



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS,
ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO

MAESTRÍA EN REDES Y TELECOMUNICACIONES

Tema:

“SISTEMAS DE COMUNICACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS DEL SISTEMA DE TELEMETRÍA EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. JAQUELINE GARCÍA, UBICADA EN LA PARROQUIA SAN ANTONIO DEL CANTÓN MONTALVO, PROVINCIA DE LOS RÍOS”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de Magíster en Redes y Telecomunicaciones

Nombre del Autor: Ing. Susana Elizabeth Valencia Vargas

Nombre del Director: Ing. M.Sc. Julio Cuji

Ambato - Ecuador

2011

Al Consejo de Posgrado de la UTA.

El comité de defensa de la Tesis de Grado. “*SISTEMAS DE COMUNICACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS DEL SISTEMA DE TELEMETRÍA EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. JAQUELINE GARCÍA, UBICADA EN LA PARROQUIA SAN ANTONIO DEL CANTÓN MONTALVO, PROVINCIA DE LOS RÍOS*”, presentada por: *Ing. Susana E. Valencia V.* y conformada por: *Ing. M.Sc. David Guevara, Ing. M.Sc. Hernando Buenaño e Ing. M.Sc. Eddie Galarza*, Miembros del Tribunal de Defensa, *Ing. M.Sc. Julio Cuji*, Director de Tesis de Grado y presidido por: *Ing. M.Sc. Oswaldo Paredes O.* Presidente del Tribunal de Defensa; *Ing. M.Sc. Luis Anda Torres* Director del CEPOS (e) – UTA, una vez escuchada la defensa oral y revisada la Tesis de Grado escrita en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas por el Tribunal de Defensa de la Tesis, remite la presente Tesis para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. M.Sc. Oswaldo Paredes O.
Presidente del Tribunal de Defensa

Ing. M.Sc. Luis Anda Torres
DIRECTOR CEPOS (e)

Ing. M.Sc. Julio Cuji
Director de Tesis

Ing. M.Sc. David Guevara
Miembro del Tribunal

Ing. M.Sc. Hernando Buenaño
Miembro del Tribunal

Ing. M.Sc. Eddie Galarza
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de investigación con el tema “*SISTEMAS DE COMUNICACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS DEL SISTEMA DE TELEMETRÍA EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. JAQUELINE GARCÍA, UBICADA EN LA PARROQUIA SAN ANTONIO DEL CANTÓN MONTALVO, PROVINCIA DE LOS RÍOS*”, nos corresponde exclusivamente a *Ing. Susana Elizabeth Valencia Vargas*, Autor y del *Ing. M.Sc. Julio Cuji*, Director de la Tesis de Grado; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Susana E. Valencia V.
Autor

Ing. M.Sc. Julio Cuji
Director de Tesis

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de esta tesis o parte de ella un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi tesis, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta tesis, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando ésta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ing. Susana Elizabeth Valencia Vargas

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial y a su Personal Docente por todos sus conocimientos impartidos.

Al Ing. Julio Cuji, Director de Tesis, mi más sincero agradecimiento por su colaboración en el desarrollo y culminación de este proyecto de investigación.

DEDICATORIA

A Santiago, por brindarme su amor y fortaleza durante el desarrollo de este trabajo.

A Alejandrito, mi fuerza de vida; por su alegría, amor y entusiasmo.

A mis padres Esther y Vicente por el ejemplo de vida que me impartieron, por su amor y apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida.

SUSANA ELIZABETH

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
Al Consejo de Posgrado de la UTA	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
EL PROBLEMA	4
Planteamiento del Problema.....	4
Contextualización.....	4
Análisis Crítico	5
Prognosis.....	6
Formulación del Problema	6
Interrogantes de la Investigación	6
Delimitación de la Investigación.....	7
Justificación.....	7
Objetivos	8
Objetivo General	8
Objetivos Específicos.....	8
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO.....	9
Antecedentes de Investigación.....	9
Fundamentaciones.....	10
Fundamentación Filosófica	10
Fundamentación Legal	10
Organizador Lógico de Variables	11
Categorías de la Variable Independiente.....	12
Categorías de la Variable Dependiente	26
Hipótesis.....	40
Señalamiento de Variables de la Hipótesis	41
Variable independiente.....	41
Variable Dependiente.....	41
CAPÍTULO III	42
METODOLOGÍA	42
Enfoque	42
Modalidad de Investigación	42
Niveles o Tipos	42
Población y Muestra.....	43
Operacionalización de Variables.....	44
Variable Independiente	44

Variable Dependiente.....	46
Técnicas e Instrumentos.....	48
Plan para Recolección de la Información.....	48
Plan para el Procesamiento de la Información.....	49
CAPÍTULO IV.....	50
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	50
Verificación de la Hipótesis.....	58
CAPÍTULO V.....	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
Conclusiones.....	59
Recomendaciones.....	60
CAPÍTULO VI.....	61
LA PROPUESTA.....	61
Datos Informativos.....	61
Antecedentes de la Propuesta.....	62
Justificación.....	62
Objetivos.....	63
Objetivo General.....	63
Objetivos Específicos.....	64
Análisis de Factibilidad.....	64
Fundamentación.....	65
Metodología.....	93
Modelo Operativo.....	96
Administración.....	114
Previsión de la Evaluación.....	117
Conclusiones.....	118
Recomendaciones.....	119
BIBLIOGRAFÍA.....	120
ANEXOS.....	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Inclusiones Conceptuales.....	11
Figura 2.2: Altitudes de los distintos Sistemas Satelitales.....	19
Figura 2.3: Comunicación Punto a Punto.....	25
Figura 2.4: Autómata Programable Industrial.....	27
Figura 2.5: Micro PAC.....	32
Figura 2.6: Microcontroladores Microchip.....	33
Figura 2.7: Esquema de bloques general de un microcontrolador.....	34
Figura 2.8: Diagrama de bloques de un sistema microcontrolado.....	34
Figura 2.9: Diagrama de bloques de un microcontrolador.....	35
Figura 3.1: Cobertura GSM Movistar.....	52
Figura 3.2: Cobertura GSM Porta.....	53
Figura 3.2: Cobertura GSM Porta (Continuación).....	54
Figura 3.3: Cobertura Alegro.....	55
Figura 6.1: Constelación de 36 satélites del sistema ORBCOMM.....	67
Figura 6.2: Radio-domos de un GES.....	69
Figura 6.3: ORBCOMM System Overview.....	71
Figura 6.4: Mensaje estándar originado por el SC.....	72
Figura 6.5: Diagrama de bloques del Comunicador Digi m10.....	76
Figura 6.6: Numeración de pines del módulo Digi m10.....	77
Figura 6.7: Asignación de pines del módulo Digi m10.....	77
Figura 6.8: Conexión RF en el módulo Digi m10.....	79
Figura 6.9: Dimensiones del módulo Digi m10.....	80
Figura 6.10: Interfaz entre el Controlador de Host y el módulo Digi m10.....	81
Figura 6.11: Constitución interna del PIC18F1220.....	84
Figura 6.12: Distribución de pines del PIC18F1220.....	85
Figura 6.13: Sensor de Humedad y Temperatura HU-10S.....	87
Figura 6.14: Curva de respuesta típica del sensor HU-10S.....	88
Figura 6.15: Dimensiones del módulo HU-10S.....	90
Figura 6.16: Módulo Digi m10.....	94
Figura 6.17: Módulo Digi m130.....	95
Figura 6.18: Curva de humedad relativa.....	98
Figura 6.19: Curva de temperatura.....	101
Figura 6.20: Secuencia ejecutada por el microcontrolador.....	102
Figura 6.21: Diagrama de bloques del circuito electrónico.....	104
Figura 6.22: Circuito Regulador de 1.2V – 25V con LM317.....	105
Figura 6.23: Circuito LM7805.....	106
Figura 6.24: Distribución de pines DS1308 8-pin DIP.....	107
Figura 6.25: Diagrama general de conexión MAX232.....	108
Figura 6.26: Distribución de pines MAX232.....	108
Figura 6.27: Diagrama electrónico de la tarjeta de adquisición y control.....	109
Figura 6.28: Base con pedestal terminada, para montaje del equipo.....	111
Figura 6.29: Caja con los equipos colocada en el lugar de estudio.....	111
Figura 6.30: Sistema de adquisición de datos en funcionamiento.....	112
Figura 6.31: Dispositivo de telemetría para adquisición de datos.....	112
Figura 6.32: Recepción de los datos en el correo electrónico.....	113

Figura 6.33: Tabla de cálculo de costos por Bytes transmitidos..... 116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Bandas de frecuencias satelitales.....	18
Tabla 2.2: Diferencias entre satélites de distintas órbitas	21
Tabla 3.1: Sistema de Comunicación.....	44
Tabla 3.1: Sistema de Telemetría.....	46
Tabla 3.3: Plan para el Procesamiento de la Información.....	49
Tabla 4.1: Características de dispositivos de Control	57
Tabla 6.1: Localización de canales de satélite del sistema ORBCOMM	68
Tabla 6.2: GES del Sistema ORBCOMM	70
Tabla 6.3: Descripción de pines del módulo Digi m10.....	78
Tabla 6.4: Interfaz RF	79
Tabla 6.5: Especificaciones eléctricas de las E/S digitales	80
Tabla 6.6: Principales características PIC18F1220.....	83
Tabla 6.7: Características Eléctricas de HU-10S	88
Tabla 6.8: Valores de humedad equivalentes a Voltaje	89
Tabla 6.9: Valores de la señal de temperatura	89
Tabla 6.10: Distribución de pines HU-10S	90
Tabla 6.11: principales comandos SMTP	93
Tabla 6.12: Características de los Satélites de diferentes órbitas.....	93
Tabla 6.13: Escalado de valores de Humedad	97
Tabla 6.14: Niveles de voltaje para la Temperatura	99
Tabla 6.15: Escalado de valores de Temperatura.....	100
Tabla 6.16: Elementos que forman el circuito de adquisición y control.....	110
Tabla 6.17: Recursos Humanos.....	114
Tabla 6.18: Recursos Materiales	114
Tabla 6.19: Presupuesto Total.....	115

RESUMEN

La investigación sobre **“SISTEMAS DE COMUNICACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS DEL SISTEMA DE TELEMETRÍA EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. JAQUELINE GARCÍA, UBICADA EN LA PARROQUIA SAN ANTONIO DEL CANTÓN MONTALVO, PROVINCIA DE LOS RÍOS”**, tiene como objetivo general examinar las últimas tendencias en cuanto a Comunicaciones Inalámbricas se refiere y su aplicación práctica en la transmisión de datos de los fenómenos que se producen en la naturaleza con especial énfasis en los sistemas de telemetría ubicados en lugares de difícil acceso.

Debido a los inadvertibles cambios climáticos que se han venido suscitando en los últimos años, la comunidad científica así como organismos gubernamentales a nivel mundial han venido implantando cada vez más sistemas de telemetría donde las circunstancias así lo requieren, los cuales juegan un rol importante en la previsión de catástrofes naturales.

Para que ésta información pueda ser procesada y sirva para la toma de decisiones, es necesario el aprovisionamiento de un sistema de comunicación que sea capaz de garantizar la transmisión de los datos obtenidos desde el lugar de observación hasta los Centros de Investigación Científica.

Una de las alternativas a éste requerimiento es el uso de tecnologías satelitales, las cuales son muy empleadas en lugares donde por las características del terreno y sus alrededores no es factible el uso de tecnologías de comunicación tradicionales.

En la presente propuesta se desarrolla la aplicación de la red ORBCOMM para dicho propósito, la cual está diseñada específicamente para la transmisión de bajas tasas de datos, como pueden ser sistemas de telemetría, rastreo y trazabilidad, de control y adquisición de estaciones de bombeo así como de monitorización de tuberías de transporte de derivados del petróleo.

DESCRIPTORES: Comunicaciones Inalámbricas, fenómenos naturales, Sistemas de Telemetría, Sistema Satelital ORBCOMM, transmisión de datos.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de telemetría permiten en forma remota monitorizar o vigilar el estado de determinadas infraestructuras como por ejemplo redes de suministro de agua, o procesos naturales como el nivel de agua en cuencas de ríos.

Así mismo, los sistemas de telemetría permiten tomar medidas correctivas a distancia a través de actuadores remotos. Estos permiten poner a disposición de un puesto central toda la información necesaria sobre el estado de la infraestructura y tomar medidas frente a los acontecimientos que se monitorizan.

En cuanto a la transmisión de datos se refiere, existen diversas soluciones que dependen de aspectos económicos, de extensión de la infraestructura, acceso al lugar, etc., a controlar o monitorizar. De esta manera pueden existir soluciones basadas en líneas alquiladas, sistemas de radio convencionales, entre otros.

Cuando se complica la utilización de éstas alternativas convencionales, surge la necesidad de emplear otras tecnologías para la transmisión de la información, este es el caso del presente proyecto, donde debido a la inexistencia de infraestructura de telecomunicaciones y servicios de energía eléctrica, se hace uso de la tecnología satelital, específicamente de la constelación de satélites de órbita Little Leo del proveedor ORBCOMM.

El autor ha centrado su investigación en éste tipo de tecnologías ampliamente utilizadas en los países del primer mundo pero muy poco conocidas en nuestro medio, ya que de esta manera se pone a consideración de todos los entes involucrados, la posibilidad de realizar transmisiones de datos vía satélite de bajo costo, además del gran interés que este trabajo puede despertar en las futuras generaciones de profesionales de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, y de otras instituciones educativas a nivel nacional.

El presente proyecto consta de seis capítulos, en los que se describe el Planteamiento del Problema, Marco Teórico, Hipótesis, Metodología, Análisis de los Resultados, la Propuesta planteada para la solución y su implementación.

Capítulo Uno: se desarrolla el planteamiento del problema y su contextualización, a continuación, se desarrolla un análisis crítico, se justifica la investigación y se determinan los objetivos del proyecto.

Capítulo Dos: se describe los antecedentes de la investigación, las fundamentaciones teóricas para desarrollar el tema de investigación en base a sus variables y con la descripción de la Hipótesis.

Capítulo Tres: contiene la metodología y la modalidad de investigación que se emplea para dar resolución al problema, también se determinan las variables dependiente e independiente del tema en estudio.

Capítulo Cuatro: se describe la entrevista realizada a la propietaria del lugar en observación para determinar los requisitos necesarios para la verificación de la Hipótesis y poder plantear la propuesta.

Capítulo Cinco: encontramos las conclusiones y recomendaciones de la investigación, que servirán para fundamentar la solución que se plantea en el siguiente capítulo.

Capítulo Seis: contiene la propuesta y todo lo que respecta al Sistema de Telemetría para la transmisión de las variables a ser observadas, así como también el equipo que se utilizará y las características del Sistema ORBCOMM, del cual vamos a utilizar el servicio, la implementación del enlace así como también las conclusiones y recomendaciones de la propuesta.

Para finalizar está la Bibliografía, que enlista las referencias teóricas en las que se basó para desarrollar el presente trabajo de investigación y a continuación se

encuentran los Anexos que contienen información adicional de contenido importante relacionada con el proyecto.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

SISTEMAS DE COMUNICACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS DEL SISTEMA DE TELEMETRÍA EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. JAQUELINE GARCÍA, UBICADA EN LA PARROQUIA SAN ANTONIO DEL CANTÓN MONTALVO, PROVINCIA DE LOS RÍOS

Planteamiento del Problema

Contextualización

La curiosidad del Hombre por conocer lo que sucede en su entorno, lo ha llevado desde el inicio de los tiempos a estudiar los fenómenos que se producen en la naturaleza.

Por referencias históricas se conoce que antiguamente el investigador debía desplazarse hasta el lugar donde se producía el fenómeno, con el paso del tiempo y el desarrollo tecnológico se han creado técnicas y métodos para poder recolectar, transmitir y procesar la información objeto de análisis.

En el Ecuador, debido a su posición geográfica, existen un sinnúmero de variables físicas que son objeto de estudio de muchos organismos nacionales e internacionales, entre éstas variables podemos mencionar humedad, temperatura, calidad de aire, presión atmosférica, observadas permanentemente por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, así como también actividad sísmica y volcánica, objeto de estudio por parte del Instituto Geofísico de Escuela Politécnica Nacional, entre otros.

La Provincia de Los Ríos y específicamente el cantón Montalvo, cuenta con abundante flora y fauna, recursos hídricos, etc., que son analizados permanente o

periódicamente por el INAMHI, así como de entidades no gubernamentales nacionales e internacionales.

La presente investigación surge debido a que la Sra. Jaqueline García, propietaria del lugar bajo observación requiere conocer las variaciones climatológicas que se presentan en el sector durante en el transcurso del día, los siete días de la semana en día en qué forma varía el clima (humedad y temperatura) durante cierto tiempo, porque de acuerdo a su explicación, ella desea construir una hostería y los datos obtenidos le servirá para su futuro proyecto.

Análisis Crítico

En el Ecuador, por su situación geográfica existen varias zonas montañosas, donde la geografía irregular del terreno no permite la instalación de antenas para la transmisión de los datos, debiendo buscar otras alternativas o simplemente desechar los proyectos ya que se imposibilitan por dichas causas.

En muchos de los casos no existen vías de acceso y si las hay no se encuentran en condiciones adecuadas por lo que generalmente no se puede acceder al punto de observación, o en otros casos abrir las vías representa un gasto y una planificación adicional.

En otros casos, la indisponibilidad de energía eléctrica, hace que no sea económicamente factible la instalación de antenas, puesto que se necesitaría de bancos de baterías con su periódico mantenimiento y esto significaría costos altos de operación y mantenimiento.

Así mismo, cuando la densidad poblacional del sector es reducida o nula, no se puede contar con la telefonía móvil como plataforma de transmisión de los datos, debido a que las operadoras de telefonía colocan sus antenas en zonas donde les parezcan rentables.

Finalmente, a criterio del investigador, la poca cultura de investigación y casi inexistente desarrollo tecnológico en nuestro país, políticas desfavorables por parte de los gobiernos de turno que faciliten e incentiven dichas investigaciones, entre otros, han sido factores determinantes a la hora de emprender un proyecto como el expuesto.

Prognosis

Si no se provee de un Sistema de Comunicación para la transmisión de datos en el Sistema de Telemetría, en la Propiedad de la Sra. Jaqueline García ubicada en la Parroquia San Antonio del cantón Montalvo, Provincia del Los Ríos, no se podrá transmitir los datos de las magnitudes bajo análisis, lo que afectará a la toma de decisiones.

Formulación del Problema

¿Qué Sistemas de comunicación se emplean para la transmisión de datos en los sistemas de Telemetría ubicados en zonas geográficamente remotas?

Interrogantes de la Investigación

- ¿Cuáles son los Sistemas de Comunicación que se utilizan en la propiedad de la Sra. Jaqueline García, ubicada en la Parroquia San Antonio del Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos?
- ¿Cómo se realiza la transmisión de datos del Sistema de Telemetría en la propiedad de la Sra. Jaqueline García, ubicada en la Parroquia San Antonio del Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos?
- ¿Existe una alternativa de solución para proveer de un Sistema de Comunicaciones para la transmisión de datos en el Sistema de Telemetría en

la propiedad de la Sra. Jaqueline García, ubicada en la Parroquia San Antonio del Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos?

Delimitación de la Investigación

Campo: Ingeniería.

Área: Telecomunicaciones.

Aspecto: Sistemas de Comunicación y Sistemas de Telemetría.

