámetros

del contexto PDP deseados pueden ser establecidos por la aplicación usando comandos AT. La activación del contexto PDP hace que el móvil sea visible para la correspondiente GGSN, la cual hace posible las conexiones externas.

A continuación se muestran los pasos para el procedimiento de activación del contexto PDP (si el GPRS Attach ha sido realizado con anterioridad):

1. El MS envía una petición de contexto PDP al SGSN.
2. Se pueden ejecutar funciones de seguridad entre el MS y el SGSN, el cual valida la petición.
3. El SGSN:
  - \* Comprueba la suscripción.
  - \* Comprueba la QoS, que afecta a la tarificación del servicio.
  - \* Envía información al GGSN sobre cómo localizar al MS.
  - \* Configura un enlace lógico hacia el GGSN mediante la creación de un “túnel”.
4. El GGSN contacta un servidor RADIUS (Remote Access Dial-In User Service) dentro de la red operadora y obtiene una dirección IP para el MS.
5. La dirección IP es enviada de vuelta hacia el MS.

Ahora el usuario GPRS está listo para enviar y recibir paquetes.

**Nota:** Esta información ha sido tomada del documento referenciado de Andersson, C., “GPRS-Wireless packet data”, cap. 3, pp. 29-54, *GPRS and 3G wireless applications*, John Wiley & Sons, Inc., New York (2001).

## ANEXO 6: MULTIMODEM GPRS

### MultiModem® GPRS

Modem Externo Inalámbrico



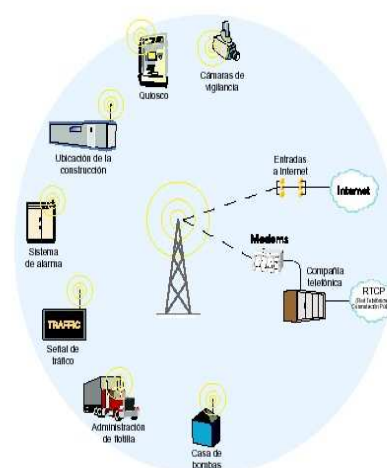
#### Beneficios

- Resistente diseño industrial del chasis
- Montaje para escritorio o pared
- Aprobado por los portadores
- Interfases RS-232, USB, Bluetooth® y Ethernet

El modem inalámbrico MultiModem® GPRS ofrece un funcionamiento basado en las normas de banda múltiple GSM/GPRS Clase 10. Este modem autónomo, listo para usarse proporciona comunicación inalámbrica de datos/fax/voz y se integra a la perfección con prácticamente cualquier aplicación. Está disponible con una amplia gama de opciones de interfase incluyendo RS-232, USB, Bluetooth® y Ethernet así como capacidades como GPS para cubrir todas las necesidades de su aplicación. El modem inalámbrico MultiModem GPRS está basado en la norma de interfases abiertas de la industria y puede montarse sobre escritorio o en pared.

#### Características

- GPRS Clase 10
- GSM/GPRS de banda doble de 850/1900 ó 900/1800 MHz
- Paquete de datos de hasta 85.6 bps
- Pila de TCP/IP intercalada
- Información conmutada por circuito de hasta 14.4K bps transparente y no transparente
- Fax GSM Clase 1 y Clase 2 Grupo 3
- Servicios de mensaje corto (SMS)
- Interfases RS-232, USB, Bluetooth y Ethernet
- Conector de antena SMA y enchufe SIM
- La interfase en serie soporta velocidades DTE de hasta 115.2K bps
- Funcionalidad de GPS de 12 canales
- Compatible con los comandos AT
- Corrección de error MNP2, compresión V.42bis
- Numerosos "DEL"s proporcionan el estado operativo
- Montaje para escritorio o pared
- Certificación PTCRB
- Aprobado por los proveedores de servicios inalámbricos
- Dos años de garantía



## Lo más destacado

**Aplicaciones.** Con velocidades de paquetes de datos de hasta 85.6K bps, el modem inalámbrico MultiModem GPRS está orientado hacia aplicaciones que periódicamente necesitan enviar o recibir información en una red inalámbrica. Es ideal para:

- Automatización de máquina a máquina (M2M)
- Seguridad pública/Servicios de emergencia
- Tránsito público
- Monitoreo remoto industrial, médico y del medio ambiente
- Diagnóstico remoto
- Sistemas de seguridad
- Telemetría/Medicación remota
- Rastreo de vehículos/Administración de flotas/AVL

**Reduce el Tiempo para el Desarrollo.** El modem inalámbrico MultiModem GPRS puede hacer que la comunicación de su dispositivo de comunicación existente y un dispositivo de la siguiente generación se comuniquen entre sí sin requerir cambios de equipo en su diseño. Proporciona un tiempo más rápido de comercializar porque desata el obstáculo y gasto de obtener las aprobaciones PTCRB y RF. Este modem inalámbrico completo, listo para usarse, le permite dar realce a su producto mientras se concentra en desarrollar sus características básicas.

**Información Conmutada en Paquete.** El modem inalámbrico MultiModem GPRS soporta la información celular conmutada en paquete GPRS Clase 10. Esto habilita funcionalidad móvil en Internet al permitir el entrelazado entre la Internet existente y la red celular a velocidades de hasta 85.6 K bps. Cualquier servicio que se utilice en la Internet fija actual – Protocolo de Transferencia de Archivos (FTP), exploración de la red, chat, correo electrónico, telnet, queda también disponible con la red celular. Incluye soporte para los modelos de codificación PBCCH: CS1 a CS4 y se amolda con SMG31bis.

**Información Conmutada por Circuito.** El modem inalámbrico MultiModem GPRS también soporta conexiones GSM de información celular conmutada por circuito. Las conexiones de información conmutada por circuito soportan velocidades de hasta 14.4K bps de fax Clase 1 y Clase 2 Grupo 3, así como corrección de error MNP 2, compresión V.42bis. Las conexiones inalámbricas celulares CSD son ideales para aplicaciones que requieren un reemplazo inalámbrico rápido de una conexión existente de punto a punto de discado analógico. Se integran a la perfección con su aplicación actual requiriendo poco cambio de infraestructura.

**Servicios de Mensaje Corto.** El modem inalámbrico MultiModem GPRS ofrece características SMS tales como texto y PDU, punto a punto (MT/MO) y transmisiones celulares.