Delimitación Espacial:

La investigación planteada se desarrolló en la propiedad de la Sra. Jaqueline García, ubicada en la ciudad de Montalvo, Provincia de Los Ríos.

Delimitación Temporal:

El proyecto de investigación se realizó en el primer semestre del año 2010.

Justificación

El presente proyecto de investigación es de gran importancia para la comunidad científica y organismos públicos y privados encargados de observar los fenómenos climatológicos y desastres naturales que se producen en la naturaleza.

Así mismo, es de gran interés para el investigador por lo novedoso del proyecto de investigación y principalmente por su afán en brindar a la colectividad técnico científica una alternativa fiable para la transmisión de las variables obtenidas dentro de la observación de los fenómenos naturales, con lo cual se pueda monitorizarlas permanentemente, sin la necesidad de que las personas a cargo deban desplazarse al punto mismo bajo observación.

El presente proyecto es factible puesto que la propiedad de la Sra. Jaqueline García cuenta con las características adecuadas, adicionalmente se cuenta con los equipos necesarios para el desarrollo del trabajo.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un Sistema de Comunicación para la transmisión de datos en los Sistemas de Telemetría en la propiedad de la Sra. Jaqueline García, ubicada en el cantón Montalvo.

Objetivos Específicos

- Cuantificar la información a ser transmitida por el Sistema de Telemetría que se aplicará en la propiedad de la Sra. Jaqueline García, ubicada en la Parroquia San Antonio del Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos.
- Determinar el Sistema de Comunicación óptimo para utilizarse en la propiedad de la Sra. Jaqueline García, ubicada en la Parroquia San Antonio del Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos.
- Proponer una alternativa de solución para proveer de un Sistema de Comunicaciones para la transmisión de datos en el Sistema de Telemetría en la propiedad de la Sra. Jaqueline García, ubicada en la Parroquia San Antonio del Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de Investigación

A Nivel Nacional existen varios trabajos relacionados con la Telemetría, aunque en la mayoría de los casos no son sobre Meteorología, este es el caso de la Escuela Politécnica Nacional de donde se ha obtenido la siguiente investigación:

“Estudio y diseño de un sistema de teledata para medidores de energía de la empresa eléctrica Quito utilizando la tecnología Broadband Over Power Line BPL”, de autoría de Paredes Cusco Wilson Alexander y Martínez Esparza Alex Iván, del año 2008.

De los registros de la biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial se ha podido detectar que existen trabajos anteriores relacionados a Comunicaciones, con muy poca similitud con referencia a los Sistemas de Comunicaciones y a los Sistemas de Telemetría, que se detallan a continuación:

“Aplicación de tecnologías de comunicación inalámbrica en sistemas de medición, automatización y control”, de autoría de Morales Perrazo Edwin Rodrigo, del año 2008.

Fundamentaciones

Fundamentación Filosófica

La investigación se desarrolló con un paradigma Crítico-propositivo puesto que se analizó y reflexionó sobre textos, libros o artículos referentes al tema de investigación para realizar la propuesta de solución.

Fundamentación Legal

La presente investigación estuvo basada en la Ley Especial de Telecomunicaciones, cuyos Capítulos y artículos dicen:

Capítulo I, Disposiciones Fundamentales,

Art. 1.- AMBITO DE LA LEY.- La presente Ley Especial de Telecomunicaciones tiene por objeto normar en el territorio nacional la instalación, operación, utilización y desarrollo de toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, imágenes, sonidos e información de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos y otros sistemas electromagnéticos.

Los términos técnicos de telecomunicaciones no definidos en la presente Ley, serán utilizados con los significados establecidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

Capítulo IV, De los usuarios,

Artículo 25.- DERECHO AL SERVICIO.- Todas las personas naturales o jurídicas, ecuatorianas o extranjeras, tienen el derecho a utilizar los servicios públicos de telecomunicaciones condicionados a las normas establecidas en los reglamentos y al pago de las tasas y tarifas respectivas.

Las empresas legalmente autorizadas establecerán los mecanismos necesarios para garantizar el ejercicio de los derechos de los usuarios.

Organizador Lógico de Variables

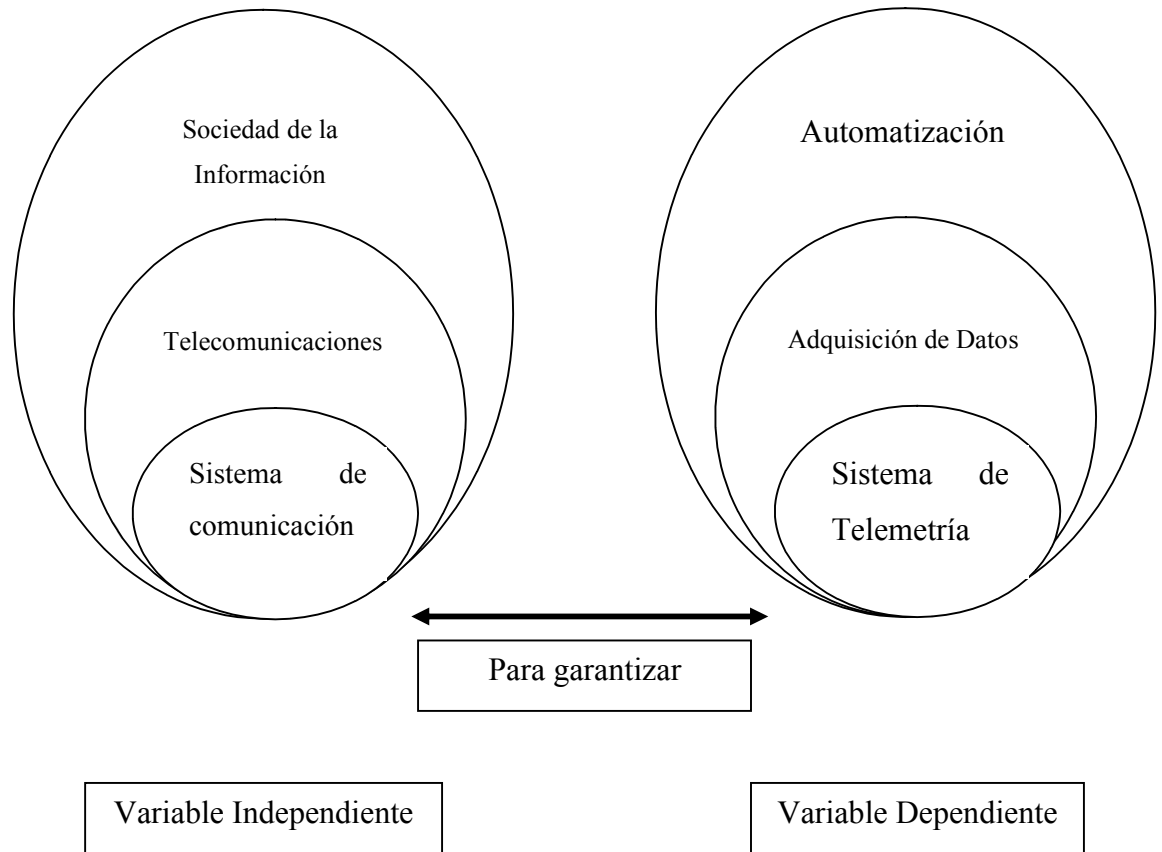


Figura 2.1: Inclusiones Conceptuales.

Elaborado por: Investigador.

Categorías de la Variable Independiente

Sociedad de la Información

Sociedad de la Información es una fase de desarrollo social caracterizada por la capacidad de sus miembros (ciudadanos, empresas y administración pública) para obtener y compartir cualquier información, instantáneamente, desde cualquier lugar y en la forma que se prefiera.

El factor diferencial que introduce la Sociedad de la Información es que cada persona u organización no solo dispone de sus propios almacenes de conocimiento, sino que tiene también una capacidad casi ilimitada para acceder a la información generada por los demás y el potencial para convertirse él mismo en un generador de información para otros.

La disponibilidad de nuevos medios tecnológicos abre una nueva puerta hacia un mundo de posibilidades. Las tecnologías se materializan en nuevas infraestructuras con las que se mejoran los procesos con un nuevo enfoque. Se modifica las formas de actuar, es decir las herramientas. Al cambiarse muchas formas de actuar, se ve afectada la propia forma de ser. A medida que se transforman los valores y las actitudes, podemos decir que, en última instancia, están cambiando la cultura y a la propia sociedad.

Requisitos

- Una infraestructura bien desarrollada.
- Confianza y seguridad en el empleo de las TIC.
- Adecuado fomento de la creación de capacidades.
- Respeto de los derechos humanos y las libertades fundamentales reconocidas internacionalmente.
- Diversidad cultural y lingüística.
- Cooperación internacional y respeto del derecho internacional.

- Entorno propicio.
- Asociación entre todos los interesados.
- Protección de los grupos vulnerables.
- Integración de una perspectiva de género.
- Medidas destinadas a apoyar a las empresas pequeñas y medianas.

Telecomunicaciones

Es todo procedimiento que permite a un usuario hacer llegar a uno o varios usuarios determinados o eventuales, información de cualquier naturaleza como voz, datos o video, empleando para dicho procedimiento cualquier sistema electromagnético para su transmisión y/o recepción, pudiendo ser eléctrica por hilos, radioeléctrica, óptica, o una combinación de éstos.

Para recibir un servicio de telecomunicaciones, un usuario utiliza un equipo terminal a través del cual obtiene entrada a la red por medio de un canal de acceso. Cada servicio de telecomunicaciones tiene distintas características, puede utilizar diferentes redes de transporte, y por tanto, el usuario requiere de distintos equipos terminales. Por ejemplo, para tener acceso a la red telefónica, el equipo terminal requerido consiste en un aparato telefónico; para recibir el servicio de telefonía celular, el equipo terminal consiste en teléfonos portátiles con receptor y transmisor de radio, etc.

Servicios de Telecomunicaciones

Los Servicios de Telecomunicaciones se clasifican en:

- Servicios Finales.
- Servicios Portadores.
- Servicios de Valor Agregado.
- Servicios de Reventa.

Sistemas de Comunicación

Consiste en una infraestructura física a través de la cual se transporta la información desde la fuente hasta el destino, y con base en esa infraestructura se ofrecen a los usuarios los diversos servicios de telecomunicaciones.

Los elementos que integran un sistema de comunicación son un transmisor, una línea o medio de transmisión y posiblemente, impuesto por el medio, un canal y finalmente un receptor.

El transmisor es el dispositivo que transforma o codifica los mensajes en un fenómeno físico, la señal. El medio de transmisión, por su naturaleza física, es posible que modifique o degrade la señal en su trayecto desde el transmisor al receptor debido a ruido, interferencias o la propia distorsión del canal. Por ello el receptor ha de tener un mecanismo de decodificación capaz de recuperar el mensaje dentro de ciertos límites de degradación de la señal.

Medios de Transmisión Guiados:

Se conoce como medios guiados a aquellos que utilizan unos componentes físicos y sólidos para la transmisión de datos. También conocidos como medios de transmisión por cable, entre los cuales podemos citar:

- Cable Coaxial.
- Par trenzado apantallado (STP, Shielded Twisted Pair).
- Par trenzado sin pantalla (UTP, Unshielded Twisted Pair).
- Fibra óptica.

Medios de transmisión No Guiados:

Los medios no guiados o sin cable han tenido gran acogida al ser un buen medio para cubrir grandes distancias y hacia cualquier dirección. La transmisión y

recepción se realiza por medio de antenas, las cuales deben estar alineadas cuando la transmisión es direccional, o si es omnidireccional la señal se propaga en todas las direcciones.

- Radio Frecuencia.
- Microondas.
- Satélites.
- Móviles.
- Ópticas no guiadas.

Transmisión de Datos a Larga Distancia

A continuación se hace un breve resumen de las tecnologías empleadas para transmisión de datos en sistemas de telemetría a larga distancia:

Microondas

Las microondas son ondas electromagnéticas cuyas frecuencias se encuentran dentro del espectro de las súper altas frecuencias, utilizándose para las redes inalámbricas la banda de los 18-19 GHz. Éstas redes tienen una propagación muy localizada y un ancho de banda que permite alcanzar los 15 Mbps.

Para la comunicación de microondas terrestres se deben usar antenas parabólicas, las cuales deben estar alineadas o tener visión directa entre ellas, además entre mayor sea la altura mayor el alcance, los problemas que se dan son pérdidas de datos por atenuación e interferencias, y es muy sensible a las malas condiciones atmosféricas.

El uso principal de este tipo de transmisión se da en las telecomunicaciones de largas distancias, se presenta como alternativa del cable coaxial o la fibra óptica. Este sistema necesita menor número de repetidores o amplificadores que el cable coaxial pero necesita que las antenas estén alineadas.

Los principales usos de las microondas terrestres son para la transmisión de televisión y voz, también se suelen utilizar para enlazar edificios diferentes, donde la instalación de cable conllevaría problemas o sería más costosa. Sin embargo, dado que los equipos de microondas terrestres suelen utilizar frecuencias con licencia, las organizaciones o gobiernos que conceden las licencias imponen limitaciones económicas y financieras adicionales.

Las principales aplicaciones de un sistema de microondas terrestre son las siguientes:

- Telefonía básica (canales telefónicos).
- Datos.
- Telégrafo/Télex/Facsímile.
- Canales de Televisión.
- Video.
- Telefonía Celular (entre troncales).
- Transmisión de televisión y voz.

Ventajas en los enlaces Microondas

- Más baratos.
- Instalación más rápida y sencilla.
- Conservación generalmente más económica y de actuación rápida.
- Puede superarse las irregularidades del terreno.
- La regulación solo debe aplicarse al equipo, puesto que las características del medio de transmisión son esencialmente constantes en el ancho de banda de trabajo.
- Puede aumentarse la separación entre repetidores, incrementando la altura de las torres.

Desventajas de los enlaces Microondas

- Explotación restringida a tramos con visibilidad directa para los enlaces (necesita visibilidad directa).
- Necesidad de acceso adecuado a las estaciones repetidoras en las que hay que disponer.
- Las condiciones atmosféricas pueden ocasionar desvanecimientos intensos y desviaciones del haz, lo que implica utilizar sistemas de diversidad y equipo auxiliar requerido, supone un importante problema en diseño.

Satélites

Se usa como enlace entre dos o más receptores/trasmisores terrestres, denominados estaciones base. El satélite recibe la señal en una banda de frecuencia (canal ascendente), la amplifica o repite, y posteriormente la retransmite en otra banda de frecuencia (canal descendente).

Cada uno de los satélites opera en una serie de bandas de frecuencias llamadas “transponders”. El satélite recibe las señales y las amplifica o retransmite en la dirección adecuada.

El rango de frecuencias para la recepción del satélite debe ser diferente del rango al que éste emite, para que no haya interferencias entre las señales que ascienden y las que descienden.

Debido a que la señal tarda un pequeño intervalo de tiempo desde que sale del emisor en la Tierra hasta que es devuelta al receptor o receptores, ha de tenerse cuidado con el control de errores y de flujo de la señal.

Bandas de Frecuencias utilizadas por los Satélites

Banda P	200-400 Mhz.
Banda L	1530-2700 Mhz.
Banda S	2700-3500 Mhz.
Banda C	3700-4200 Mhz. 4400-4700 Mhz.
Banda X	7900-8400 Mhz.
Banda Ku1 (Banda PSS)	10.7-11.75 Ghz.
Banda Ku2 (Banda DBS)	11.75-12.5 Ghz.
Banda Ku3 (Banda Telecom)	12.5-12.75 Ghz.
Banda Ka	17.7-21.2 Ghz.
Banda K	27.5-31.0 Ghz.
1 Mhz.= 1000.000 Hz. 1 Ghz.= 1000.000.000 Hz.	

Tabla 2.1: Bandas de frecuencias satelitales.

Elaborado por: Investigador.

Tipos de Satélites

Por su Aplicación

Satélites de observación: para la recolección, procesamiento y transmisión de datos desde y hacia la Tierra.

Satélites de comunicación: para la transmisión, distribución y diseminación de la información desde diversas ubicaciones en la Tierra a otras distintas posiciones.

Por su Finalidad

- Satélites de Telecomunicaciones (Radio y Televisión).
- Satélites Meteorológicos.

- Satélites de Navegación.
- Satélites Militares y espías.
- Satélites de Observación de la Tierra.
- Satélites Científicos y de propósitos experimentales.
- Satélites de Radioaficionado.

Por su Órbita

La visibilidad de un satélite depende de su órbita, y la órbita más simple para considerar es redonda. Una órbita redonda puede caracterizarse declarando la altitud orbital (la altura de la nave espacial sobre la superficie de la Tierra) y la inclinación orbital (el ángulo del avión orbital del satélite al avión ecuatorial de la Tierra). Cuando un satélite se lanza, se pone en la órbita alrededor de la Tierra. La gravedad de la Tierra sostiene el satélite en un cierto camino, y ese camino se llama una " órbita " hay varios tipos de órbitas.

- Satélites de órbita geoestacionaria (GEO).
- Satélites de órbita media (MEO).
- Satélites de órbita baja (LEO).

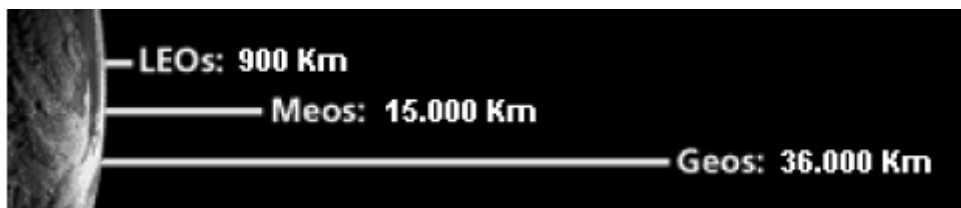


Figura 2.2: Altitudes de los distintos Sistemas Satelitales.

Fuente: <http://cdn.alt1040.com/files/2010/02/satelites-tierra-P.jpg>.

Satélites Geoestacionarios (GEO)

En una órbita circular ecuatorial de altitud 35.786 Km. Centenares de satélites de comunicaciones están situados a 36.000 Km de altura y describen órbitas circulares sobre la línea ecuatorial. A ésta distancia el

satélite da una vuelta a la Tierra cada 24 horas permaneciendo estático para un observador situado sobre la superficie terrestre. Por tal razón son llamados geoestacionarios.

Satélites de Órbita Media (MEO)

Altitud de 9.000 a 14.500 Km. De 10 a 15 satélites son necesarios para abarcar toda la Tierra.

Satélites de Órbita Baja (LEO)

Altitud de 725 a 1.450 Km. Son necesarios más de unos 40 satélites para la cobertura total. Los satélites proyectan haces sobre la superficie terrestre que pueden llegar a tener diámetros desde 600 hasta 58.000 Km. Los haces satelitales son divididos en celdas, cuyas frecuencias pueden ser reutilizadas en diferentes celdas no adyacentes.

Las órbitas LEO son órbitas de baja altura y por ello mejora la calidad de la señal y reduce el retardo de transmisión. Generalmente estas órbitas son usadas por compañías de telefonía móvil y de comunicación de datos, como las constelaciones orbcomm, iridium y globalstar. Al ser de tan baja altura, las huellas son muy cortas, por lo que son necesarios muchos satélites para cubrir la Tierra entera en aplicaciones en tiempo real.

Ventajas:

- El tiempo de propagación de la señal es bajo.
- Proporciona cobertura mundial.

Desventajas:

- Es necesario corregir continuamente la órbita debido al efecto de la atmósfera.
- Son necesarios muchos satélites para cubrir el globo terrestre.

	LEO	MEO	GEO
Costo del Satélite	Máximo	Mínimo	Medio
Vida del satélite (años)	3 – 7	10 – 15	10 – 15
Terminal Portátil	Posible	Posible	Muy difícil
Retraso en propagación	Corto	Medio	Grande
Hand-off	Constantemente	Moderado	Nunca
Cobertura del satélite	Corta	Media	Todo el tiempo
Complejidad de la red	Compleja	Medianamente	Simple
Pérdidas propagación	Baja	Media	Alta

Tabla 2.2: Diferencias entre satélites de distintas órbitas

Elaborado por: Investigador

Se tienen dos categorías diferentes para los sistemas LEO, el primero de ellos es el sistema satelital Little LEO que provee un número reducido de servicios, el segundo sistema es el sistema satelital de Big LEO.

Little LEO

Este tipo de sistema utiliza satélites de tamaño reducido y de poca masa para una tasa de transmisión menor a 1Kbps, con rangos de frecuencia ubicados en dos bandas según la FCC (Federal Communications

Society) para el enlace de subida de 148-149.9Mhz y de 137-138 Mhz para el enlace de bajada.

Aplicaciones:

- Monitorización remota.
- Supervisión, control y adquisición de datos.
- Seguimiento, lectura de dispositivos de medida.
- Exploración de la Tierra.
- Transmisión de mensajes entre terminales de usuario.

Algunos sistemas Little LEO son:

- ORBCOMM
- VITASAT
- STARNET
- Leo One/Leo Panamericana
- E-Sat (DBSI)

ORBCOMM (*Orbital Communications Corporation*) con 36 satélites a una altitud de 775Km. VITASAT (*Volunteers in Technical Assistance*) y STARNET con 24 satélites a una altitud de 1000 km.

La masa de los satélites en este tipo de sistemas oscila aproximadamente entre 50 y 200 Kg para ORBCOMM y entre los 40 Kg los 150 Kg para STARNET, por lo general en órbita este tipo de sistemas es diseñado para una vida útil de cinco años aunque se presenta la característica de llevar combustible para siete años.

Para el sistema Leo One la altitud de la órbita es de 950 km. Cada uno de los ocho planos orbitales de los que está compuesto el sistema, contiene

seis satélites posicionados equidistantemente, con cada plano igualmente espaciado del ecuador y con una inclinación de 50 grados.

Cada satélite tiene una órbita circular de 3.960 km de diámetro. El período orbital de los satélites es aproximadamente 104 minutos, y el período de visión del satélite en la tierra es 7 o 10 minutos.

Los sistemas Little LEO usan un espectro menor a 1Ghz, pues con esto los costos de los transceivers se abaratan.

Características:

- Cobertura mundial.
- Comunicaciones bi-direccionales.
- Alta velocidad de transferencia, cercana al tiempo real.
- Equipos de bajo costo en comparación con sistemas Big LEO y otros sistemas.
- Comunicadores pequeños e inteligentes.

Los costos del servicio son parecidos entre Big LEO y los Little LEO
Se requiere una cantidad de información a transmitir relativamente pequeña.

Ventajas:

Los sistemas Little LEO pueden superar a los sistemas terrestres por tener cobertura global, pero al mismo tiempo los sistemas terrestres poseen muy buena cobertura dentro de edificios en lugares urbanizados que posean la infraestructura para cubrir la zona deseada.

En cuanto a seguridad los sistemas Little LEO son bastante confiables por ser digitales y tener posibilidad de encriptación, al igual que otros sistemas satelitales.

Tienen gran fiabilidad debido a los múltiples niveles de cifrado con los que cuenta para el reconocimiento de cada mensaje.

Los costos de los equipos son mucho más bajos en Little LEO que en sistemas terrestres fijos en los que requiere una gran infraestructura.

Big LEO

Tienen la capacidad de transmitir voz junto con un mayor número de funciones y capacidades, lo que también se ve reflejado en un mayor tamaño de los satélites comparados con los sistemas Little LEO, lo que denota el nombre del sistema Big LEO, además de un mayor ancho de banda.

Los sistemas Big LEO sobre utilizan una banda de frecuencias disponible en la banda L, debido al fracaso comercial de los sistemas RDSS (*Radio Determination Satellite Service*) propuestos para esa banda de frecuencias.

El gran tamaño de este tipo de satélites les permite tener una mayor complejidad de procesos de datos que el simple procedimiento de recepción y envío de los sistemas Little LEO.

Un parámetro importante en el desempeño de estos sistemas es la capacidad de interactuar y tener una relación con los sistemas terrestres y en especial con las terminales de modo dual, esto hace al sistema más económico en diferentes partes del mundo y por lo tanto más flexible para los usuarios.

Los sistemas más importantes que trabajan con BIG LEO son Globalstar, Iridium, ICO (INMARSAT-P), Teledesic, Ellipso, Constellation (conocido como Aries).

Ópticas no guiadas

Las comunicaciones ópticas no guiadas ocupan una notable posición dentro del ámbito comunicacional, en las industrias, negocios y organizaciones, cadenas televisivas, manteniendo comunicada por medio de diversos servicios, de una manera sencilla, económica y eficiente, facilitando así de ésta forma la ejecución de diversas operaciones y actividades.



Figura 2.3: Comunicación Punto a Punto

Fuente: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/784/78440206.pdf>

Razón por la cual, en la medida que la tecnología avanza, los sistemas de enlace ópticos no guiados van evolucionando integrando así una serie de elementos, lo cual se traduce en un medio de comunicación para el intercambio de servicios tales como, datos, voz, imagen entre otros, a nivel mundial con el propósito de poder brindar un mejor servicio a las organizaciones.

El esquema normalmente presentado sobre los medios ópticos no guiados refleja una problemática por el efecto de la lluvia, el mismo que causa pérdida en las

señales transmitidas a diferentes tasas de transmisión en forma inalámbrica, originando pérdida de datos que conllevan a la retransmisión de los mismos y por tanto, a un menor rendimiento y productividad de dichos enlaces.

La mayor movilidad y facilidad de uso de los terminales de comunicación portátiles está favoreciendo el desarrollo de enlaces inalámbricos de transmisión digital y su aplicación en redes de área local (WLAN). Dentro de este campo, las comunicaciones ópticas no guiadas representan una alternativa a los sistemas más clásicos, que operan en el espectro radioeléctrico, con algunas ventajas como un mayor ancho de banda potencial y su confinamiento.

Categorías de la Variable Dependiente

Automatización

Se refiere a una amplia variedad de sistemas y procesos que operan con mínima o sin intervención del ser humano. Un sistema automatizado ajusta sus operaciones en respuesta a cambios en las condiciones externas en tres etapas: mediación, evaluación y control.

Objetivos:

- Liberación de los recursos humanos para que realicen tareas que requieran mayores conocimientos.
- Eliminación de trabajos desagradables y/o peligrosos.

Clases de Automatización:

Hay tres clases de automatización:

- Automatización fija: Se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto.

- Automatización programable: Se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener.
- Automatización flexible: Es más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas poseen características de la automatización fija y de la programada.

Dispositivos electrónicos empleados para automatización

PLC

Un autómata programable industrial (API) o Programmable Logic Controller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.



Figura 2.4: Autómata Programable Industrial

Fuente: www.grupo-maser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm

Campos de aplicación

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Ejemplos de aplicaciones generales:

- Maniobra de máquinas.
- Maquinaria industrial de plástico.
- Máquinas transfer.
- Maquinaria de embalajes.
- Maniobra de instalaciones.
- Instalaciones de seguridad.
- Señalización y control.
- Señalización del estado de procesos.
- Chequeo de programas.

No todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente.

Ventajas

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos.
- No es necesario dibujar el esquema de contactos.
- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento.
- Aumenta la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

Inconvenientes

- En primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido, pero hoy en día ese

inconveniente está solucionado porque las universidades ya se encargan de dicho adiestramiento.

- El coste inicial también puede ser un inconveniente.

Funciones básicas de un PLC

- Detección y lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.
- Mando, elaboración y envío de las acciones al sistema mediante los accionadores y pre-accionadores.
- Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso (diálogo hombre – máquina).
- Programación, para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómatas. El diálogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómatas controlando la máquina.

Nuevas Funciones

Redes de comunicación: Permiten establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómatas a tiempo real. En unos cuantos milisegundos pueden enviarse telegramas e intercambiar tablas de memoria compartida.

Sistemas de supervisión: También los autómatas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial. Ésta

comunicación se realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto serie del ordenador.

Control de procesos continuos: Además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos los autómatas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos. Disponen de módulos de entrada y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómata.

Entradas- Salidas distribuidas: Los módulos de entrada salida no tienen porqué estar en el armario del autómata. Pueden estar distribuidos por la instalación, se comunican con la unidad central del autómata mediante un cable de red.

Buses de campo: Mediante un solo cable de comunicación se pueden conectar al bus captadores y accionadores, reemplazando al cableado tradicional. El autómata consulta cíclicamente el estado de los captadores y actualiza el estado de los accionadores.

PAC

Controlador de Automatización Programable, es una tecnología industrial orientada al control automatizado, al diseño de prototipos y a la medición. El PAC se refiere al conjunto formado por un controlador (una CPU típicamente), módulos de entradas y salidas, y uno o múltiples buses de datos que lo interconectan todo.

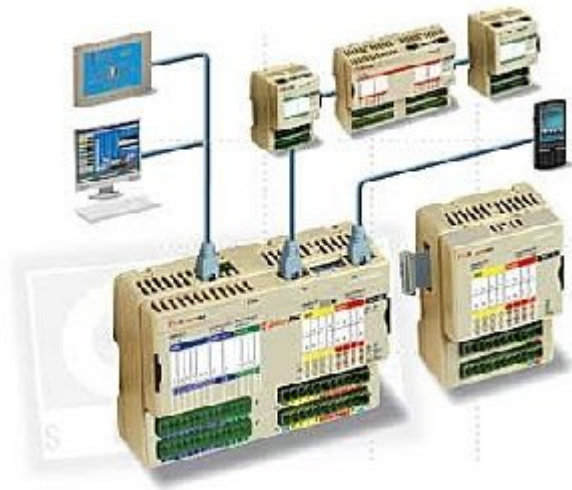


Figura 2.5: Micro PAC

Fuente: http://img.directindustry.es/images_di/photo-m/controladores-de-automatizacion-programables-pac-438320.jpg

Este controlador combina eficientemente la fiabilidad de control de un autómata (controlador lógico programable o PLC) junto a la flexibilidad de monitorización y cálculo de un PC. A veces incluso se le une la velocidad y personalización de la microelectrónica. Los PAC's pueden utilizarse en el ámbito investigador (prototipaje rápido de controladores o RCP), pero es sobre todo en el industrial, para control de máquinas y procesos, donde más se utiliza, múltiples lazos cerrados de control independientes, adquisición de datos de precisión, análisis matemático y memoria profunda, monitorización remota, visión artificial, control de movimiento y robótica, seguridad controlada, etc.

Podría decirse que la diferencia evolucionaria más significativa entre un PLC tradicional y un PAC es la capacidad de manejar control multidisciplinario desde una sola plataforma. La gama de aplicaciones en una planta tradicionalmente ha forzado a los ingenieros a usar múltiples controladores.

Los PAC, sin embargo, tienen la capacidad de manejar aplicaciones de control discreto, de movimiento, de variador, de seguridad, de lotes y de procesos desde una sola plataforma de control común, en la actualidad, los mejores PAC también

tienen la versatilidad de poder trabajar con una amplia gama de tipos de E/S y factores de formato, desde E/S tradicionales montadas en rack hasta puntos únicos de E/S distribuidas.

Microcontroladores

Un microcontrolador es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y unidades de E/S (entrada/salida).

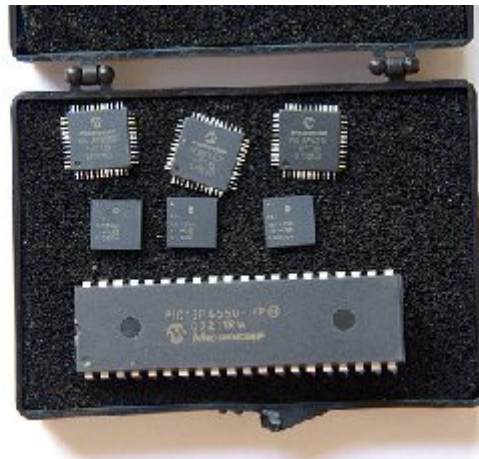


Figura 2.6: Microcontroladores Microchip

Fuente: <http://www.ikkaro.com/files/u1/microcontroladores.jpg>

Características

Son diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la unidad central de procesamiento, la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación.

Un microcontrolador difiere de una CPU normal, debido a que es más fácil convertirla en una computadora en funcionamiento, con un mínimo de chips externos de apoyo. La idea es que el chip se coloque en el dispositivo, enganchado a la fuente de energía y de información que necesite, y eso es todo.

Un microprocesador tradicional no le permitirá hacer esto, ya que espera que todas estas tareas sean manejadas por otros chips. Hay que agregarle los módulos de entrada/salida (puertos) y la memoria para almacenamiento de información.

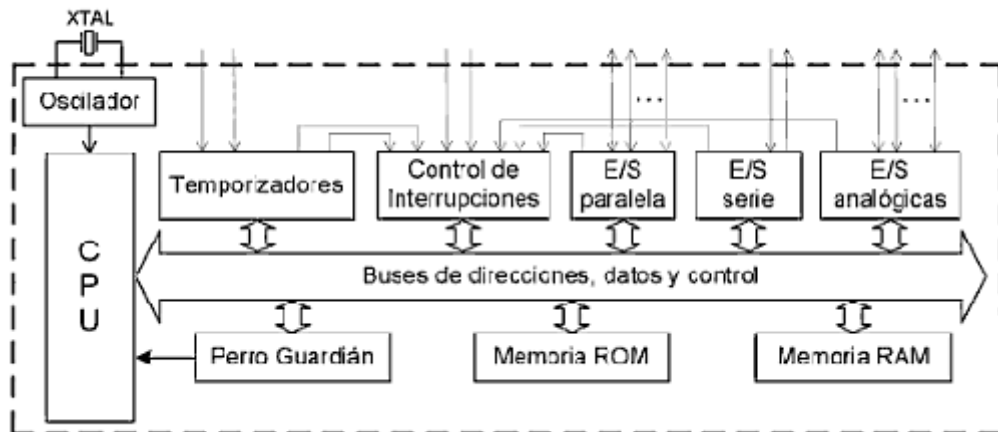


Figura 2.7: Esquema de bloques general de un microcontrolador
Fuente: http://www.ucontrol.com.ar/wiki/images/6/63/EluC_01.png

Sistemas microcontrolados

El diagrama de un sistema microcontrolado sería algo así:



Figura 2.8: Diagrama de bloques de un sistema microcontrolado
Fuente: http://perso.wanadoo.es/luis_ju/pic/imagen/diag00.gif

Los dispositivos de entrada pueden ser un teclado, un interruptor, un sensor, etc. Los dispositivos de salida pueden ser LED's, pequeños parlantes, zumbadores, interruptores de potencia (tiristores, opto acopladores), u otros dispositivos como relés, luces, un secador de pelo, etc.

A continuación una representación en bloques del microcontrolador, adaptado tal y cual es un ordenador, con su fuente de alimentación, un circuito de reloj y el chip microcontrolador, el cual dispone de su CPU, sus memorias, y sus puertos de comunicación listos para conectarse al exterior.

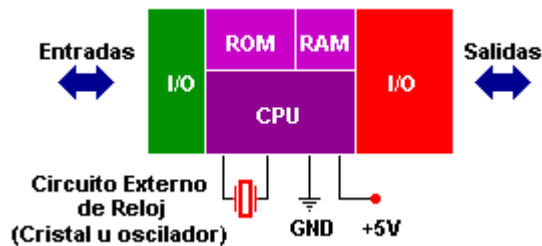


Figura 2.9: Diagrama de bloques de un microcontrolador

Fuente: <http://r-luis.xbot.es/pic1/imagen/diag01.gif>

Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica y éstas son básicamente las siguientes:

- Memoria ROM (Memoria de sólo lectura).
- Memoria RAM (Memoria de acceso aleatorio).
- Líneas de entrada/salida (I/O), también llamados puertos.
- Lógica de control, coordina la interacción entre los demás bloques.

Adquisición de Datos

La adquisición de datos o adquisición de señales, consiste en la toma de muestras análogas del mundo real para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador u otros sistemas electrónicos, en tomar un conjunto de señales físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en una computadora.

Se requiere una etapa de acondicionamiento, que adecua la señal a niveles compatibles con el elemento que hace la transformación a señal digital. El

elemento que hace dicha transformación es el módulo de digitalización o tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ).

Sensores

Un sensor o captador, como prefiera llamársele, no es más que un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular.

Descripción de algunos sensores

Sensores de posición: Su función es medir o detectar la posición de un determinado objeto en el espacio.

Sensores fotoeléctricos: La construcción de este tipo de sensores, se encuentra basada en el empleo de una fuente de señal luminosa (lámparas, diodos LED, diodos láser etc.) y una célula receptora de dicha señal, como pueden ser fotodiodos, fototransistores o LDR etc.

Sensores por barrera: Estos detectan la existencia de un objeto, porque interfiere la recepción de la señal luminosa.

Sensores por reflexión: La señal luminosa es reflejada por el objeto, y ésta luz reflejada es captada por el captador fotoeléctrico, lo que indica al sistema la presencia de un objeto.

Sensores de contacto: Estos dispositivos, son los más simples, ya que son interruptores que se activan o desactivan si se encuentran en contacto con un objeto, por lo que de ésta manera se reconoce la presencia de un objeto en un determinado lugar. Su simplicidad de construcción añadido a su robustez, los hacen muy empleados en robótica.

Sensores de circuitos oscilantes: Este tipo de captadores, están basados en un circuito que genera una determinada oscilación a una frecuencia prefijada, cuando en el campo de detección del sensor no existe ningún objeto, el circuito mantiene su oscilación de un manera fija, pero cuando un objeto se encuentra dentro de la zona de detección del mismo, la oscilación deja de producirse, por lo que el objeto es detectado.

Sensores por ultrasonidos: Este tipo de sensores, se basa en el mismo funcionamiento que los de tipo fotoeléctrico, ya que se emite una señal, ésta vez de tipo ultrasónica, y ésta señal es recibida por un receptor. De la misma manera, dependiendo del camino que realice la señal emitida podremos diferenciarlos entre los que son de barrera o los de reflexión.

Sensores de esfuerzos: Este tipo de captadores, se encuentran basados en su mayor parte en el empleo de galgas extensométricas, que son unos dispositivos que cuando se les aplica una fuerza, ya puede ser una tracción o una compresión, varía su resistencia eléctrica, de esta forma podemos medir la fuerza que se está aplicando sobre un determinado objeto.

Sensores de movimientos: Este tipo de sensores es uno de los más importantes en robótica, ya que nos da información sobre las evoluciones de las distintas partes que forman el robot, y de ésta manera podemos controlar con un grado de precisión elevada la evolución del robot en su entorno de trabajo.

Transductor

Un transductor es un dispositivo que transforma un tipo de variable física (por ejemplo, fuerza, presión, temperatura, velocidad, etc.) en otro, se utiliza para medir una variable física de interés.