**Habilitado para Internet.** El modem inalámbrico MultiModem GPRS incluye una pila de protocolos TCP/IP intercalada para proporcionar conectividad con Internet a cualquier dispositivo sin hacer cambios al diseño de su equipo. Utilizando los protocolos de Internet y la conexión inalámbrica a una red IP, el modem envía y recibe información a través de la Internet.

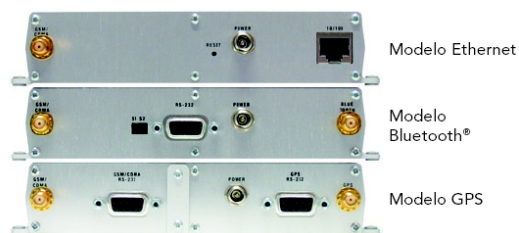
**Características de Voz.** El modem inalámbrico MultiModem GPRS proporciona telefonía y funcionalidad de transmisión de frecuencia múltiple de doble tono (DTMF). También permite llamadas de emergencia así como cancelación de eco y reducción de ruido (opción), y tarifa completa, tarifa completa mejorada y media tarifa (FR/EFR/HR).

**Servicios Suplementarios Compatibles.** El modem inalámbrico MultiModem GPRS es compatible con servicios suplementarios como entrega de llamada, bloquear llamada, multiusuario, llamada en espera y sostener llamada, identificación de línea que llama, aviso de cargo, USSD, grupo de usuario cerrado y transferencia de llamada explícita.

**Características Administrativas.** El modem inalámbrico MultiModem GPRS proporciona características administrativas avanzadas incluyendo administración de directorio telefónico, número de marcaje fijo, reloj del tiempo real y administración de la alarma.

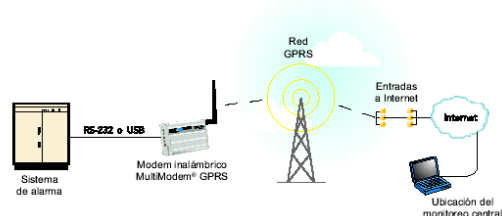
**Chasis Industrial.** El modem inalámbrico MultiModem GPRS está contenido en un resistente chasis industrial con un conector de antena SMA. Se puede instalar sobre escritorio o en pared y presenta numerosos "DEL"s que proporcionan el estado operativo.

**Múltiples Opciones de Interfase.** El modem inalámbrico MultiModem GPRS está diseñado alrededor de una amplia gama de opciones de interfase incluyendo RS-232, USB, Bluetooth y Ethernet para proporcionarle conectividad a la perfección para su aplicación. Cada opción de interfase ofrece características y beneficios únicos relacionados con la tecnología que soporta. También soporta GPS para aplicaciones de rastreo de vehículos y administración de flota.



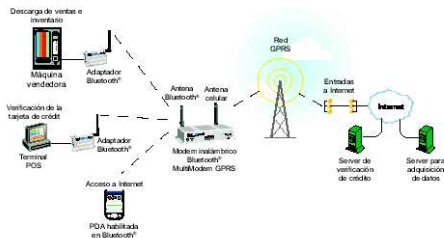
**Conectividad en Serie.** El modem inalámbrico MultiModem GPRS con una interfase serial, utiliza RS-232 o USB para conectarse a cualquier dispositivo en serie para proporcionarle acceso a la Internet. El modelo RS-232 soporta velocidades DTE de 115.2K bps y proporciona una interfase de voz /datos DE-15 y un conector de alimentación eléctrica tipo roscado. El modelo USB proporciona la instalación más fácil del modem. La interfase USB presenta una conexión serial 12M bps y utiliza un enchufe RJ-9 para conectividad de voz. Además, es un USB energizado por la base principal lo que significa que no necesita alimentación eléctrica externa.

## Uso de RS-232/USB



**Conectividad Bluetooth.** El modem inalámbrico MultiModem GPRS con una interfase Bluetooth proporciona a cualquier dispositivo periférico con Bluetooth habilitado como una terminal POS, máquina vendedora, o PDA, acceso inalámbrico a la Internet con GPRS. Al proporcionar transferencia inalámbrica de información segura basada en las normas de hasta 100 metros, el modem inalámbrico MultiModem GPRS elimina por completo la necesidad de conexiones con cable serial. Es un Bluetooth V1.2 Clase 1 que cumple y utiliza codificación de 56 bit y autenticación alfanumérica de 10 del número de identificación personal (PIN). Además, utiliza modelos de corrección de error para una entrega en paquete garantizada.

### Uso de Bluetooth®



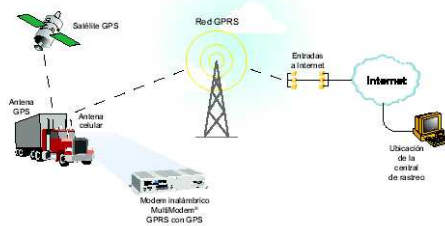
**Conectividad Ethernet.** El modem inalámbrico MultiModem GPRS con una interfase Ethernet proporciona acceso compartido a la Internet con una dirección IP. La capacidad de enrutamiento integrada proporciona servicios DHCP y seguridad firewall utilizando traducción de direcciones de red. El modem se puede configurar para una de tres conexiones de red: siempre conectado, despertar con timbre, o discado por demanda. La conexión de red siempre conectada establece automáticamente una conexión inalámbrica de información y permite vigilancia alrededor del reloj, monitoreo o adquisición de información en tiempo real de cualquier dispositivo Ethernet como una cámara de red. Si el enlace de información se pierde en caso de una recepción débil o pérdida completa del servicio, automáticamente restablece el enlace de información. La configuración de "wake-up" con timbre permite que el modem "despierte" e inicie una conexión cuando detecte un timbre de llegada. Por razones de seguridad, usted puede ajustar el modem para que despierte basado en la ID de quien llama. Esta configuración es ideal para reducir los costos asociados con el modem en línea y disponible 24/7. Cuando el modem inalámbrico se configura para discado por demanda solamente entra a la Internet cuando hay información presente. Esta configuración es ideal para compartir el acceso a Internet entre PCs en red.