Algunos de los sensores y transductores utilizados con más frecuencia son los calibradores de tensión (utilizados para medir la fuerza y la presión), los termopares (temperaturas), los velocímetros (velocidad).

Cualquier sensor o transductor necesita estar calibrado para ser útil como dispositivos de medida. Los transductores y los sensores pueden clasificarse en dos tipos básicos, dependiendo de la forma de la señal convertida:

Transductores analógicos

Proporcionan una señal analógica continua, por ejemplo voltaje o corriente eléctrica. Esta señal puede ser tomada como el valor de la variable física que se mide.

Transductores digitales

Producen una señal de salida digital, en la forma de un conjunto de bits de estado en paralelo o formando una serie de pulsaciones que pueden ser contadas. En una u otra forma, las señales digitales representan el valor de la variable medida. Los transductores digitales suelen ofrecer la ventaja de ser más compatibles con las computadoras digitales que los sensores analógicos en la automatización y en el control de procesos.

Características de los transductores

Exactitud: La exactitud de la medición debe ser tan alta como fuese posible. Se entiende por exactitud que el valor verdadero de la variable se pueda detectar sin errores sistemáticos positivos o negativos en la medición. Sobre varias ediciones de la variable, el promedio de error entre el valor real y el valor detectado tenderá a ser cero.

Precisión: La precisión de la medición debe ser tan alta como fuese posible. La precisión significa que existe o no una pequeña variación aleatoria en la medición de la variable. La dispersión en los valores de una serie de mediciones será mínima.

Rango de funcionamiento: El sensor debe tener un amplio rango de funcionamiento y debe ser exacto y preciso en todo el rango.

Velocidad de respuesta: El transductor debe ser capaz de responder a los cambios de la variable detectada en un tiempo mínimo. Lo ideal sería una respuesta instantánea.

Calibración: La calibración es el procedimiento mediante el cual se establece la relación entre la variable medida y la señal de salida convertida.

El sensor debe ser fácil de calibrar. El tiempo y los procedimientos necesarios para llevar a cabo el proceso de calibración deben ser mínimos. Además, el sensor no debe necesitar una recalibración frecuente. El término desviación se aplica con frecuencia para indicar la pérdida gradual de exactitud del sensor que se produce con el tiempo y el uso, lo cual hace necesaria su recalibración.

Fiabilidad: El sensor debe tener una alta fiabilidad. No debe estar sujeto a fallos frecuentes durante el funcionamiento.

Sistemas de Telemetría

Es un conjunto de procedimientos para medir magnitudes físicas y químicas desde una posición distante al lugar donde se producen los fenómenos cuando existen limitaciones de acceso. Se realiza mediante comunicación inalámbrica, u otros medios como teléfono, redes de ordenadores, enlace de fibra óptica, etc.

Un sistema de telemetría está formado por:

- Sensores
- Acondicionadores de señal.
- Transmisor
- Receptor
- Terminal de procesamiento y presentación.

Magnitudes:

Las magnitudes físicas y/o químicas a medirse pueden ser:

- Temperatura
- Humedad
- Caudal
- Presión
- Velocidad
- Aceleración
- Luminancia
- PH
- Densidad
- Color, entre otros.

HIPÓTESIS

El Sistema de Comunicación permitirá realizar la transmisión de datos de magnitudes físicas en el Sistema de Telemetría en la propiedad de la Sra. Jaqueline García, ubicada en la Parroquia San Antonio del Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos.

Señalamiento de Variables de la Hipótesis

Variable independiente

Sistema de Comunicación

Variable Dependiente

Sistema de Telemetría.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Enfoque

El enfoque que se empleó para el desarrollo de este problema de investigación fue cuantitativo puesto que se llevó a cabo una observación de las características topográficas del terreno, su distancia al punto de recepción de la información, y la disponibilidad de sistemas de comunicación para determinar la solución idónea al problema planteado.

Modalidad de Investigación

La modalidad de investigación principal empleada fue bibliográfica, la cual sirvió para detectar, ampliar y profundizar en diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores respecto a los sistemas de telemetría y los sistemas de comunicación aplicables.

De igual forma, se empleó la investigación de campo para obtener la información necesaria acorde a los objetivos del proyecto.

Así mismo, la investigación experimental fue necesaria para precisar la relación causa-efecto de los sistemas de comunicación sobre los sistemas de telemetría y posteriormente analizar los resultados que contribuyeron al desarrollo del conocimiento.

Niveles o Tipos

Dadas las características de la investigación, ésta alcanzó un nivel descriptivo-explicativo y correlacional, ya que se describió, analizó e interpretó los datos

obtenidos de las observaciones realizadas, en términos claros y precisos, lo cual permitió la verificación de la hipótesis de la alternativa de solución propuesta.

También alcanzó un nivel correlacional, ya que se evaluó, midió y determinó el comportamiento de las mismas a cierto grado de relación, lo que permitió determinar sus tendencias de comportamiento.

Población y Muestra

La muestra de la presente investigación fue No Probabilística Intencional, puesto que comprendió de una entrevista a la propietaria de las inmediaciones, quien es la parte interesada en la realización del presente proyecto de investigación.

Operacionalización de Variables

Variable Independiente:

Tabla 3.1: Sistema de Comunicación
Elaborado por: Investigador

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos
Consiste en una infraestructura física a través de la cual se transporta la información desde la fuente hasta el destino, y con base en esa infraestructura se ofrecen a los usuarios los diversos servicios de telecomunicaciones	Infraestructura Física	Telefonía Fija Telefonía Móvil	¿Cuál es la infraestructura física existente para el servicio de comunicación?	T: Observación I: Ficha de Observación
	Cantidad de Información	Bytes Kilobytes	¿Cuál será la cantidad de información a ser transmitida?	T: Observación I: Ficha de Observación
	Acceso	Vías carrozables Caminos peatonales	¿Cuáles son los medios de acceso al lugar de observación?	T: Observación I: Ficha de Observación

Tabla 3.1: Sistema de Comunicación (Continuación)
Elaborado por: Investigador

	<p>Características Topográficas</p>	<p>Húmedo Seco Pantanosos</p> <p>¿Cuál es el tipo de terreno donde se instalará el sistema?</p>	<p>T: Observación I: Ficha de Observación</p>
	<p>Llanos Montañosos</p> <p>¿Qué irregularidades presenta el terreno que rodea al lugar de observación?</p>		<p>T: Observación I: Ficha de Observación</p>

Variable Dependiente:

Tabla 3.2: Sistema de Telemetría
Elaborado por: Investigador

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos
Es el conjunto de Hardware y Software que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia un punto central de recolección.	Magnitudes Físicas	Temperatura Humedad Caudal de Lluvia otros	¿Qué magnitudes físicas serán observadas?	T: Entrevista I: Guía de la Entrevista
		Intervalo de tiempo	¿Cuál será el intervalo de tiempo para la adquisición de las magnitudes?	T: Entrevista I: Guía de la Entrevista
	Hardware de Adquisición	PLC PAC Microcontrolador	¿Cuál es el hardware adecuado para la adquisición y procesamiento de las magnitudes físicas?	T: Documental I: Libros, Marco Teórico

Tabla 3.2: Sistema de Telemetría (Continuación)
Elaborado por: Investigador

Envío de Información	Tecnología de Telecomunicaciones	¿Cuál es la tecnología adecuada para el envío de la información?	T: Documental I: Libros, Marco Teórico
	Intervalo de tiempo	¿Cuál será el intervalo de tiempo para la transmisión de la información?	T: Entrevista I: Guía de la Entrevista
Central de recolección	Ubicación	¿Dónde estará ubicada la central de recolección de la información?	T: Entrevista I: Guía de la Entrevista
	Software Especializado Internet	¿Cuál es el medio de presentación de la información adecuado?	T: Entrevista I: Guía de la Entrevista

Técnicas e Instrumentos

Para el desarrollo de la presente investigación, la técnica que se empleó fue la Observación que se llevó a cabo por medio de Fichas de Información, como instrumento en el Trabajo de campo realizado por el investigador con el fin de determinar la tasa de transferencia de información, así como para establecer la solución adecuada al problema de investigación de acuerdo a las características topográficas del terreno, su accesibilidad y la disponibilidad de medios de comunicación en el sector, entre otros.

Plan para Recolección de la Información

Se emplearon las siguientes técnicas para la recolección de la información:

La recolección de información de documentos escritos y sitios web dedicados a Sistemas de comunicación y Sistemas de Telemetría.

La realización de una entrevista a la Sra. Jaqueline García, propietaria del lugar bajo observación, y de ésta manera establecer las magnitudes físicas a ser obtenidas y transmitidas, así como también su intervalo.

Plan para el Procesamiento de la Información

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
1. ¿Para qué?	Para alcanzar los objetivos de la investigación
2. ¿De qué personas u objetos?	Propietaria, Sra. Jaqueline García, magnitudes físicas de interés
3. ¿Sobre qué aspectos?	Los indicadores (matriz de operacionalización de variables)
4. ¿Quién, quiénes?	Investigador
5. ¿Cuándo?	Febrero del 2010
6. ¿Dónde?	En la Propiedad de la Sra. Jaqueline García, ubicada en la Parroquia San Antonio del Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos
7. ¿Qué técnicas de recolección?	Entrevista Observación
8. ¿Con qué?	Guía de la Entrevista Fichas de observación

Tabla 3.3: Plan para el Procesamiento de la Información

Elaborado por: Investigador

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Con los datos obtenidos de la entrevista a la Sra. Jaqueline García y de las fichas de observación se realizará la interpretación de resultados, basado en el marco teórico, lo cual permitirá la comprobación de la hipótesis y el establecimiento de las respectivas conclusiones y recomendaciones.

Guía de la Entrevista dirigida a: Sra. Jaqueline García, Propietaria del lugar bajo observación.

Pregunta 1:

¿Qué magnitudes físicas serán observadas?

Temperatura (x)

Humedad (x)

Caudal de Lluvia ()

Otros ()

Interpretación:

De lo expuesto por la Sra. Jaqueline García, las variables a ser consideradas para su propósito particular fueron temperatura y humedad, las mismas que servirán para poder relacionar el clima habitual del lugar.

Pregunta 2:

¿Cuál será el intervalo de tiempo para la adquisición de las magnitudes?

Intervalo de tiempo para tomar las muestras cada 2 horas.

Interpretación:

De acuerdo a lo solicitado por la propietaria del sitio en estudio el intervalo de tiempo para la adquisición de las magnitudes fue cada 2 horas durante todo el día (24 horas).

Pregunta 3:

¿Cuál será el intervalo de tiempo para la transmisión de la información?

Intervalo de tiempo para transmisión de la información: 1 vez por día.

Interpretación:

De acuerdo a la necesidad de la Sra. Jaqueline García se ha determinado que la transmisión de la información se la realice una sola vez al día al concluir la última adquisición.

Pregunta 4:

¿Dónde estará ubicada la central de recolección de la información?

Ubicación: en la ciudad de Ambato.

Interpretación:

Debido a que la propietaria del lugar en observación reside en la ciudad de Ambato se decidió ubicar la central de recolección de la información en dicha ciudad.

Pregunta 5:

¿Cuál es el medio de presentación de la información adecuado?

Software Especializado ()

Internet (x)

Interpretación:

La entrevistada expone que el medio que más se adecua a sus necesidades es a través de internet, puesto que ella podrá revisar las mediciones tomadas en el momento que así lo desee o requiera.

Datos obtenidos de la Ficha de Observación

Infraestructura Física

De la observación de campo realizada, se pudo observar que no existe servicio de telefonía fija en el lugar; de la misma forma se consultó a las empresas proveedoras de telefonía móvil, de lo que se conoció que no existe dicho servicio en el lugar, como se detalla a continuación.

Cobertura Telefonía Fija CNT

El cantón Montalvo cuenta actualmente con 1155 líneas telefónicas, todas dentro de la zona urbana, de acuerdo a información extraída de la página web de la CNT.

Fuente: http://www.cnt.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=350:notiinfo&catid=55:notiinfopubl&Itemid=33

Cobertura GSM Movistar



Figura 3.1: Cobertura GSM Movistar

Fuente: <http://www.movistar.com.ec/site/empresas/movil-empresas/servicios/roaming/ecuador.html>

Cobertura GSM Porta

PROVINCIA	CIUDAD / POBLACION	CANTON	1W ó 2W
LOS RIOS	Antonio Sotomayor	Vinces	1W
LOS RIOS	Baba	Baba	1W
LOS RIOS	Babahoyo	Babahoyo	1W
LOS RIOS	Balcería	Ventanas	1W
LOS RIOS	Catarama	Urdaneta	1W
LOS RIOS	Clementina	Babahoyo	1W
LOS RIOS	El Paraiso	Ventanas	1W
LOS RIOS	El Progreso	Baba	1W
LOS RIOS	Fortuna	Montalvo	1W
LOS RIOS	Gualipe	Valencia	1W
LOS RIOS	Guare	Baba	1W
LOS RIOS	Isla de Bejucal	Baba	1W
LOS RIOS	La Cima	Quevedo	1W
LOS RIOS	La Esperanza	Quevedo	1W
LOS RIOS	La Revesa	Palenque	1W
LOS RIOS	La Unión	Babahoyo	1W
LOS RIOS	La Unión Vieja	Valencia	1W
LOS RIOS	Lechugal	Quevedo	1W
LOS RIOS	Loma de Coco	Ventanas	1W
LOS RIOS	Los Laureles	Valencia	1W
LOS RIOS	Mocache	Mocache	1W
LOS RIOS	Montalvo	Montalvo	1W
LOS RIOS	Montalvo	Montalvo	1W
LOS RIOS	Nuevo Zapotal		1W
LOS RIOS	Palenque	Palenque	1W
LOS RIOS	Pimocha	Babahoyo	1W
LOS RIOS	Potosí	Urdaneta	1W
LOS RIOS	Pueblo Nuevo	Babahoyo	1W
LOS RIOS	Pueblo Viejo	Pueblo Viejo	1W
LOS RIOS	Puerto Pechiche	Pueblo Viejo	1W
LOS RIOS	Quevedo	Quevedo	1W
LOS RIOS	Quinsaloma	Ventanas	1W
LOS RIOS	Recinto Carolina	Babahoyo	1W
LOS RIOS	Recinto Las Palmas	Baba	1W
LOS RIOS	Recinto Santa Rosa	Baba	1W
LOS RIOS	Ricaurte	Urdaneta	1W
LOS RIOS	San Camilo	Quevedo	1W
LOS RIOS	San Carlos	Quevedo	1W
LOS RIOS	San Eduardo	Ventanas	1W
LOS RIOS	San Gerardo	Ventanas	1W
LOS RIOS	San Jacinto de Buena Fe	Buena Fé	1W
LOS RIOS	San Juan	Pueblviejo	1W
LOS RIOS	San Pablo	Valencia	1W
LOS RIOS	Tarira De Arriba	Ventanas	1W

Figura 3.2: Cobertura GSM Porta

Fuente:

http://www.porta.net/porta_web/cobertura/mapa_de_cobertura/mapa_de_cobertura_gsm_198-6604.html

LOS RIOS	Valencia	Valencia	1W
LOS RIOS	Ventanas	Ventanas	1W
LOS RIOS	Vinces	Vinces	1W
LOS RIOS	Zapotal	Zapotal	1W
LOS RIOS	Beldaco	Montalvo	2W
LOS RIOS	Caracol	Babahoyo	2W
LOS RIOS	Chipe Mihuape	Ventanas	2W
LOS RIOS	Chojante	Pueblviejo	2W
LOS RIOS	Cristal	Ventanas	2W
LOS RIOS	El Guayabo	El Empalme	2W
LOS RIOS	El Laurel	Vinces	2W
LOS RIOS	El Naranja	Babahoyo	2W
LOS RIOS	El Triunfo	Valencia	2W
LOS RIOS	Gramalote Chico	Urdaneta	2W
LOS RIOS	Holandesa	Buena Fé	2W
LOS RIOS	La Balsa	Vinces	2W
LOS RIOS	La Cadena	Valencia	2W
LOS RIOS	La Carmela	Baba	2W
LOS RIOS	La Victoria	Palenque	2W
LOS RIOS	Lechugal	Ventanas	2W
LOS RIOS	Lechugalito	Ventanas	2W
LOS RIOS	Los Vergeles	Valencia	2W
LOS RIOS	Pijullo	Urdaneta	2W
LOS RIOS	Punta del Este	Baba	2W
LOS RIOS	Rcto. Pechiche	Ventanas	2W
LOS RIOS	Recinto González Suárez	Valencia	2W
LOS RIOS	Recinto Juana de Oro	Pueblviejo	2W
LOS RIOS	Recinto Limones	Buena Fé	2W
LOS RIOS	Recinto Pretoria	Montalvo	2W
LOS RIOS	Recinto San Javier	Montalvo	2W
LOS RIOS	Recinto Santo Domingo	Simón Bolívar	2W
LOS RIOS	San Francisco	Ventanas	2W
LOS RIOS	San Francisco de Chipe	Valencia	2W
LOS RIOS	San José	Baba	2W
LOS RIOS	San Luis	Montalvo	2W
LOS RIOS	San Pedro	Valencia	2W
LOS RIOS	San Rafael	Babahoyo	2W
LOS RIOS	Bijual	BUENA FE	1 W
LOS RIOS	Fumisa	BUENA FE	1 W
LOS RIOS	Patricia Pilar	BUENA FE	1 W
LOS RIOS	Recinto El Paraiso	BUENA FE	1 W
LOS RIOS	Cuatro Mangas	BUENA FE	1 W
LOS RIOS	San Ignacio	BUENA FE	2 W
LOS RIOS	Dos Hermanas	BUENA FE	1 W
LOS RIOS	Las Culebras	BUENA FE	2 W

Figura 3.2: Cobertura GSM Porta (Continuación)

Fuente:

http://www.porta.net/porta_web/cobertura/mapa_de_cobertura/mapa_de_cobertura_gsm_198-6604.html

Cobertura Alegro



Figura 3.3: Cobertura Alegro

Fuente:

<http://www.alegro.com.ec/personas/CoberturaVentasyDistribucion/tabid/214/Default.aspx>

Cabe indicar que ambos servicios (Movistar y Porta) existen pero únicamente en la zona urbana de la Parroquia San Antonio del Cantón Montalvo.

Cantidad de Información

Puesto que las magnitudes a ser adquiridas y procesadas son Temperatura y Humedad, con un intervalo de 2 horas durante todo el día (24 horas), la cantidad de bytes es la siguiente:

Datos:

Temperatura : 1 Byte
Humedad Relativa : 1 Byte
Intervalo : 2 horas
Total Tiempo : 12 horas/día

Total Bytes datos = Bytes T + Bytes %H
= 1 + 1 = 2 Bytes datos
Bytes Adicionales = 2 Bytes (por los espacios entre los datos).

Total Bytes datos	2 Bytes
+ Bytes Adicionales	2 Bytes
<hr/>	
Total Bytes/intervalo	4 Bytes

Total Bytes/día = Total Bytes/intervalo x Total Tiempo
= 4 X 12 = 48 Bytes/día

En total son 48 Bytes a ser transmitidos.

Acceso

Al lugar donde se instalará el sistema de telemetría actualmente, únicamente se puede acceder a pie, la propietaria tiene planificado a corto plazo la construcción de una vía de acceso para vehículos motorizados.

Características Topográficas

Debido a que el lugar motivo de observación se encuentra en la zona baja de la cordillera, y al ser un clima tropical, el suelo se presenta húmedo la mayor parte del año.

De acuerdo a la observación de campo realizada y como ya se mencionó anteriormente de su ubicación en las faldas de la cordillera, se pudo observar que a los alrededores de la propiedad de la Sra. Jaqueline García se encuentran varias elevaciones que dificultan la comunicación.

Hardware de Adquisición

Definidas las magnitudes bajo observación, se procedió a la selección del hardware adecuado, en base a la siguiente tabla de características.

Dispositivo Característica	PLC	PAC	Microcontrolador
Costo Dispositivo	Alto	Alto	Bajo
Costo Software	Alto	Alto	Bajo
Entradas Analógicas	Si	Si	Si
Entorno de Programación	Bloques de Funciones Grafcet Ladder Texto	Bloques de Funciones Grafcet Ladder Gráfico	Bloques de Funciones Grafcet Ladder Gráfico Texto
Comunicación Serial	Si	Si	Si
Espacio	Medio	Medio	Reducido
Alimentación	110/220Vac 24Vdc	110/220Vac 24Vdc	5Vdc

Tabla 4.1: Características de dispositivos de Control

Elaborado por: Investigador

Debido al bajo costo, amplia información tanto en el diseño de hardware y software, así como su costo reducido se optó por la utilización de un microcontrolador.

Tecnología empleada para el envío de Información

Debido a las características topográficas del lugar de observación y al no contar con sistemas de telefonía en el lugar, y finalmente considerando que el lugar de residencia de la Sra. Jaqueline García se encuentra en la ciudad de Ambato, se descartan las tecnologías de telefonía fija y móvil, así como también la posibilidad de la implementación de un radioenlace, ya que éste debería contar con al menos una estación repetidora para que la señal llegue hasta el destino, quedando como alternativa de solución la implementación de un enlace satelital.

Verificación de la Hipótesis

Tomando como base las preguntas directrices que encausaron la presente investigación, así como los resultados obtenidos de la entrevista, de las observaciones y documentación recabada, se verifica la hipótesis con la implementación del sistema de telemetría a través de comunicación satelital, empleando para el mismo la plataforma tecnológica ORBCOMM conjuntamente con el diseño de una tarjeta basada en microcontrolador para la adquisición, acondicionamiento y envío de la información de las magnitudes físicas bajo observación. Sistema que se encuentra a la fecha instalado y en funcionamiento en la propiedad de la Sra. Jaqueline García.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El Sistema de Comunicación óptimo para utilizarse en la propiedad de la Sra. Jaqueline García, ubicada en la Parroquia San Antonio del Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos, debido a la ubicación, topografía y al no existir medios de comunicación electrónicos tradicionales instalados, es el Sistema Satelital.
- El Sistema Satelital que mejor se adecúa a la investigación del presente proyecto es el ofrecido por la Empresa ORBCOMM, el cual es un sistema de Orbita Little Leo, desarrollado específicamente para sistemas de telemetría y comunicaciones de baja tasa de información.
- Debido a que las magnitudes físicas bajo observación no presentan mayor fluctuación en intervalos cortos de tiempo, se tomaron muestras con un intervalo de dos horas por el transcurso de las 24 horas del día.

Recomendaciones

- Debido a la ubicación, topografía y al no existir medios de comunicación electrónica instalados en la propiedad de la Sra. Jaqueline García, ubicada en la Parroquia San Antonio del Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos, se recomienda la utilización de un Sistema Satelital.
- Se recomienda la utilización de un sistema satelital de orbita Little Leo, puesto que éstos están diseñados para funciones de telemetría principalmente.
- Debido a que las magnitudes físicas bajo observación no presentan mayor fluctuación en intervalos cortos de tiempo, se recomienda la toma de las muestras con un intervalo de dos horas.
- Se recomienda la utilización de un sistema microcontrolado para el diseño de la tarjeta de adquisición y procesamiento de información por su costo relativamente bajo y además porque se cuenta con abundantes herramientas software, inclusive de uso gratuito.
- Se recomienda la instalación del dispositivo satelital en un área despejada, es decir, que tenga total visibilidad al cielo para evitar que cualquier obstáculo cause interferencias.

CAPÍTULO VI

LA PROPUESTA

SISTEMA DE COMUNICACIÓN SATELITAL DE ÓRBITA LITTLE LEO SOBRE LA PLATAFORMA ORBCOMM PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS DEL SISTEMA DE TELEMETRÍA EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. JAQUELINE GARCÍA, UBICADA EN LA PARROQUIA SAN ANTONIO DEL CANTÓN MONTALVO, PROVINCIA DE LOS RÍOS

Datos Informativos

Para la implementación del SISTEMA DE COMUNICACIÓN SATELITAL DE ÓRBITA LITTLE LEO PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS DEL SISTEMA DE TELEMETRÍA EN LA PROPIEDAD DE LA SRA. JAQUELINE GARCÍA, UBICADA EN LA PARROQUIA SAN ANTONIO DEL CANTÓN MONTALVO, PROVINCIA DE LOS RÍOS, se cuenta con los datos que a continuación se detallan, los cuales han sido obtenidos de la operacionalización de las variables:

- La ubicación de la propiedad de la Sra. Jaqueline García se encuentra en la Parroquia San Antonio del Cantón Montalvo, Provincia de los Ríos.
- La tecnología a emplearse se restringe a satelital debido a la falta de infraestructuras de Telecomunicaciones, por inexistencia de servicio de energía eléctrica y por la topografía del terreno.
- El lugar de residencia de la Sra. Jaqueline García, es la ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua.

- Las variables físicas a ser observadas son la Temperatura Ambiente y la Humedad Relativa del lugar.
- La tarjeta de adquisición está basada en un microcontrolador con capacidad de adquirir señales analógicas de voltaje y realizar comunicaciones seriales.
- Se deben adquirir los valores de humedad y temperatura en intervalos de dos horas durante las 24 horas del día, los siete días de la semana.
- La información procesada de las lecturas se la envía una vez al día, luego de la última adquisición.
- La presentación de la información se la debe realizar a través de Internet.

Antecedentes de la Propuesta

Revisando la información en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial, se determinó que no existe trabajo de investigación similar ó relacionado con el propuesto, por lo que, se considera que éste servirá como referencia de estudio para los estudiantes de Ingeniería Electrónica.

Justificación

Para el desarrollo de la propuesta se ha planteado como solución la implementación de un Sistema Satelital, ya que como se determinó en la investigación, en el lugar y sus alrededores no existe infraestructura de telecomunicaciones que pueda brindar el servicio ni de voz, peor aún de transmisión de datos.

Adicionalmente, comparado con otros Sistemas de Comunicación, el satelital resulta económico en cuanto a costos de instalación debido a que no se necesita una infraestructura de grandes proporciones como sucede con los sistemas de radio enlace o celulares.

De igual forma, no existe servicio de energía eléctrica, lo cual dificulta aún más la utilización de un sistema de comunicación terrena, puesto que el consumo de los equipos de transmisión y control es mayor al requerido por un módem satelital de órbita Little LEO.

En cuanto a costos por uso del servicio, gracias a que la cantidad de información transmitida es relativamente baja, la propietaria únicamente debe pagar alrededor de 4.61usd mensuales, que es mucho menor al que se tendría con la implementación y mantenimiento de un radio enlace. Además, cabe indicar que el sistema estará en funcionamiento únicamente por un corto período de tiempo, de acuerdo a las necesidades de la persona interesada.

Finalmente, el uso de tecnología satelital con el sistema ORBCOMM, servirá como referente y punto de partida para que los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y personas interesadas se decidan a desarrollar sus proyectos con éste tipo de alternativas.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un Sistema de Comunicación Satelital de órbita LITTLE LEO sobre la plataforma ORBCOMM para la transmisión de datos del Sistema de Telemetría en la Parroquia San Antonio del Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos.

Objetivos Específicos

- Conocer el funcionamiento del Sistema Satelital ORBCOMM.
- Seleccionar el módem para el Sistema Satelital ORBCOMM.
- Diseñar la tarjeta de adquisición.
- Implementar el sistema.

Análisis de Factibilidad

La propuesta presentada para este problema de investigación planteado es factible porque cuenta con la colaboración de la propietaria del lugar en estudio, teniendo de esta forma acceso a la propiedad y todas las facilidades para el desarrollo y conclusión del proyecto.

Adicionalmente, para la ubicación del equipo, no se requiere instalaciones complejas, aun cuando no se dispone de distribución eléctrica en el lugar, pero gracias al bajo consumo de energía del equipo, éste puede ser alimentado desde una batería.

La funcionalidad del proyecto permite realizar el trabajo solicitado por la propietaria, por medio de un enlace satelital para la transmisión de la información que es requerida, de forma confiable y oportuna, lo cual le permitirá tomar las decisiones oportunas de acuerdo a sus necesidades.

En cuanto al costo de los equipos, se lo considera moderado en relación a otras infraestructuras de red satelital, así como también con respecto a otras tecnologías terrenas, las cuales implican la instalación de repetidoras, lo cual encarece mucho más al sistema.

Finalmente, los costes de operación también son bajos puesto que un Kilobyte de información cuesta 1.5USD, teniendo un costo de operación aproximado de 4.61USD por día.

Fundamentación

Comunicación Satelital

Las telecomunicaciones son una de las industrias que conjuntamente con la cibernética y la robótica han generado una tercera Revolución Industrial y son de entre las más dinámicas las que generan más recursos en la economía mundial.

Tiene como área de acción natural al espacio y al espectro radioeléctrico, por donde se difunden las ondas a través de las cuales viajan millones de mensajes a cada instante.

Se considera como una industria de alta tecnología, cuyos avances a pasos agigantados hacen obsoletos momento a momento, los conocimientos, instrumentos, sistemas, empresas y normatividad, proyectándose como una industria vital, pues en la actualidad ningún país puede aspirar al crecimiento económico y al desarrollo social, sin un soporte de telecomunicaciones moderno, fuerte y versátil.

Por lo tanto la regulación de esa industria se vuelve un asunto trascendental para normar su desarrollo, de modo tal que sirva oportunamente a los intereses de todos los sectores de una nación, con el propósito de dar una visión sencilla y accesible sobre un aspecto relevante de la industria de las comunicaciones vía satélite.

Sistema Satelital

Un sistema de satélite consiste de un transponder, una estación base en tierra, para controlar su funcionamiento y una red de usuario de las estaciones terrestres, que proporciona las facilidades para transmisión y recepción de tráfico de comunicaciones, a través del sistema de satélite.

Sistema ORBCOMM

ORBCOMM es el primer sistema comercial de comunicaciones basado en microsátélites de órbita baja, lo constituye una constelación actual de 36 satélites con cobertura mundial y proporciona el servicio de comunicaciones desde o hacia cualquier lugar del mundo, a bajo costo y en forma sencilla.

El Sistema ORBCOMM es un sistema de comunicación de datos de dos vías, de conmutación de paquetes, de amplia cobertura. Las comunicaciones desde y hacia el comunicador (SC) a los Gateways ORBCOMM, se realiza a través de una constelación de satélites de órbita baja. Los Gateways de ORBCOMM están conectadas a circuitos de discado, líneas dedicadas privadas o redes tales como Internet.

El sistema ORBCOMM consta de un Centro de Control de Red (NCC: Network Control Center) que administra el sistema mundial en su totalidad, más tres segmentos operacionales. Los tres segmentos:

- Segmento Espacio
- Segmento Tierra
- Segmento Subscriptor

Segmento Espacio

La constelación principal consiste de cuatro planos orbitales planos A, B, C y D, de 8 satélites cada una. Los primeros tres planos (A, B, y C) están inclinados 45° desde la línea del ecuador, lanzados a una altitud de 825 Km. y separados 45° cada uno de los cuatro planos principales.

Dos planos orbitales suplementarios planos F y G, contienen dos satélites cada uno, lo cual entrega una cobertura desde una altura de 780 Km y están separados 180°. El plano F está inclinado 70° y el plano G está inclinado 108°.

El cuarto plano de ocho satélites, plano D, está inclinado 0° , es decir que se encuentra sobre la línea ecuador o llamada también órbita ecuatorial, a una altitud de 825 Km y espaciados también a 45° .

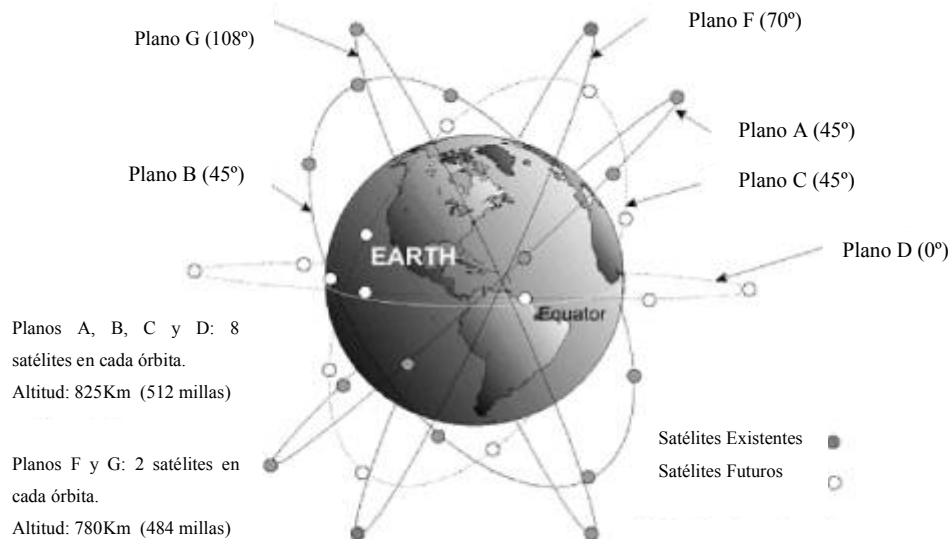


Figura 6.1: Constelación de 36 satélites del sistema ORBCOMM

Fuente: http://www.marimsys.com/pages/orbcomm_system.htm

La cantidad de tiempo disponible en la red de satélites depende siempre del número de satélites y Gateways en operación y de la ubicación de los usuarios. Al moverse el satélite con la tierra crea un patrón de cobertura aproximadamente de un diámetro de 3200 millas para cada uno de los satélites.

El sistema ORBCOMM posee una redundancia debido al número de satélites en la constelación esto permite redistribuir una nueva constelación en el eventual caso de pérdida de algún satélite para mantener los satélites equidistantes, debido a esto el sistema sólo experimentará pequeños instantes de desvanecimiento en el tiempo de cobertura satelital. La red terrestre es también redundante.

Segmento Aire

Los enlaces de bajada de RF del sistema ORBCOMM desde el satélite al comunicador (SC) y Gateway de Estación Terrena (GES) están dentro de la banda de los 137 – 138 MHz. Los canales de los enlaces de bajada para el sistema ORBCOMM incluyen 12 canales para transmisión a los SC's y 1 canal de Gateway.

El enlace de subida de RF del SC al satélite se lleva cabo dentro de la banda de 148-149.9 MHz. Los SC's transmiten en frecuencias que el satélite asigna dinámicamente.

Nombre del canal	Nº de canales	Espectro	Tasa de datos
Satélite/Suscriptor Canales de bajada	12 disponibles, 1 asignado a cada satélite	137-138 MHz	4.8 Kbps
Satélite/Gateway Canales de bajada	1 disponible	137-138 MHz	57.6 Kbps
Satélite/Suscriptor Canales de subida	6 disponibles, DCAAS asigna la frecuencia	148-149.9 MHz	2.4 Kbps
Señal UHF	1 disponible	400.1 MHz	-

Tabla 6.1: Localización de canales de satélite del sistema ORBCOMM

Elaborado por: Investigador

Segmento Tierra

Este segmento del sistema ORBCOMM consta del Gateway, el Centro de Control de Red (NCC) y los Comunicadores Satelitales (SC). Un Gateway consta de un Centro de Control de Gateway (GCC) y por lo menos un Gateway de Estación Terrena (GES).

La función principal del Gateway ORBCOMM es entregar el procesamiento de mensajes y administración del suscriptor a un área de servicio definida, esto incluye servir como “hogar” para los suscriptores del sistema ORBCOMM, así también, entregar la interfaz entre el suscriptor y la interconexión de Redes Públicas y Privada de Datos (PDN) y las Redes Telefónicas Conmutadas Públicas (PSTN).

Gateway Earth Station (GES)

El rol del GES es realizar un enlace de comunicación RF entre el Conmutador de Mensajes ORBCOMM (OMS) y la constelación de satélites, el mismo que consiste en antenas de rastreo de ganancia media, RF y equipo de módem, hardware y software de comunicación para enviar y recibir paquetes de datos.

Tanto el equipamiento y el lugar de GES son diseñados para operar de forma independiente. El GES utiliza radio-domos cerrados, antenas de movimiento completo VHF, dos sistemas de antena completamente independientes, la RF correspondiente y el equipo de control entregan una redundancia funcional completa al sitio GES.



Figura 6.2: Radio-domos de un GES

Fuente: http://www.marimsys.com/pages/orbcomm_system.htm

Actualmente existen 12 GES's repartidas por todo el mundo, en las coordenadas de posición que se indican a continuación.

GES en Funcionamiento	Latitud	Longitud
New York State	42.52 N	078.38 W
Georgia (USA)	31.50 N	083.20 W
Arizona (USA)	34.46 N	109.55 W
Washington State (USA)	47.55 N	120.17 W
Matera (Italia)	40.65 N	016.70 E
Kitaura (Japón)	36.05 N	140.31 E
Chong Ho Won (Corea del Sur)	37.14 N	127.66 E
San Luis (Argentina)	33.83 S	065.18 W
Río de Janeiro (Brasil)	22.69 S	042.87 W
Kijal (Malasia)	04.63 N	103.75 E
Curazao	12.50 N	069.00 W
Maghreb (Marruecos)	33.53 N	007.68 W

Tabla 6.2: GES del Sistema ORBCOMM

Fuente: http://www.marimsys.com/paginas/segmento_tierra.htm

Todas las comunicaciones con el Sistema ORBCOMM pasan a través del Gateway ORBCOMM que consiste de un Centro de Control de Gateway (GCC), donde se encuentran el software que monitorea y administra el tráfico de mensajes, y un Gateway de Estación Terrena (GES), el cual entrega el enlace entre la constelación de satélites y el GCC.