### Uso de Ethernet



**Conectividad GPS.** El modem inalámbrico MultiModem GPRS con GPS incorpora un módulo GPS interno Trimble® Lassen® iQ que proporciona funcionalidad GPS de 12 canales. Entrega soluciones de posición completa, velocidad y tiempo (PVT), haciéndolo ideal para aplicaciones en tiempo real de rastreo de vehículo, navegación y administración de flota. La funcionalidad GPS soporta los cuatro protocolos más populares: NMEA 0183, DGPS (RTCM), TSIP (Trimble Standard Interfase Protocol), y TAIP (Trimble ASCII Interfase Protocol) y proporciona modos de sensibilidad dual que le permiten conmutar automáticamente a una sensibilidad más alta cuando las señales del satélite son débiles. El modem inalámbrico MultiModem GPRS con GPS utiliza una interfase RS-232. La información del GPS se recibe en un puerto en serie secundario y se puede utilizar para navegación en el vehículo. Además, la información se puede enviar a través del modem inalámbrico a un server de rastreo de tiempo real via SMS o GPRS. El modem inalámbrico MultiModem GPRS proporciona la flexibilidad que permite a aplicaciones de GPS por terceros y Aplicación de Proveedores del Servicio (ASPs), la habilidad de adaptar su software para trabajar con el equipo del modem inalámbrico.

### Uso de GPS



**Normas de la Industria de Comandos de Modem.** El modem inalámbrico GPRS proporciona los comandos norma de la industria estilo AT para facilidad de integración al software de su aplicación existente.

**Aprobado para Red y RF.** El modem inalámbrico MultiModem GPRS tiene certificación PTCRB. Además, ha terminado con éxito el cumplimiento a nivel mundial de las pruebas para aprobación RF global.

**Servicio y Soporte Completos.** El compromiso de Multi-Tech al servicio significa que proporcionamos una garantía del producto y servicio de dos años que incluye soporte técnico, soporte de 24 horas en el sitio Web y ftp.



## Especificaciones

### Características de Información en Paquete

- Soporte GPRS Clase 10, PBCCH
- Modelos de codificación CS1 a CS4
- Pila de TCP/IP intercalada

### Información Conmutada en Circuito/Características de Fax

- Asíncrono, transparente y no transparente hasta 14.4K bps, MNP2 y V.42bis
- Fax Grupo 3; Clase 1 y Clase 2

### Características SMS

- Texto y PDU, Punto a Punto, transmisión celular

### Protocolos de Internet Soportados

- ARP, Discado PPP, Resolución DNS, Cliente FTP, ICMP, IP, IPCP, LCP, POP 3 (recibe correo), PPP, SMTP (envía correo), Enchufe TCP, Cliente Telnet, Server Telnet, Enchufe UDP, CHAP, PAP

### Conectores de Antena

- Antena RF: SMA 50 ohmios (Conector Hembra)
- Antena Bluetooth y GPS: SMA 50 ohmios (Conector Macho)

### Conector SIM

- Receptáculo SIM estándar de 3V

### Conectores de Interfase

- Modelo RS-232: DE-15
- Modelo USB: USB Tipo B
- Modelo Bluetooth: DB-9
- Modelo Ethernet: RJ-45, 10BaseT/100BaseTX, 802.3
- Modelo GPS: (2) DB-9

### Conectores de Alimentación Eléctrica

- Modelos RS-232, Bluetooth, Ethernet, y GPS: Tornillo miniatura de 2.5 mm
- Modelo USB: Alimentación eléctrica por Bus

### Conectores de Voz

- Modelo RS-232: Cable Y opcional
- Modelos USB, Bluetooth, Ethernet, y GPS: RJ-9 4-pos modjack

### Requisitos de Alimentación Eléctrica

- 5V a 32VCC

### Características GPS

- General: Recibidor de rastreo continuo de 12 canales
- Protocolos: NEMA 0183, TSIP, TAIP, DGPS, Aided GPS hasta TSIP

## Descripción Física

### Modelos RS-232 y USB:

- 4.3" L x 2.4" W x 0.94" H; 4.2 oz.  
(11 cm x 6.1 cm x 2.4 cm: 119g)

### Modelo Bluetooth:

- 2.8" L x 6.4" W x 1.2" H; 11.5 oz.  
(7.1 cm x 16.3 cm x 3.0 cm: 326g)

### Modelo Ethernet:

- 2.8" L x 6.4" W x 1.2" H; 11.5 oz.  
(7.1 cm x 16.3 cm x 3.0 cm: 326g)

### Modelo GPS:

- 2.8" L x 6.4" W x 1.2" H; 11.5 oz.  
(7.1 cm x 16.3 cm x 3.0 cm: 326g)

## Ambiente de Operación

- 30° to +70° C

## Certificaciones

- CE Mark, R&TTE
- EMC: FCC Part 2, 15, 22, 24, EN 55022, & EN 55024
- Seguridad: cUL, UL 60950, EN 60950
- Red: PTCRB

## Información para el pedido

Producto	Descripción	Región
MTCBA-G*	Modem GSM/GPRS Clase 10	Regional

### Claves para el pedido

-F1	Modem 900/1800 MHz GSM/GPRS
-F2	Modem 850/1900 MHz GSM/GPRS
-U	Interfase USB
-B	Interfase Bluetooth
-EN	Interfase Ethernet
-GP	Funcionalidad GPS
-NAM	Incluye cordón de alimentación eléctrica estilo de EUA
-EU	Incluye cordón de alimentación eléctrica estilo Euro
-GB/IE	Incluye cordón de alimentación eléctrica estilo de Reino Unido

\* Utilice las claves para pedido de opciones de construcción específica. Verifique con su proveedor de servicio inalámbrico local para ver qué bandas de frecuencia se requieren. Vaya a [www.multitech.com](http://www.multitech.com) para obtener números de modelo de productos detallados.

Hecho en Mounds View, MN, U.S.A.

Marcas / Marcas Registradas MultiModem, Multi-Tech, y el logotipo Multi-Tech: MultiTech Systems, Inc. / Todos los otros productos y tecnologías son las marcas o marcas registradas de sus respectivos titulares.