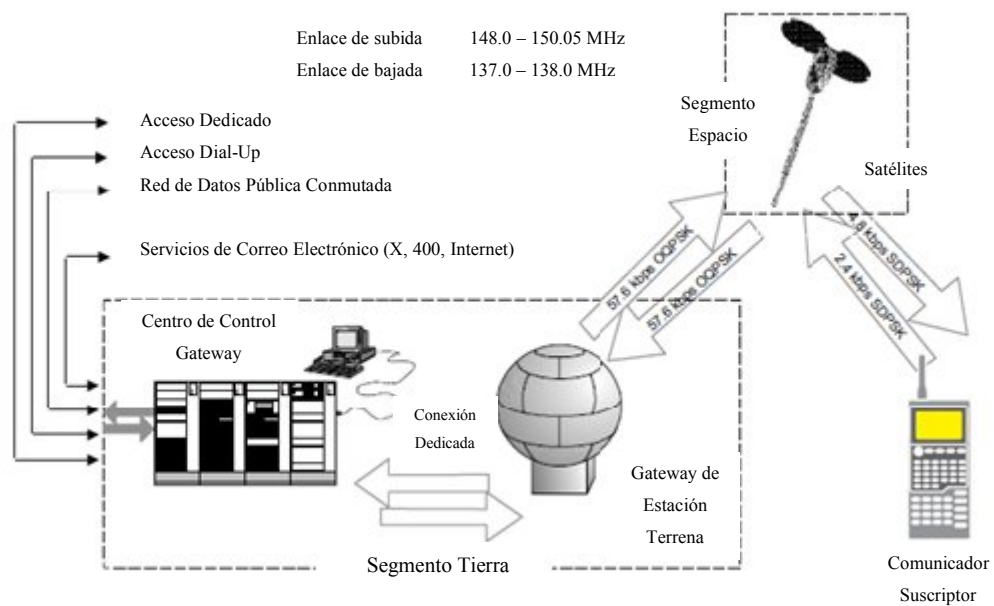


Figura 6.3: ORBCOMM System Overview

Fuente: http://www.marimsys.com/pages/orbcomm_system.htm

Características del servicio ORBCOMM

Son cuatro los elementos que contemplan el servicio básico que ORBCOMM es capaz de entregar:

Reporte de datos

Es el servicio elemental para que un SC genere un breve reporte, un paquete sencillo contiene aproximadamente 6 bytes de información definida por el usuario.

Mensajes

Es el servicio en el cual una secuencia larga de datos sea transferida hacia o desde un SC. El largo del mensaje es típicamente menor a 100 bytes.

	7	6	5	4	3	2	1	0	
0	0x85/0x86								Encabezado de paquete.
1	0x07								Tipo de paquete.
2	length byte 0								Longitud del paquete, empieza con el byte 0, incluye suma de comprobación.
3	length byte 1								
4	retry_count/pkt_seq_num								Número de veces que el paquete ha sido reenviado/número de secuencia del paquete.
5	mha_ref_num								Usado únicamente para identificar mensajes.
	msg body byte 0								Cuerpo del Mensaje.
	.								
	.								
	msg body byte k-1								
	checksum byte 0								Suma de comprobación de Fletcher.
7+k	checksum byte 1								

El total de la longitud del paquete no debe exceder 8192 bytes.

Figura 6.4: Mensaje estándar originado por el SC

Fuente: Manual de Interface Serial de ORBCOMM

GlobalGrams

Es el servicio en el cual un SC envía o recibe un solo paquete de información desde un satélite cuando el satélite no puede acceder a un Gateway ORBCOMM. Para este tipo de SC (receptor), el satélite almacena este paquete de datos en memoria y lo transmite según el requerimiento del SC.

Comandos

Servicio básico para comandos cortos, un solo paquete contiene un total de 5 bytes máximos de información, la misma que está previamente definida por el usuario, para ser transmitidos a un SC.

Posicionamiento

Algunos comunicadores (SC) están equipados con un GPS interno y una antena GPS asociada, esto permite la determinación de la posición mediante la recepción de una señal de posicionamiento directamente desde los satélites GPS.

Descripción del Protocolo

Las descripciones “data terminal” y “data terminal equipment” (DTE) se refieren al dispositivo conectado al SC y no al SC como tal, el término “message handler agent” (MHA) se refiere al proceso en el DTE que controla el envío y recepción de mensajes vía el SC.

El SC conecta las aplicaciones del cliente a la red de ORBCOMM, el mismo que requiere SC's de propósito general para implementar una interface serial para éste propósito.

Capa de aplicación

Todos los paquetes empiezan con un byte de cabecera (byte 0) para permitir que el receptor sincronice el límite del paquete y para indicar el mecanismo de reenvío. Los paquetes transmitidos por el DTE comenzarán con un byte de cabecera de 0x85 o 0x86, un byte de cabecera de 0x05 o 0x06 indica que el paquete fue transmitido por el SC.

Todos los paquetes también contienen un único paquete de identificación (1 byte) y un campo de longitud de 2 bytes. El byte menos significativo de la longitud del campo es insertado dentro del segundo byte del paquete. El protocolo también solicita el empleo de dos bytes de suma de comprobación de Fletcher (Fletcher checksum) para la detección de errores en la trama. El byte menos significativo del checksum precede al más significativo en el paquete de bytes.

El bit menos significativo del byte menos significativo de la trama es transmitido primero. Los bytes de un paquete son generalmente transmitidos sin retraso entre caracteres, al bit de inicio del siguiente byte le sigue inmediatamente el bit de parada del byte anterior.

El SC tendrá mensajes en cola, informes y Globalgrams desde DTE en una base prioritaria, será enviado cada uno en una secuencia o en el modo de origen del SC. El DTE puede rastrear el reconocimiento de cada mensaje, reporte o Globalgram que éste genera especificando un número de referencia único en cada uno de éstos paquetes (*mha_ref_num*). Una vez que el buffer interno de mensajes del SC está lleno, mensajes adicionales, reportes o Globalgrams son descargados y un paquete de reconocimiento es enviado con *status_code* = 1. La capacidad del mensaje del SC es limitado por la disponibilidad que tiene la memoria para la cola de mensajes.

Si el SC no almacena mensajes o reportes recibidos desde el DTE, la recepción del comando de consulta causará la transmisión de un paquete de anuncio de Sistema hacia el DTE. De otra manera el primer mensaje de la cola o el reporte desde el DTE que satisface la respuesta solicitada (indicada por el *control_code*) en el comando de consulta será eliminado de la cola y enviado al Gateway de Orbcomm. Si ningún mensaje del DTE en la cola satisface la petición, un paquete de anuncio de sistema será enviado al DTE.

El SC también almacenará los Mensajes terminados en el SC, comandos y Globalgrams hasta que el DTE esté listo para aceptarlos, señalado por la

activación del DTR o desactivación del RTS. Si el buffer interno del SC está lleno, el SC transmite un paquete Receptor de Suscriptor “Listo” hacia el Gateway Orbcomm con el control_code = 1, un “No Listo” para recibir en respuesta a los paquetes de Asignación del SC terminados.

Capa de Enlace

Los protocolos entre el SC y el DTE son half-duplex (p. ej., un paquete debe ser reconocido por el recipiente antes de que el otro pueda ser enviado), así permitirá un software simple de control de flujo. Además, el protocolo es designado exclusivamente solo para enlaces punto a punto, un DTE y un SC pueden conectarse al enlace serial.

El protocolo requiere solo un paquete de control, Reconocimiento del Nivel de Enlace, o paquete ACK. Este es usado para reconocer la recepción de paquetes de información, paquetes libres de error son reconocidos por el paquete con un ACK con un status_code = 0. Sin embargo, sí, el paquete con información recibido es erróneo (p. ej., un mal checksum), el receptor del paquete transmitirá un paquete ACK con un status_code diferente de cero.

Si la aplicación no requiere o no soporta un reconocimiento de capa de enlace, el SC puede ser configurado con ser_max_retries = 0 y abort_response = 0. En este caso el SC hará un solo intento de enviar un paquete de información al DTE, y la falta de un ACK desde el DTE no generará una señal de falla en el puerto serie.

Capa Física

Aunque los niveles de señal están definidos por la especificación RS232, Orbcomm acepta la capacidad de remover el regulador de voltaje RS-232 y los circuitos de interfaz que pueden no ser necesarios por algunas aplicaciones que requieren trabajo en modo de extremo y de larga duración de batería.

La mayoría de aplicaciones cubren los requerimientos con el empleo de tres cables (TxD, RxD, y tierra), se puede emplear el control de flujo para prevenir el desbordamiento de los datos. Esto implica la manipulación de las señales Data Terminal Ready (DTR) y Request-To-Send (RTS) por el DTE y Data Set Ready (DSR) y Clear-To-Send (CTS) por el DCE (SC).

Comunicador Suscriptor Digi m10

El dispositivo Digi m10 es un comunicador suscriptor ORBCOMM, que permite el acceso vía modem a la red de satélites ORBCOMM. El cual es ideal para aplicaciones Maquina a Maquina (M2M) (p.e. trazabilidad de activos, medidores remotos, monitoreo de tubería y pozos, etc.) que monitoriza o controla activos remotos. Este puede ser añadido a sistemas de trazabilidad existentes o funcionar como un dispositivo independiente (stand-alone).

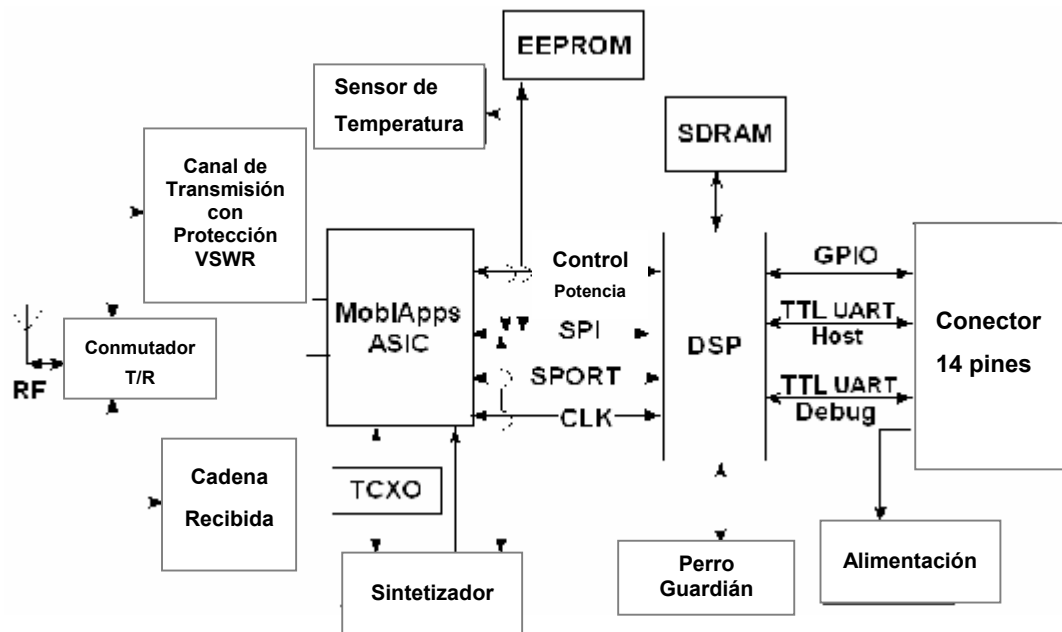


Figura 6.5: Diagrama de bloques del Comunicador Digi m10

Fuente: Digi m10 Hardware Reference v 1.20

Interfaces

En la siguiente figura se muestra el aspecto físico del modem con la ubicación de la interfaz de conexiones.

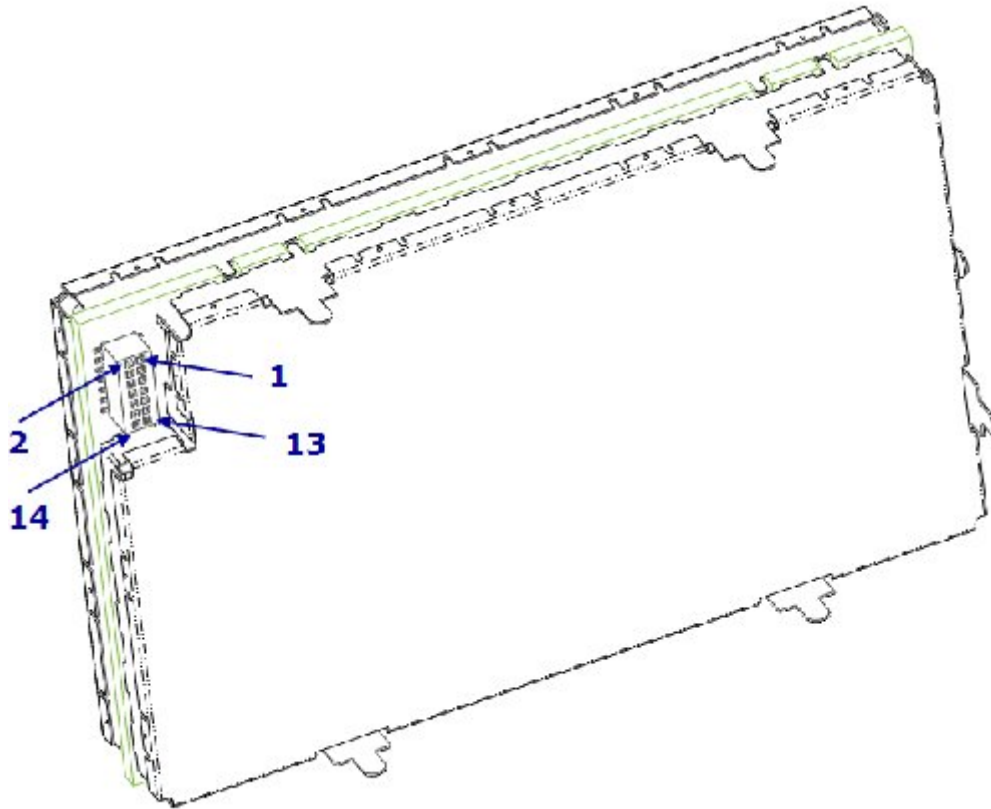


Figura 6.6: Numeración de pines del módulo Digi m10

Fuente: Digi m10 Hardware Reference v 1.20

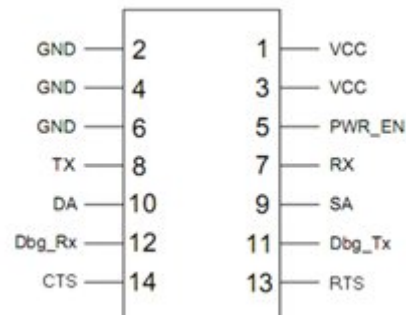


Figura 6.7: Asignación de pines del módulo Digi m10

Fuente: Digi m10 Hardware Reference v 1.20

La función de cada uno de los pines localizados en el conector:

Pin	Nombre	Descripción	Dirección E/S	Observación
1	VCC	Alimentación		
2	GND	Tierra		
3	VCC	Alimentación		
4	GND	Tierra		
5	PWR_EN	Potencia habilitada	Entrada	Conectar a tierra con resistencia de 47K Ω
6	GND	Tierra		
7	RX	Interfaz RS232, 3.3V. Del Terminal de control hacia el módem.	Entrada	
8	TX	Interfaz RS232, 3.3V. Del módem hacia el terminal de control.	Salida	
9	SA	Satélite Disponible	Salida	
10	DA	Dato Disponible	Salida	
11	Dbg_Tx	Interfaz UART 3.3V del módem al puerto de depuración.	Salida	
12	Dbg_Rx	Interfaz UART 3.3V del puerto de depuración al módem.	Entrada	
13	RTS	Interfaz UART 3.3V del terminal de control al módem.	Entrada	
14	CTS	Interfaz UART 3.3V del módem al terminal de control.	Salida	

Tabla 6.3: Descripción de pines del módulo Digi m10

Fuente: Digi m10 Hardware Reference v 1.20

Interfaz RF

En la figura siguiente se muestra la ubicación del conector RF para la antena, y posteriormente en la Tabla 6.4 se encuentra detallado sus características.

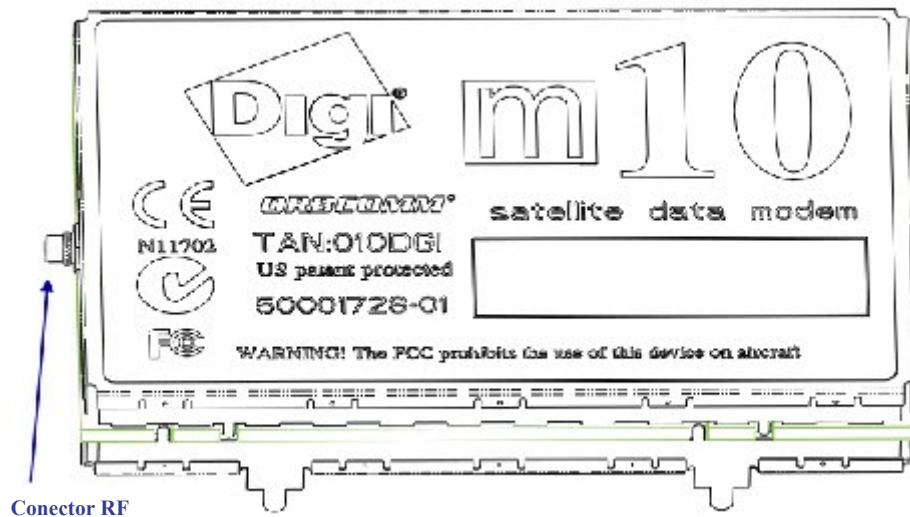


Figura 6.8: Conexión RF en el módulo Digi m10

Fuente: Digi m10 Hardware Reference v 1.20

Parámetro	Valor
Sensibilidad	≥ -119 dBm
Rango Dinámico	40 dB
Ganancia de Antena	≥ 0 dBi, en al menos una dirección
Impedancia de antena	50 Ω nominal

Tabla 6.4: Interfaz RF

Fuente: Digi m10 Hardware Reference v 1.20

Especificaciones de Entradas y Salida Digitales

Los pines de salida pueden entregar/ consumir hasta 10mA. Para Corrientes superiores las salidas deben ser amplificadas.

En la siguiente tabla se define los niveles de voltaje entrada y salida, tanto para el estado alto como para el estado bajo.

Parámetro	Min (V)	Max (V)	Carga máxima recomendada
Vin bajo	0	0.8	No aplica (NA)
Vin alto	2.0	3.3	NA
Vout bajo	0	0.4	2mA
Vout alto	2.4	3.3	2mA

Tabla 6.5: Especificaciones eléctricas de las E/S digitales

Fuente: Digi m10 Hardware Reference v 1.20

Dimensiones

El modem Digi m10 tiene un tamaño máximo de 75.30mm x 46.20mm x 13.35mm.

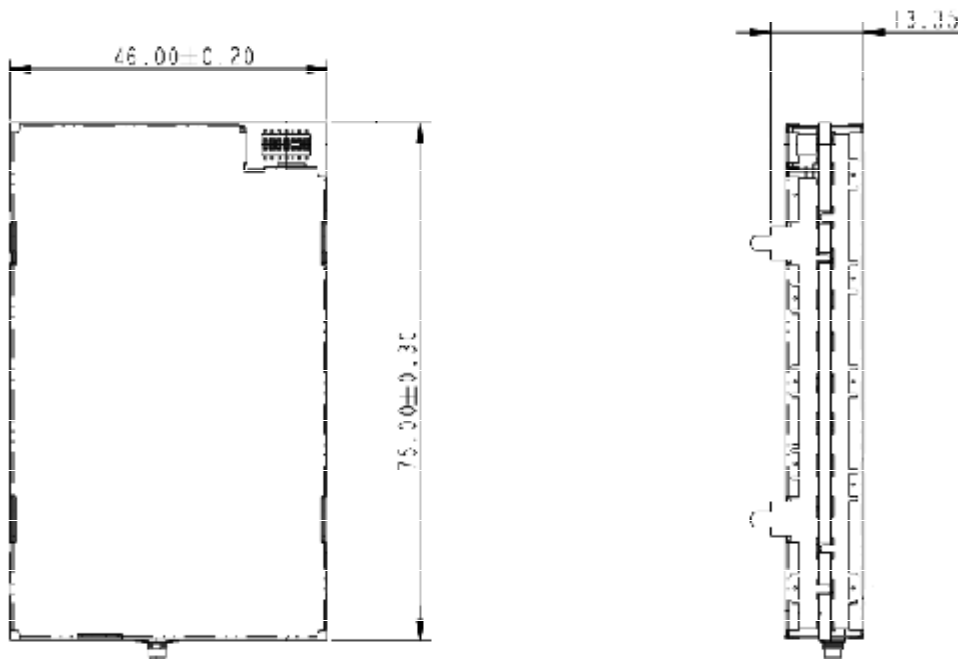


Figura 6.9: Dimensiones del módulo Digi m10

Fuente: Digi m10 Hardware Reference v 1.20

Conexión del modem Digi m10 con dispositivos de control

La figura muestra como se debe conectar el terminal controlador con el modem Digi m10.