**Sede mundial**  
Tel: (763) 785-3500  
(800) 328-9717  
[www.multitech.com](http://www.multitech.com)

**Sede EMEA**  
Multi-Tech Systems (EMEA) United Kingdom  
Tel: +(44) 118-959 7774

Multi-Tech Systems (EMEA) Francia  
Tel: +(33) 1 64 61 09 81

11/05 86002042

Copyright © 2005 por Multi-Tech Systems, Inc. Reservados todos los derechos.





## ANEXO 7: SENSOR FOTOELÉCTRICO

# OMRON

## CELLULE PHOTOELECTRIQUE

## E3JM

**Cellule photoélectrique avec alimentation incorporée et connexion sur bornier à vis pour une maintenance facilitée et un contact sûr**

- Disponible en version c.a. et c.c., avec une fonction de temporisation incluse.
- Câblage facilité grâce au bornier à vis étagé.
- Le faisceau polarisé accroît la fiabilité de la détection pour les modèles à réflecteur (suppression de l'effet miroir).
- Avec sortie relais ou statique (sortie contact: un inverseur).

### Références

Mode de détection			Barrage	Avec réflecteur	Réflexion directe
Distance de détection			10 m	4 m	70 cm
Avec temporisation	Sortie relais		E3JM-10M4T	E3JM-R4M4T	E3JM-DS70M4T
	Sortie transistor	NPN	E3JM-10S4T	E3JM-R4S4T	E3JM-DS70S4T
		PNP	E3JM-10R4T	E3JM-R4R4T	E3JM-DS70R4T
Sans temporisation	Sortie relais		E3JM-10M4	E3JM-R4M4	E3JM-DS70M4
	Sortie transistor	NPN	E3JM-10S4	E3JM-R4S4	E3JM-DS70S4
		PNP	E3JM-10R4	E3JM-R4R4	E3JM-DS70R4

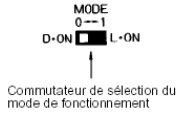
### Caractéristiques techniques

	E3JM-10□4	E3JM-10□4T	E3JM-R4□4	E3JM-R4□4T	E3JM-DS70□4	E3JM-DS70□4T
Mode de détection	Barrage		Avec réflecteur		Réflexion directe	
Tension d'alimentation	12 à 240 Vc.c.±10%, ondulation (p-p): 10% max. 24 à 240 Vc.a.±10%, 50/60 Hz					
Puissance consommée	3 W max.		2 W max.			
Distance de détection	10 m		4 m (avec le réflecteur E39-R1)		70 cm (papier blanc mat 20×20 cm)	
Objet standard	Opaque 16 mm min.		Opaque 56 mm min.		Opaque et translucide	
Angle directionnel	3° à 20°		Cellule: 1° à 5° Réflecteur: 40° min.		---	
Distance différentielle	---		---		20% max.	
Sortie	Sortie relais: 1 inverseur 250 Vc.a., 3 A max. (cosφ = 1); 5 Vc.c., 10 mA min. Sortie transistor: 48 Vc.c., 100 mA max. (tension résiduelle: 2 V max.)					
Temps de réponse	Sortie relais: 30 ms max. Sortie transistor: 5 ms max.					
Réglage de sensibilité	Fixe				Réglable	
Modes de fonctionnement	LIGHT-ON et DARK-ON (sélection par commutateur)					
Voyants (rouge)	Voyant LIGHT	Voyant OPERATION	Voyant LIGHT	Voyant OPERATION	Voyant LIGHT	Voyant OPERATION
Fonction temporisation	ON-delay / OFF-delay / One-shot delay par sélecteur; temporisation: 0,1 à 5 s (réglable)					
Connexion	Bornier à vis					
Classe de protection	IEC: IP66					
Diamètre de câble	6 à 8					
Source lumineuse	DEL infrarouge		DEL rouge		DEL infrarouge	
Température ambiante	En fonctionnement: -25°C à 55°C (sans givrage)					