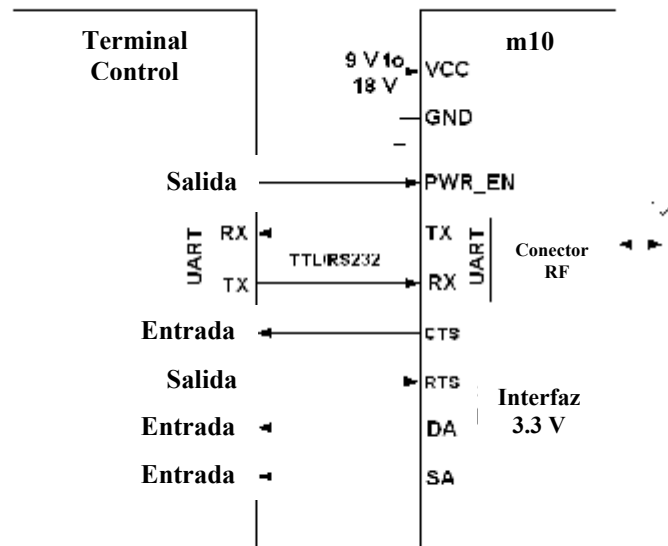


Figura 6.10: Interfaz entre el Controlador de Host y el módulo Digi m10

Fuente: Digi m10 Hardware Reference v 1.20

PIC 18F1220

El PIC 18F1220, es un circuito integrado programable de 8 bits de gama alta del fabricante MicroChip, el cual puede ser empleado en un sin número de aplicaciones, a continuación sus principales características:

Modos de gestion de potencia:

- Modo Run: CPU on, periféricos on.
- Modo Idle: CPU off, periféricos on.
- Modo Sleep: CPU off, periféricos off.

Tipos de Osciladores soportados:

- Cuatro modos de Cristal.
- LP, XT, HS: hasta 25 MHz.
- HSPLL: 4-10 MHz (16-40 MHz interno).
- Dos modos RC externos, hasta 4 MHz.
- Dos modos de Reloj externos, hasta 40 MHz.
- Bloque oscilador interno.
- 8 frecuencias seleccionables por el usuario: 31 KHz, 125 KHz, 250 KHz, 500 KHz, 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz.

Principales características de los periféricos:

- Corriente de consume/abastecimiento 25 mA/25 mA.
- Tres tipos de interrupción externa.
- Módulo de Captura/comparación y PWM extendido.
- Captura de 16 bits con resolución máxima de 6.25 ns.
- Comparación de 16 bits, con resolución máxima de 100 ns.
- Módulo Conversor Analógico a Digital de 10 bits, 7 canales con tiempo de adquisición programable.
- Módulo USART extendido, Soporta RS-485, RS-232 y LIN 1.2

Características especiales del microcontrolador:

- 100,000 ciclos de lectura/escritura típico de la memoria de programa tipo Flash.
- 1,000,000 ciclos de borrado/escritura típico de la memoria de datos tipo .

EEPROM

- Retención de la memoria Flash/EEPROM: > 40 años.
- Auto programable bajo control de software.
- Niveles de prioridad en interrupción.

- Multiplicador hardware de ciclo único 8 x 8.
- Perro Guardián extendido (WDT).
- Periodo Programable desde 41 ms hasta 131s.
- 2% de estabilidad sobre VDD y Temperatura.
- Amplio rango de voltaje de operación: 2.0V hasta 5.5V.

Características	PIC 18F1220
Frecuencia de Operación	DC – 40MHz
Memoria de Programa (Bytes)	4096
Memoria de Programa (Instrucciones)	2048
Memoria de Datos (Bytes)	256
EEPROM (Bytes)	256
Interrupciones	15
Puertos E/S	Puertos A, B
Temporizadores	4
Captura/comparación PWM	1
Comunicación Serial	USART mejorado
10 bits Analógico a Digital	7 canales de entrada
Reinicios y retardos	POR, BOR, RESET, Stack Full, PWRT, OST, MCLR (opcional), WDT
Programar detección de bajo voltaje	Sí
Programar reinicio externo	Sí
Set de instrucciones	75 instrucciones
Paquetes	18 pines SDIP 18 pines SOIC 20 pines SSOP 28 pines QFN

Tabla 6.6: Principales características PIC18F1220

Fuente: PIC18F1220 Datasheet

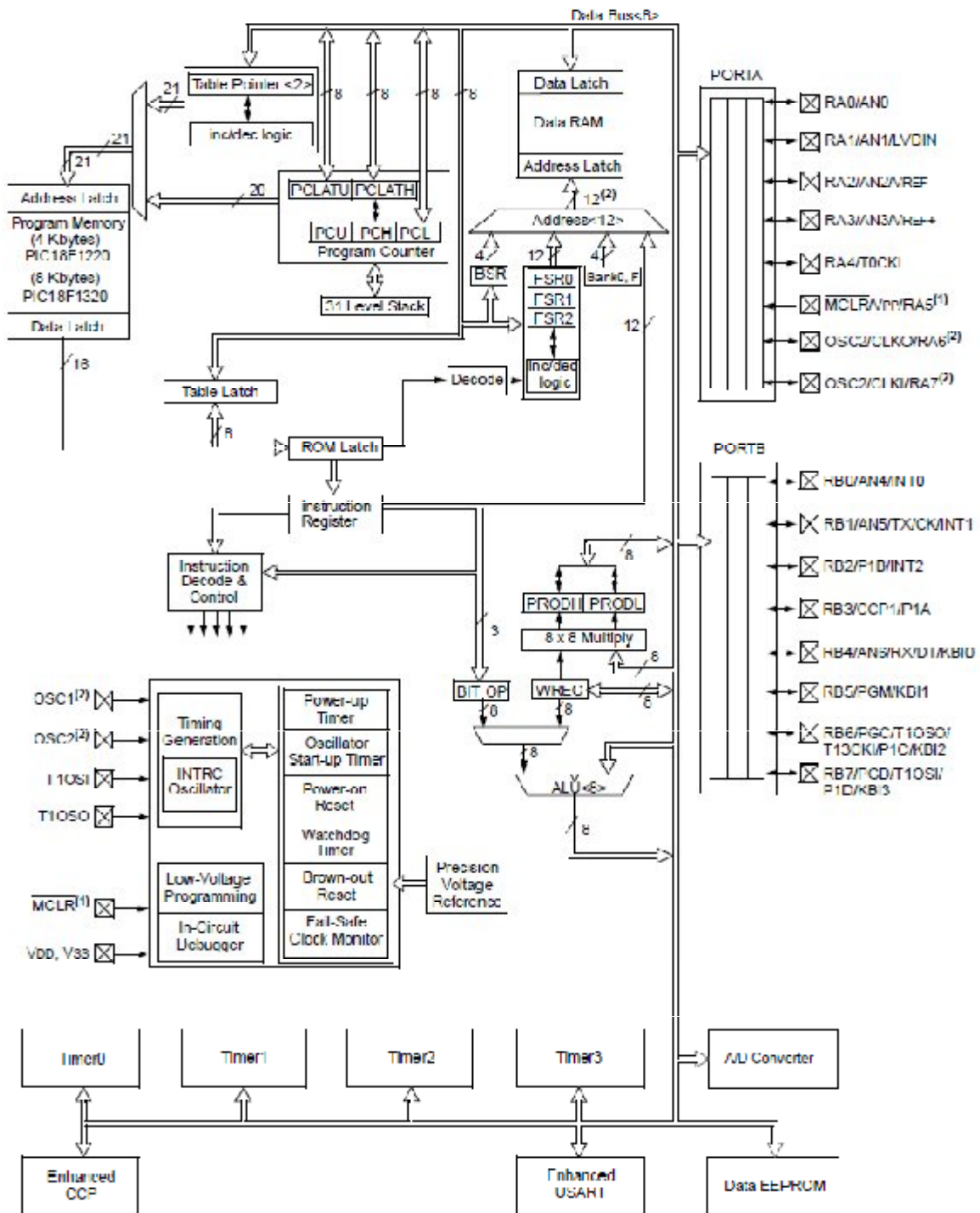


Figura 6.11: Constitución interna del PIC18F1220

Fuente: PIC18F1220 Datasheet

Distribución de pines:

La distribución de pines del PIC18F1220 para su encapsulado tipo DIP.

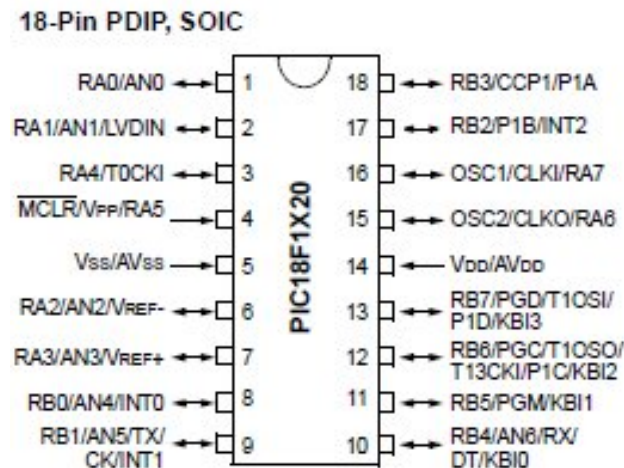


Figura 6.12: Distribución de pines del PIC18F1220

Fuente: PIC18F1220 Datasheet

Módulo Receptor Transmisor Síncrono Asíncrono Universal Direccional Mejorado (EUSART)

El módulo Receptor Transmisor Síncrono Asíncrono Universal Direccional Mejorado (EUSART) puede ser configurado como un sistema full-dúplex asíncrono que puede comunicarse con dispositivos tales como: terminales CRT y computadores personales. También puede ser configurado como un sistema síncrono half-dúplex que puede comunicarse con dispositivos periféricos tales como circuitos integrados A/D o D/A, EEPROM's seriales, etc.

El módulo EUSART adicionalmente incluye detección y calibración automática del baud rate (tasa de baudios), entre otros.

El módulo EUSART puede ser configurado en los siguientes modos:

- Modo Asíncrono (full dúplex).

- Síncrono – Maestro (half dúplex).
- Síncrono – Esclavo (half duplex).

Los pines RB1/AN5/TX/CK/INT1 y RB4/AN6/RX/DT/KBI0 deben ser configurados como se indica a continuación para su uso con el USART en modo asíncrono:

- El bit SPEN (RCSTA<7>) debe ser 1.
- Los bits PCFG6:PCFG5 (ADCON1<5:6>) deben ser 1.
- El bit TRISB<4> debe ser 0.
- El bit TRISB<1> debe ser 1.

La operación del módulo EUSART está controlada por los siguientes registros:

Transmit Status and Control (TXSTA): Registro de configuración de la transmisión serial.

Receive Status and Control (RCSTA): Registro de configuración de la recepción serial.

Baud Rate Control (BAUDCTL): Auto Baud Rate.

Módulo Convertidor Analógico a Digital (A/D) de 10 Bits

El módulo convertidor analógico a digital cuenta con 7 entradas (canales). Este módulo permite la conversión de una señal de entrada analógica a su equivalente número binario de 10 bits.

El módulo cuenta con cinco registros:

A/D Control Register 0 (ADCON0): controla la operación del módulo A/D.

A/D Control Register 1 (ADCON1): configure las funciones de los pines de los puertos.

A/D Control Register 2 (ADCON2): configure la fuente de la señal de reloj para el conversor, tiempo de adquisición programable y justificación.

- *A/D Result High Register (ADRESH)* y *A/D Result Low Register (ADRESL)*:
Son los registros donde son cargados los 10 bits de resultado de la conversión.

Sensor de Humedad y Temperatura HU-10S

Sensor de Humedad y Temperatura para sistemas de aire acondicionado y monitorización, registradores de humedad, sistemas de monitorización. Provee valores de temperatura y humedad a través de una salida digital. No requiere componentes externos, y puede ser conectado directamente a un microcontrolador.



Figura 6.13: Sensor de Humedad y Temperatura HU-10S

Fuente: HU-10S Datasheet

Características Eléctricas

Referencia Eléctrica	Módulo HU-10S
Rango de Voltaje de Operación	Voltaje DC 5.0 ±0.1V
Rango de Voltaje de Salida	Voltaje DC 1.0 - 3.0V
Corriente de Operación (Max)	2mA
Rango de Humedad de Almacenamiento (%RH)	0 – 95
Rango de Humedad de Operación (%RH)	20 – 90
Rango de Temperatura de Almacenamiento (°C)	-20 – 70
Rango de Temperatura de Almacenamiento (°C)	0 – 50
Rango de Histéresis de humedad (RH @25°C)	Max 2% RH
Estabilidad en trabajo de larga duración	±1.5%
Linealidad	Salida Lineal
Tiempo de Respuesta (63% del alcance)	1 min
Tamaño (Longitud x Anchura)	34mm x 22mm

Tabla 6.7: Características Eléctricas de HU-10S

Fuente: HU-10S Datasheet

Curva de Respuesta típica a 25°C

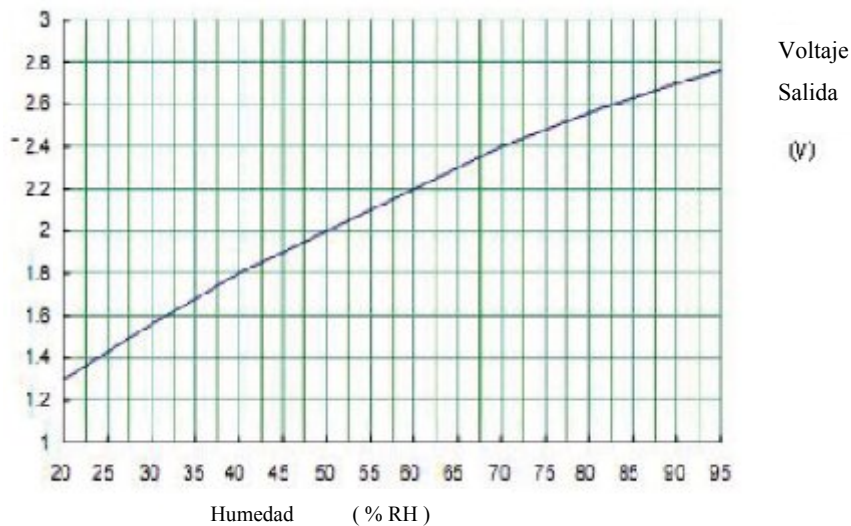


Figura 6.14: Curva de respuesta típica del sensor HU-10S

Fuente: HU-10S Datasheet

Valor estándar de voltaje de salida

%RH	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Voltaje de Salida (V)	1.30	1.43	1.56	1.68	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20
%RH	65	70	75	80	85	90	95		
Voltaje de Salida (V)	2.30	2.40	2.48	2.56	2.63	2.70	2.76		

Tabla 6.8: Valores de humedad equivalentes a Voltaje

Fuente: HU10S Datasheet

Temperatura de salida de señal (opcional)

$$V_t = V_{cc} * R_1 / (R + R_1); R = (V_{cc} - V_t) R_1 / V_t ; T \quad (\text{ecuac. 6.1})$$

V_t: voltaje de la señal de temperatura; R₁=10kΩ

R: Resistencia del Termistor

$$R(25^\circ\text{C}) = 10\text{k}\Omega \pm 1\%, B(25/85) = 3435 \pm 1\%$$

Valor de la Señal de Temperatura

Temperatura (°C)	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10
Resistencia (kΩ)	200.8	152.9	117.2	90.51	70.40	55.14	43.51	34.57	27.66	22.28	18.07
Temperatura (°C)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Resistencia (kΩ)	14.74	12.11	10.00	8.307	6.938	5.824	4.913	4.164	3.543	3.028	2.597
Temperatura (°C)	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Resistencia (kΩ)	2.235	1.930	1.671	1.452	1.264	1.104	0.996	0.848	0.746	0.657	0.581

Tabla 6.9: Valores de la señal de temperatura

Fuente: HU-10S Datasheet

Dimensiones y Distribución de Pines

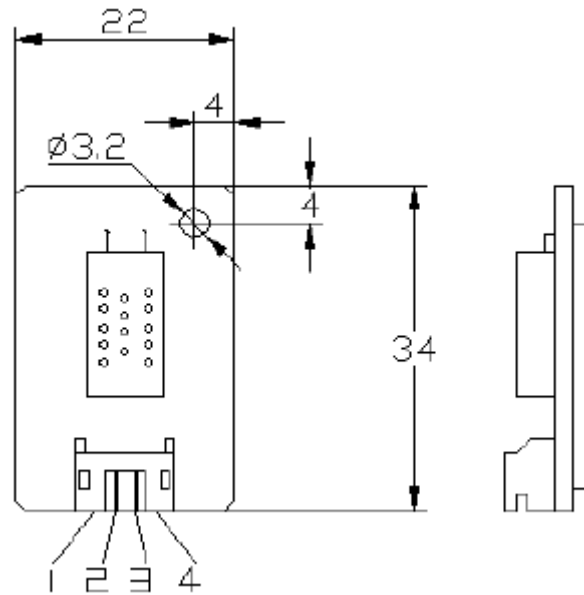


Figura 6.15: Dimensiones del módulo HU-10S

Fuente: HU-10S Datasheet

Pin	Función
1	Salida de Temperatura
2	Tierra
3	Salida de Humedad
4	Alimentación (+5.0 V)

Tabla 6.10: Distribución de pines HU-10S

Fuente: HU-10S Datasheet

Introducción al correo electrónico

El correo electrónico es considerado el servicio más utilizado de Internet. Por lo que, la serie de protocolos TCP/IP ofrece una serie de protocolos que permiten una fácil administración del enrutamiento del correo electrónico a través de la red.

El protocolo SMTP

El *Protocolo simple de transferencia de correo* es el protocolo estándar que permite la transferencia de correo de un servidor a otro mediante una conexión punto a punto.

Éste protocolo funciona en línea, encapsulado en una trama TCP/IP. El correo se envía directamente al servidor de correo del destinatario. El protocolo SMTP funciona con comandos de textos enviados al servidor SMTP por medio del puerto 25 de manera predeterminada. A cada comando enviado por el cliente le sigue una respuesta del servidor SMTP compuesta por un número y un mensaje descriptivo.

A continuación se describe una situación en la que se realiza una solicitud para enviar correos a un servidor SMTP:

- Al abrir la sesión SMTP, el primer comando que se envía es el comando *HELO* (denominado desde abril de 2001 como *EHLO*) seguido por un espacio (<SP>) y el nombre de dominio de su equipo (para decir "hola, soy este equipo"), y después validado por Enter (escrito <CRLF>).
- El segundo comando es "*MAIL FROM:*" seguido de la dirección de correo electrónico del remitente. Si se acepta el comando, el servidor responde con un mensaje "250 OK".
- El siguiente comando es "*RCPT TO:*" seguido de la dirección de correo electrónico del destinatario. Si se acepta el comando, el servidor responde con un mensaje "250 OK".
- El comando *DATA* es la tercera etapa para enviar un correo electrónico. Anuncia el comienzo del cuerpo del mensaje, si se acepta el comando, el servidor responde con un mensaje intermediario numerado 354 que indica que puede iniciarse el envío del cuerpo del mensaje y considera el

conjunto de líneas siguientes hasta el final del mensaje indicado con una línea que contiene sólo un punto.