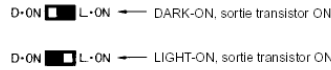
# Fonctionnement

## ■ Modèle standard

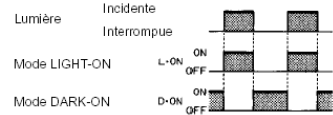
### Commutateur



### Sélection par commutateur

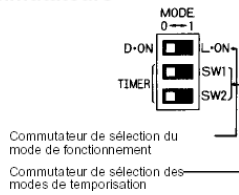


### Diagramme de fonctionnement

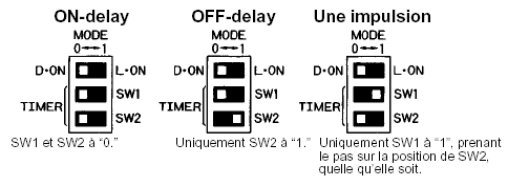


## ■ Modèle avec temporisation

### Commutateurs

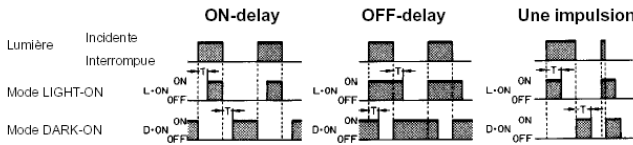


### Sélection par commutateur



**Note:** Le commutateur de sélection du mode de fonctionnement est le même que celui du modèle standard.

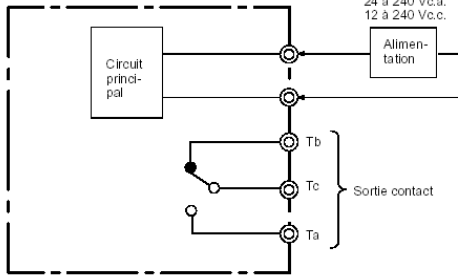
### Diagrammes de fonctionnement



## ■ Circuits de sortie

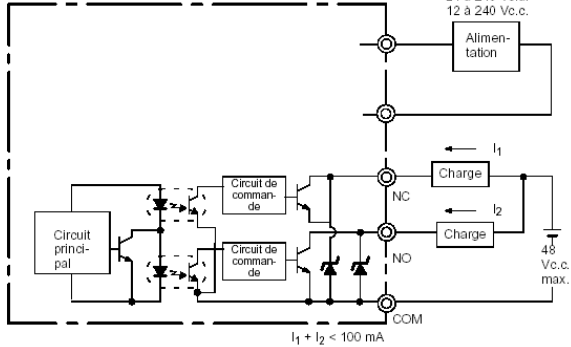
### Sortie relais

#### E3JM-□M4(T)

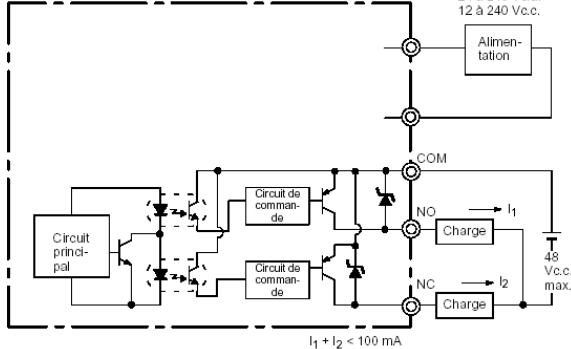


### Modèle à sortie transistor en c.c.

#### E3JM-□S4(T)

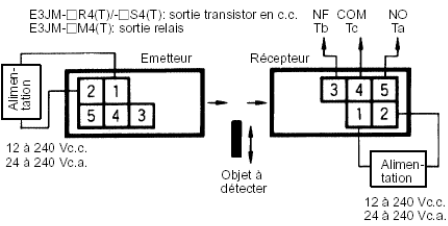


#### E3JM-□R4(T)

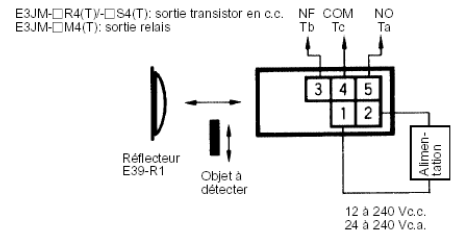


Installation

Modèles barrage

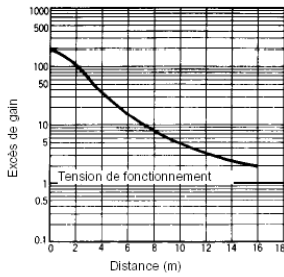


Modèles avec réflecteur et réflexion directe

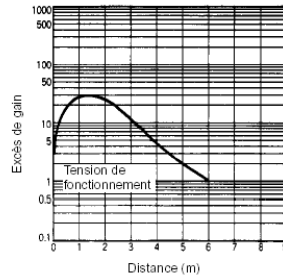


Courbes de fonctionnement

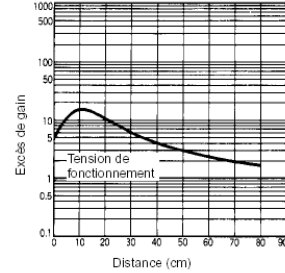
Excès de gain  
Barrage  
E3JM-10□4(T)



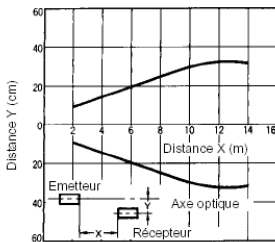
Avec réflecteur  
E3JM-R4□4(T)



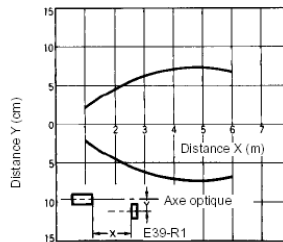
Réflexion directe  
E3JM-DS70□4(T)



Plage de fonctionnement  
Barrage  
E3JM-10□4(T)



Avec réflecteur  
E3JM-R4□4(T)



Dimensions (mm)



---

**SIEGE SOCIAL**  
OMRON ELECTRONICS  
B.P. 33  
19, rue du Bois Galon  
94121 FONTENAY SOUS BOIS Cedex  
Tél. 01 49 74 70 00  
Télécopie 01 48 76 09 30

**REGION SUD-OUEST**  
OMRON ELECTRONICS  
High Tech Buro Bât. C  
Rue Garantie  
31320 LABEGE  
Tél. 05 61 39 99 00  
Télécopie 05 61 39 99 09

**REGION ILE DE FRANCE**  
OMRON ELECTRONICS  
Immeuble Le Cézanne  
35, allée des Impressionistes  
ZAC Paris Nord 2, Les Fleiades  
BP 50349 Villepinte  
95941 ROISSY CDG Cedex  
Tél. 01 49 38 97 70  
Télécopie 01 48 63 24 38

**REGION SUD-EST**  
OMRON ELECTRONICS  
L'Atrium, Parc Saint-Exupéry  
1, rue du Colonel Chambonnet  
69500 BRON  
Tél. 04 72 14 90 30  
Télécopie 04 78 41 08 93

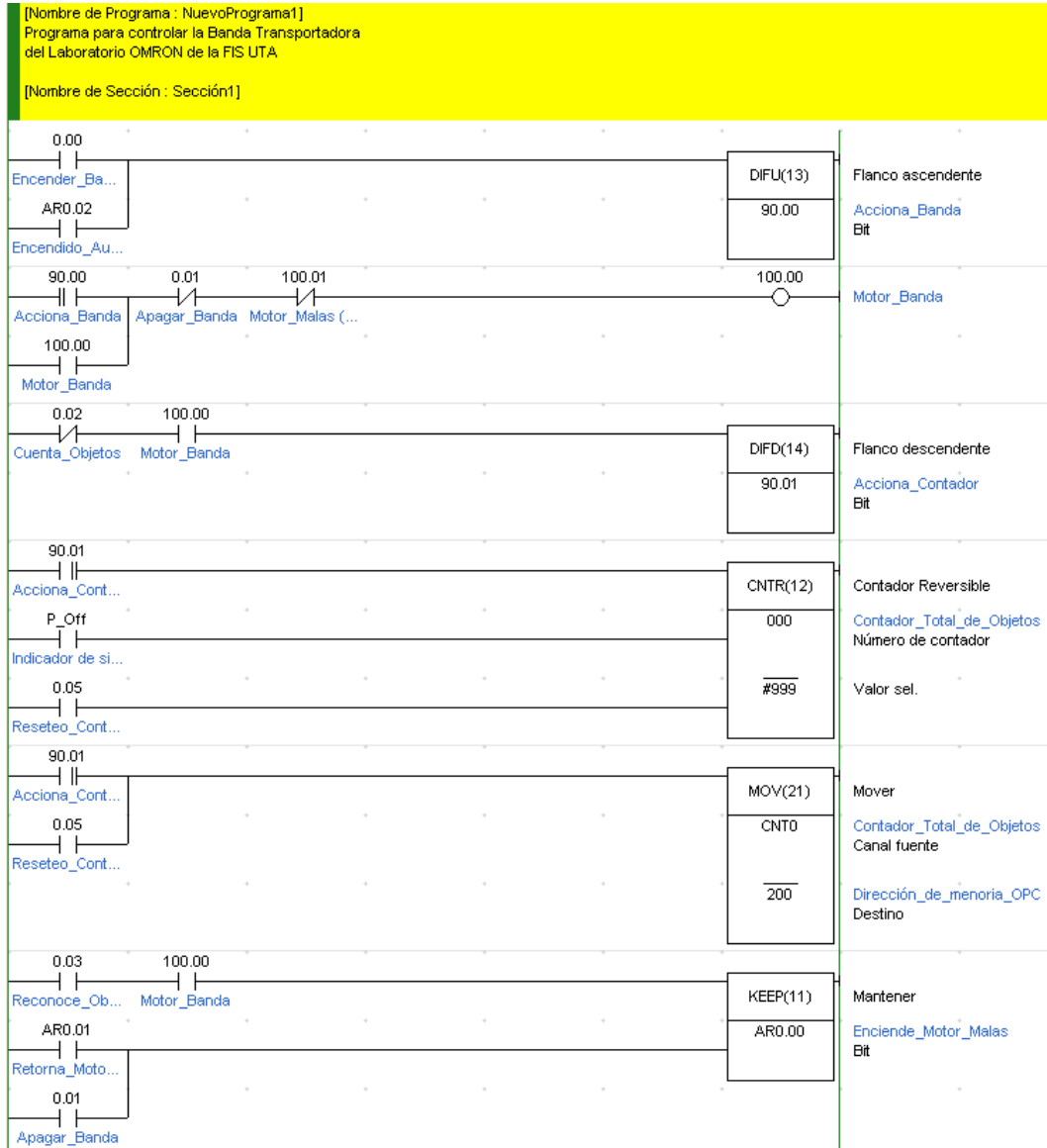
**REGION NORD-OUEST**  
OMRON ELECTRONICS  
Bâtiment C  
Rue G. Marconi  
44812 SAINT HERBLAIN  
Tél. 02 51 80 53 70  
Télécopie 02 51 80 70 39

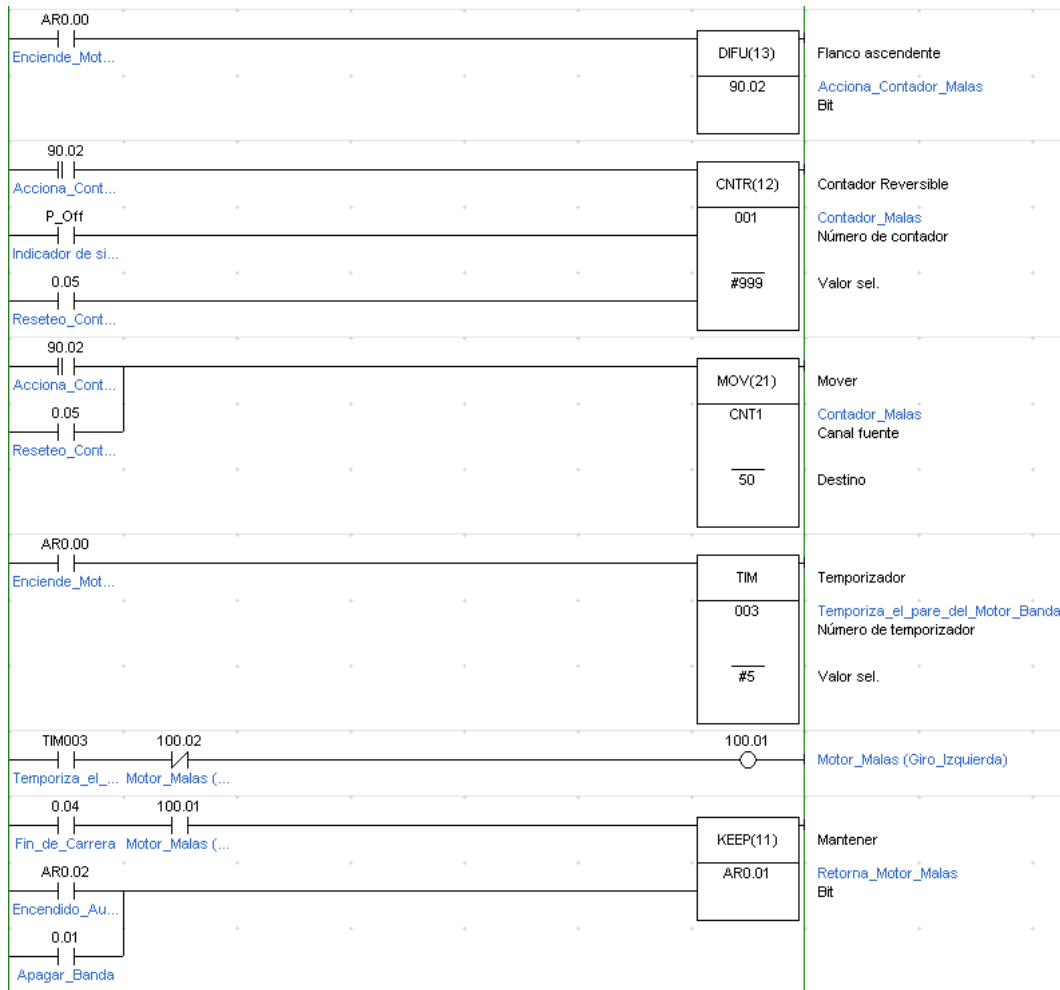
**REGION NORD-EST**  
OMRON ELECTRONICS  
11, rue Clément ADER  
B.P. 164  
51685 REIMS Cedex  
Tél. 03 26 82 00 16  
Télécopie 03 26 82 00 62

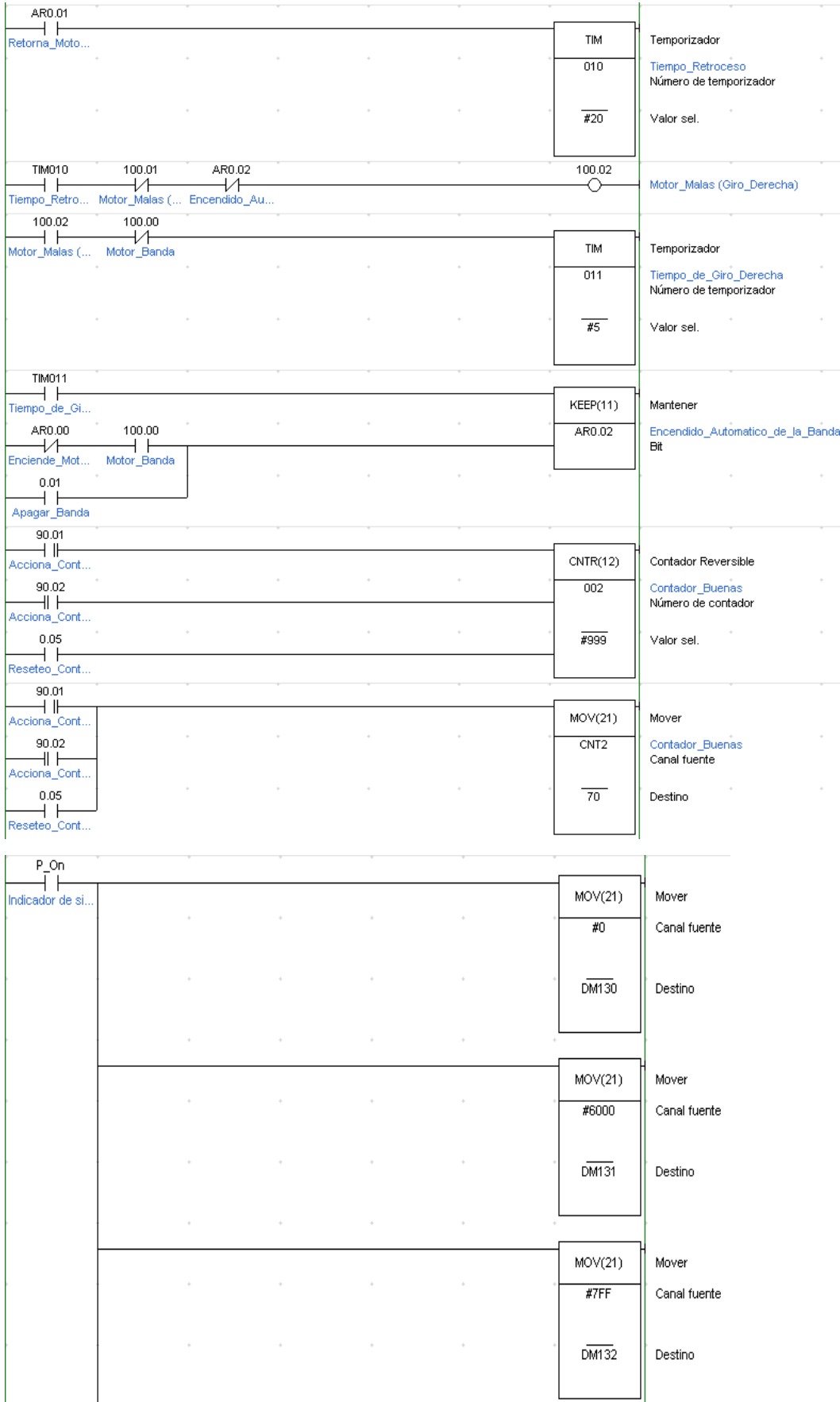
Site Web Omron : <http://www.omron.fr>

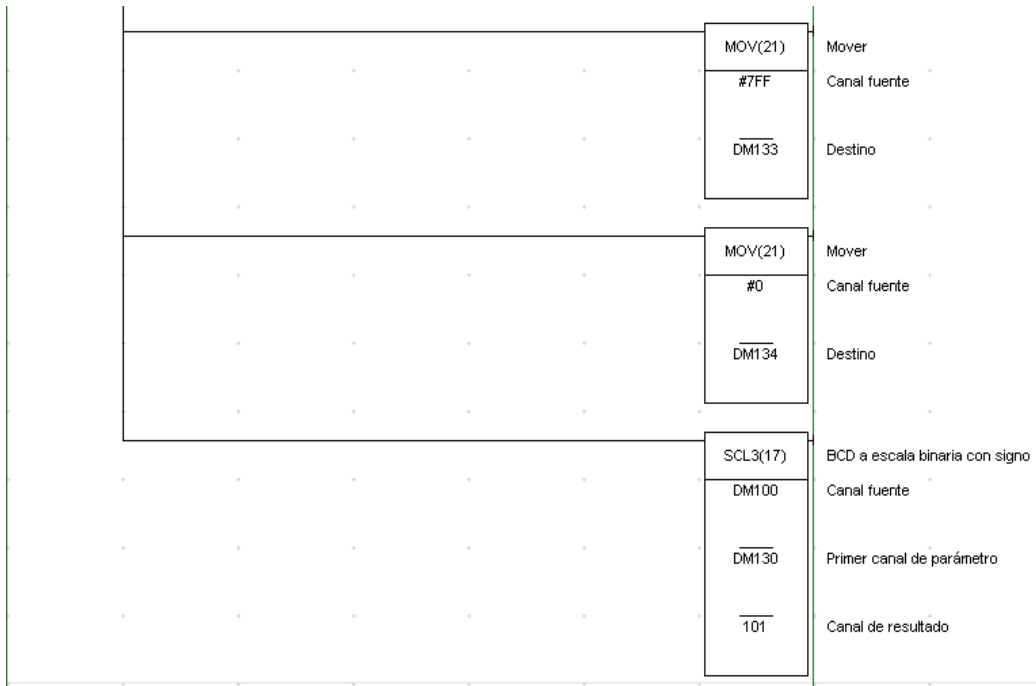
---

## ANEXO 8 PROGRAMA PARA EL PLC OMRON QUE CONTROLA LA BANDA TRANSPORTADORA











## BIBLIOGRAFÍA

### Direcciones Internet:

- <http://www.rebellion.org/seccion.php?id=27>
- <http://www.monografias.com/apa.shtml>
- <http://www.insys.com.mx/>
- <http://www.monografias.com/trabajos12/basdat/basdat.shtml>
- <http://www.biocom.com/BIOCOM%20%20English.html>
- <http://www.libraries.psu.edu/instruction/infolit/andyou/mod4/mod4main.htm>
- <http://www.monografias.com/trabajos13/quienbill/quienbill.shtml>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas\\_de\\_gesti3n\\_de\\_bases\\_de\\_datos](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas_de_gesti3n_de_bases_de_datos)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Electr3nica>
- <http://www.pymesonline.com/formacion/index.php?action=download&id=701>
- [http://www.ja2005.ua.es/insc/conftool/uploads/4551-XXVI\\_202.pdf](http://www.ja2005.ua.es/insc/conftool/uploads/4551-XXVI_202.pdf)
- [http://www.tid.es/documentos/revista\\_comunicaciones\\_i+d/numero31.pdf](http://www.tid.es/documentos/revista_comunicaciones_i+d/numero31.pdf)
- <http://www.3gpp.org>, <http://etsi.org>
- <http://www.elo.utfsm.cl/~mineducagv/unten.htm>
- <http://www.solomantenimiento.com/articulos/motores-electricos-variadores-frecuencia.htm>
- <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mv?xid=585&edi=>
- <http://www.monografias.com/trabajos11/contact/contact.shtml>
- [http://oeiwcsnts1.omron.com/pdfcatalog.nsf/PDFLookupByLinkCode/DS\\_E3JK?OpenDocument](http://oeiwcsnts1.omron.com/pdfcatalog.nsf/PDFLookupByLinkCode/DS_E3JK?OpenDocument)
- [http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://omron-industrial.com/es\\_es/home/products/motiondrives/Inverters/&sa=X&oi=translate&resnum=20&ct=result&prev=/search%3Fq%3DVariadores%2Bde%2Bfrecuencia%2B%2522Variadores%2Bde%2Bfrecuencia](http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://omron-industrial.com/es_es/home/products/motiondrives/Inverters/&sa=X&oi=translate&resnum=20&ct=result&prev=/search%3Fq%3DVariadores%2Bde%2Bfrecuencia%2B%2522Variadores%2Bde%2Bfrecuencia)

%2522%2B-filetype:pdf%26num%3D20%26hl%3Des%26lr  
%3Dlang\_es%26sa%3DG%26as\_qdr%3Dall

- [http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://omron-industrial.com/es\\_es/home/products/motiondrives/Inverters/&sa=X&oi=translate&resnum=20&ct=result&prev=/search%3Fq%3DVariadores%2Bde%2Bfrecuencia%2B%2522Variadores%2Bde%2Bfrecuencia%2522-filetype:pdf%26num%3D20%26hl%3Des%26lr%3Dlang\\_es%26sa%3DG%26as\\_qdr%3Dall](http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://omron-industrial.com/es_es/home/products/motiondrives/Inverters/&sa=X&oi=translate&resnum=20&ct=result&prev=/search%3Fq%3DVariadores%2Bde%2Bfrecuencia%2B%2522Variadores%2Bde%2Bfrecuencia%2522-filetype:pdf%26num%3D20%26hl%3Des%26lr%3Dlang_es%26sa%3DG%26as_qdr%3Dall)
- [www.tid.es/documentos/revista\\_comunicaciones\\_i+d/numero31.pdf](http://www.tid.es/documentos/revista_comunicaciones_i+d/numero31.pdf)

### **Libros:**

- Sistemas de Control para Ingeniería, , Primera Edición
- Curso Práctico de “PROGRAMACION DE COMPUTADORAS”, CEKIT
- Roldán Martínez, D., “**Telefonía móvil**”, cap.3, pp. 50-96. *Comunicaciones inalámbricas*, Ra-Ma, Madrid (2004).
- Arroyo Galán, L., “**Segunda generación de telefonía celular**”, cap. 3, pp. 50-68, *Tecnología móvil: Aplicaciones GSM, GPRS, UMTS y Wi-Fi*, Anaya, Madrid (2003).
- Andersson, C., “**The mobile evolution**”, cap. 2, pp. 13-28, *GPRS and 3G wireless applications*, John Wiley & Sons, Inc., New York (2001).
- Tanenbaum, A. S., “**La capa de enlace de datos**”, cap. 3, pp. 183-342, *Redes de computadoras*, Prentice Hall Inc. (Pearson Educación), México (2003).
- Comer, D. E., “**Estratificación de protocolos por capas**”, cap. 11, pp. 161- 191, *Redes globales de información con Internet y TCP/IP: Principios básicos, protocolos y arquitectura*, Prentice Hall Hispanoamericana S. A., México (1996).
- Arroyo Galán, L., “**La transición**”, cap. 4, pp. 69-84, *Tecnología móvil: Aplicaciones GSM, GPRS, UMTS y Wi-Fi*, Anaya, Madrid (2003).

- Andersson, C., “**GPRS-Wireless packet data**”, cap. 3, pp. 29-54, *GPRS and 3G wireless applications*, John Wiley & Sons, Inc., New York (2001).
- **Grupo de comunicaciones** radio, Departamento TSC, UPC, *Tema 4. Sistema GSM/GPRS* [Apuntes Sistemas de comunicaciones móviles], 2005.
- **Network Working Group**, Simpson, W., *RFC 1661: The Point-to-Point Protocol (PPP)*, 1994.  
<http://www.faqs.org/ftp/rfc/pdf/rfc1661.txt.pdf>
- Multi-Tech Systems Inc., *AT Commands for GSM/GPRS wireless modems*, 2004.  
<http://www.multitech.com/DOCUMENTS/Collateral/manuals/S000293B.pdf>
- Lesrel, S., WAVECOM, *AT Commands for GPRS*, 2002.  
[http://www.picpoint.com/articles/00013/gprs\\_at\\_cmd.pdf](http://www.picpoint.com/articles/00013/gprs_at_cmd.pdf)
- ETSI GSM 07.07: Digital cellular telecommunications system (Phase 2+), *AT command set for GSM Mobile Equipment (ME)*, (GSM 07.07 version 7.0.0), 1998.