- El cuerpo del correo electrónico eventualmente contenga algunos de los siguientes encabezados:

- Date (Fecha)
- Subject (Asunto)
- Cc
- Bcc (Cco)
- From (De)

Si se acepta el comando, el servidor responde con un mensaje "250 OK".

Las especificaciones básicas del protocolo SMTP indican que todos los caracteres enviados están codificados mediante el código ASCII de 7 bits y que el 8° bit sea explícitamente cero. Por lo tanto, para enviar caracteres acentuados es necesario recurrir a algoritmos que se encuentren dentro de las especificaciones MIME:

- *base64* para archivos adjuntos.
- *quoted-printable (QP)* para caracteres especiales utilizados en el cuerpo del mensaje.

Por lo tanto, es posible enviar un correo electrónico utilizando un simple telnet al puerto 25 del servidor SMTP: *telnet smtp.commentcamarche.net 25*.

Comando	Ejemplo	Descripción
HELO (ahora EHLO)	EHLO 193.56.47.125	Identificación que utiliza la dirección IP o el nombre de dominio del equipo remitente
MAIL FROM:	MAIL FROM: originator@domain.com	Identificación de la dirección del remitente
RCPT TO:	RCPT TO: recipient@domain.com	Identificación de la dirección del destinatario
DATA	DATA message	Cuerpo del correo electrónico
QUIT	QUIT	Salida del servidor SMTP
HELP	HELP	Lista de comandos SMTP que el servidor admite

Tabla 6.11: principales comandos SMTP

Elaborado por: Investigador

Metodología

Selección del Sistema Satelital más adecuado para la transmisión de la información.

	LEO	MEO	GEO
Terminal Portátil	Posible	Posible	Muy difícil
Retraso en propagación	Corto	Medio	Grande
Hand-off	Constantemente	Moderado	Nunca
Pérdidas propagación	Baja	Media	Alta
Aplicaciones	Satélites meteorológicos, Satélites de radio aficionados, Observaciones Militares	Comunicaciones, Observaciones meteorológicas	Telecomunicaciones, Observaciones Militares, Observaciones meteorológicas

Tabla 6.12: Características de los Satélites de diferentes órbitas

Elaborado por: Investigador

De lo expuesto en la tabla anterior y en el marco teórico, se selecciona el sistema satelital LEO, puesto que las características de éste sistema son las adecuadas para el desarrollo de éste proyecto.

Puesto que el sistema LEO se subdivide a su vez en Little LEO y Big LEO, se debe seleccionar uno de ellos. Basados en el marco teórico se selecciona el Little LEO ya que esta órbita es empleada principalmente para monitorización remota, supervisión, control y adquisición de datos, seguimiento, lectura de dispositivos de medida, entre otros.

Selección del proveedor del servicio y equipo satelital

Se selecciona como proveedor del servicio a la empresa ORBCOMM, cuyo servicio está encaminado específicamente a transmisión de mensajes cortos para aplicaciones de adquisición y control.

De los fabricantes recomendados por el proveedor, se selecciona a la empresa DIGI por su amplia presencia en el mercado latinoamericano.

Equipos ofertados por la empresa DIGI:

M10



Figura 6.16: Módulo Digi m10

Fuente: <http://www.digi.com/products/wireless/satellite/>

- Satélite de cobertura global LEO
- Simple interfaz serial para comunicación con terminales
- Módulo con factor de forma extremadamente compacto
- Muy bajo consumo de potencia de transmisión y recepción
- Diseño industrial para Temperatura de operación y soporte a golpes/vibraciones

M130



Figura 6.17: Módulo Digi m130

Fuente: <http://www.digi.com/products/wireless/satellite/>

- Conectividad GSM/GPRS Quad Band
- Enlace de datos satelital de respaldo ORBCOMM
- Receptor GPS integrado de alto desempeño
- Diseñado para operar en ambientes hostiles

Se selecciona el modem M10, ya que es el que mejor se ajusta a los requerimientos del proyecto. Aunque el modem M130 provee de características adicionales como comunicación celular y receptor GPS, éstas no son necesarias para el presente proyecto por lo que se incurriría en gastos innecesarios por el coste mayor del equipo.

Modelo Operativo

Seguidamente se explica los pasos que se realizaron en el desarrollo del presente proyecto de investigación.

Obtención de la ecuación para el Escalado de Humedad

De acuerdo a la Tabla 6.8 proporcionada por el fabricante se procedió encontrar los valores binarios resultado de la conversión analógica digital correspondientes, para lo cual se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Resolución} = [(V_{\text{ref}+}) - (V_{\text{ref}-})]/2^n \text{ [V/bit]} \quad (\text{ecuac. 6.2})$$

Donde:

$V_{\text{ref}+}$ es el voltaje de referencia positivo.

$V_{\text{ref}-}$ es el voltaje de referencia negativo.

n es la resolución del conversor.

Debido a que el voltaje máximo de salida del sensor de humedad es de aproximadamente igual a 2.76V para una humedad relativa del 95%, se toma como base un voltaje de referencia positivo de 3 voltios, con la finalidad de utilizar el mayor número de niveles de cuantificación y sus respectivos códigos del conversor Analógico/Digital, por lo tanto:

$$\text{Resolución} = 3\text{V} - 0\text{V}/1024 = 2.93\text{mV/bit} \quad (\text{ecuac. 6.3})$$

Esto quiere decir que por cada 2.93mV se incrementa en uno el resultado del conversor.

Para obtener el resultado del Conversor Analógico/Digital en decimal se aplica una regla de tres tomando como dato el voltaje de salida del sensor de humedad, por ejemplo, para un voltaje de salida de 2.93mV:

1bit 2.93mV
 X bit 1.3V

De esta forma se obtiene los siguientes valores:

%RH	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Voltaje de Salida (V)	1.30	1.43	1.56	1.68	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20
ADC (decimal)	443	488	532	573	614	648	682	716	750

%RH	65	70	75	80	85	90	95
Voltaje de Salida (V)	2.30	2.40	2.48	2.56	2.63	2.70	2.76
ADC (decimal)	784	819	846	873	897	921	941

Tabla 6.13: Escalado de valores de Humedad

Elaborado por: Investigador

Obtenidos los valores del ADC procedemos a insertarlos en una hoja de cálculo de valores de humedad relativa y del conversor analógico a digital, a continuación se inserta un gráfico de dispersión, se selecciona la opción de gráfico de líneas suavizadas, seguido de un clic derecho sobre la línea se escoge en la ventana de formato de línea de tendencia, la mejor opción del tipo de tendencia que se ajuste a nuestro gráfico, para este caso será la polinómica de cuarto grado, obteniéndose la siguiente ecuación:

$$y = 1E-09x^4 - 3E-06x^3 + 0,0025x^2 - 0,9895x + 147,39 \quad (\text{ecuac. 6.4})$$

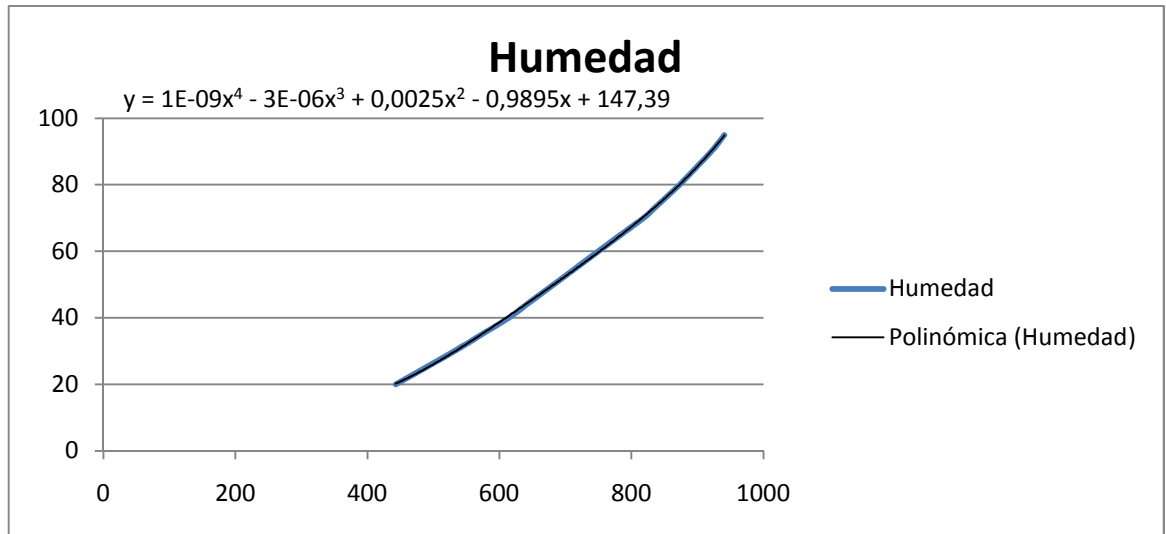


Figura 6.18: Curva de humedad relativa

Elaborado por: Investigador

La ecuación obtenida (ecuac. 6.4), es codificada en el programa que contiene el microcontrolador, donde “x” corresponde al valor resultado de la conversión y a la humedad relativa.

Escalado de Temperatura

De acuerdo a los datos proporcionados por el fabricante, se cuenta con la Tabla 6.9 donde se presenta el valor de la resistencia interna y su correspondiente temperatura. La obtención de los niveles de voltaje correspondientes se realiza reemplazando cada uno de los valores de resistencia antes mencionados en la ecuación (ecuac. 6.1), por ejemplo:

Temperatura (°C)	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10
Resistencia (kΩ)	200.8	152.9	117.2	90.51	70.40	55.14	43.51	34.57	27.66	22.28	18.07
Voltaje de salida	0.2371	0.3069	0.3930	0.4974	0.6218	0.7675	0.9344	1.1218	1.3276	1.5489	1.7812

Temperatura (°C)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Resistencia (kΩ)	14.74	12.11	10.00	8.307	6.938	5.824	4.913	4.164	3.543	3.028	2.597
Voltaje de salida	2.0210	2.2614	2.50	2.7311	2.9519	3.1597	3.3527	3.530	3.6919	3.8378	3.9691

Temperatura (°C)	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Resistencia (kΩ)	2.235	1.930	1.671	1.452	1.264	1.104	0.996	0.848	0.746	0.657	0.581
Voltaje de salida	4.0866	4.1911	4.2841	4.3660	4.4389	4.5028	4.5471	4.6091	4.6528	4.6917	4.7254

Tabla 6.14: Niveles de voltaje para la Temperatura

Elaborado por: Investigador

A continuación, para el escalamiento de la temperatura se procede de forma similar al proceso aplicado anteriormente para la humedad, con la diferencia de que aquí, el voltaje de referencia positivo será 5V, puesto que el mayor voltaje de salida del sensor de temperatura de acuerdo a los datos obtenidos es de 4.73V para una temperatura de 120 grados centígrados.

Temperatura (°C)	-40	-35	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10
Resistencia (kΩ)	200.8	152.9	117.2	90.51	70.40	55.14	43.51	34.57	27.66	22.28	18.07
Voltaje de salida	0.2371	0.3069	0.3930	0.4974	0.6218	0.7675	0.9344	1.1218	1.3276	1.5489	1.7812
Voltaje ADC	49	63	80	102	127	157	191	230	272	317	364

Temperatura (°C)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Resistencia (kΩ)	14.74	12.11	10.00	8.307	6.938	5.824	4.913	4.164	3.543	3.028	2.597
Voltaje de salida	2.0210	2.2614	2.50	2.7311	2.9519	3.1597	3.3527	3.530	3.6919	3.8378	3.9691
Voltaje ADC	414	463	512	559	604	646	686	722	755	785	812

Temperatura (°C)	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
Resistencia (kΩ)	2.235	1.930	1.671	1.452	1.264	1.104	0.996	0.848	0.746	0.657	0.581
Voltaje de salida	4.0866	4.1911	4.2841	4.3660	4.4389	4.5028	4.5471	4.6091	4.6528	4.6917	4.7254
Voltaje ADC	836	858	877	893	908	921	930	943	952	960	967

Tabla 6.15: Escalado de valores de Temperatura

Elaborado por: Investigador

De igual manera que con la variable anterior, luego de haber obtenido los valores del ADC procedemos a insertar en una hoja de cálculo los valores de temperatura y del conversor analógico a digital, generamos un gráfico de dispersión de líneas suavizadas, seleccionamos un formato de línea de tendencia para la curva presentada, similar que en el gráfico anterior la mejor opción de tendencia es la polinómica pero de sexto grado, obteniéndose la siguiente ecuación:

$$y = 2E-15x^6 - 3E-12x^5 + 1E-09x^4 + 8E-07x^3 - 0,0009x^2 + 0,376x - 55,553 \text{ (ecuac. 6.5)}$$

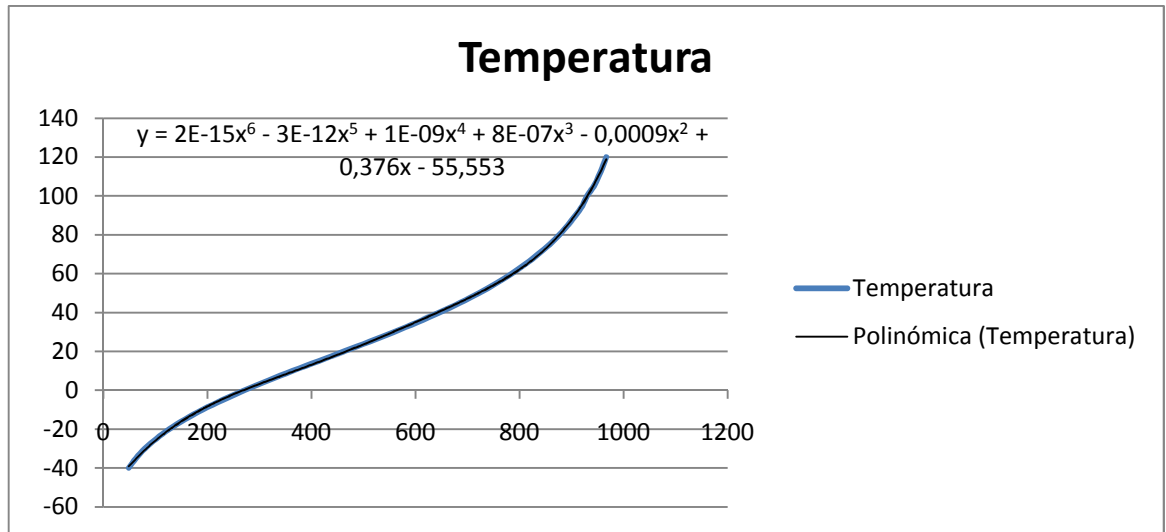


Figura 6.19: Curva de temperatura

Elaborado por: Investigador

La ecuación obtenida (ecuac. 6.5), es codificada en el programa que contiene el microcontrolador, donde “x” corresponde al resultado de la conversión y a la temperatura.

Diseño del software

Para el diseño del programa que se encuentra almacenado en el microcontrolador se utilizó el software Proton Development Suite, basado en lenguaje BASIC.

El siguiente diagrama de flujo explica la secuencia ejecutada por el microcontrolador:

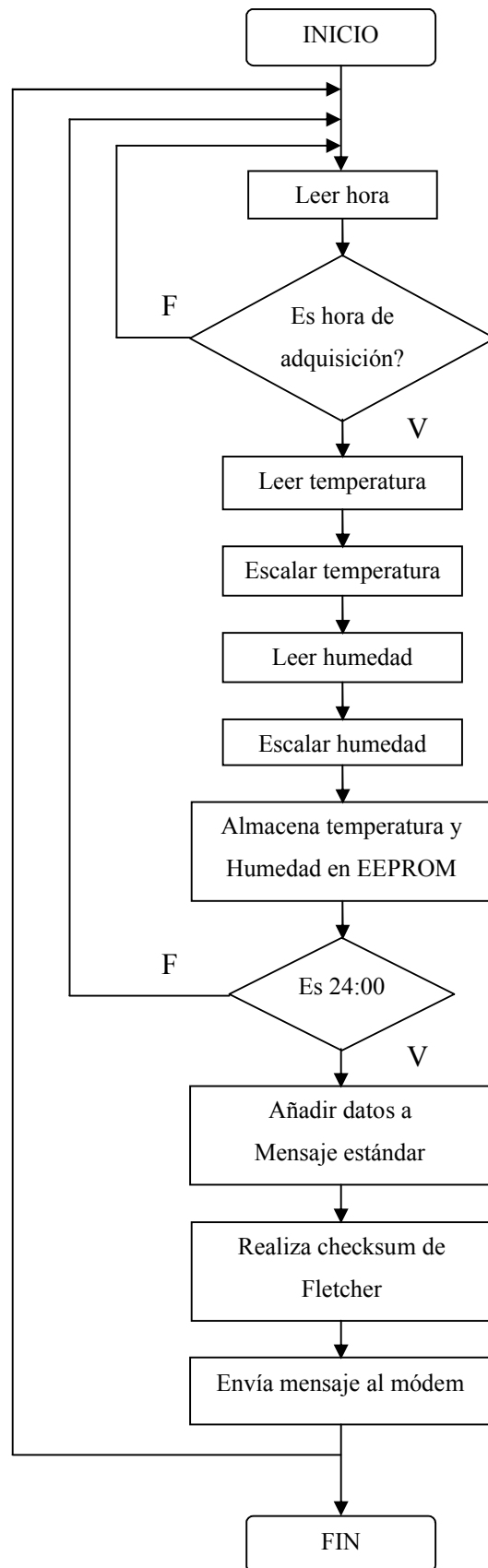


Figura 6.20: Secuencia ejecutada por el microcontrolador

Elaborado por: Investigador

Ejemplo de la realización del Checksum de Fletcher recomendada por ORBCOMM:

```
/*
 * operator fletcher_encode
 */
fletcher_encode( buffer, count )
unsigned char* buffer;
long count;
{
    int i;
    unsigned char c0 = 0;
    unsigned char c1 = 0;
    *( buffer + count - 1 ) = 0;
    *( buffer + count - 2 ) = 0;
    for( i = 0; i < count; i++)
    {
        c0 = c0 + *( buffer + i );
        c1 = c1 + c0;
    }
    *( buffer + count - 2 ) = c0 - c1;
    *( buffer + count - 1 ) = c1 - 2*c0;
}
```

De igual manera para la decodificación:

```
/*
 * operator fletcher_decode
 */
long fletcher_decode( buffer, count )
unsigned char* buffer;
long count;
{
```

```

long result = 0;
int i;
unsigned char c0 = 0;
unsigned char c1 = 0;
for( i = 0; i < count; i++)
{
    c0 = c0 + *( buffer + i );
    c1 = c1 + c0;
}
return( (long)(c0 + c1) );

```

Diseño del Hardware

A continuación se presenta un diagrama de bloques con las secciones que constituyen el circuito electrónico al que se encuentran conectados los sensores y el modem satelital.

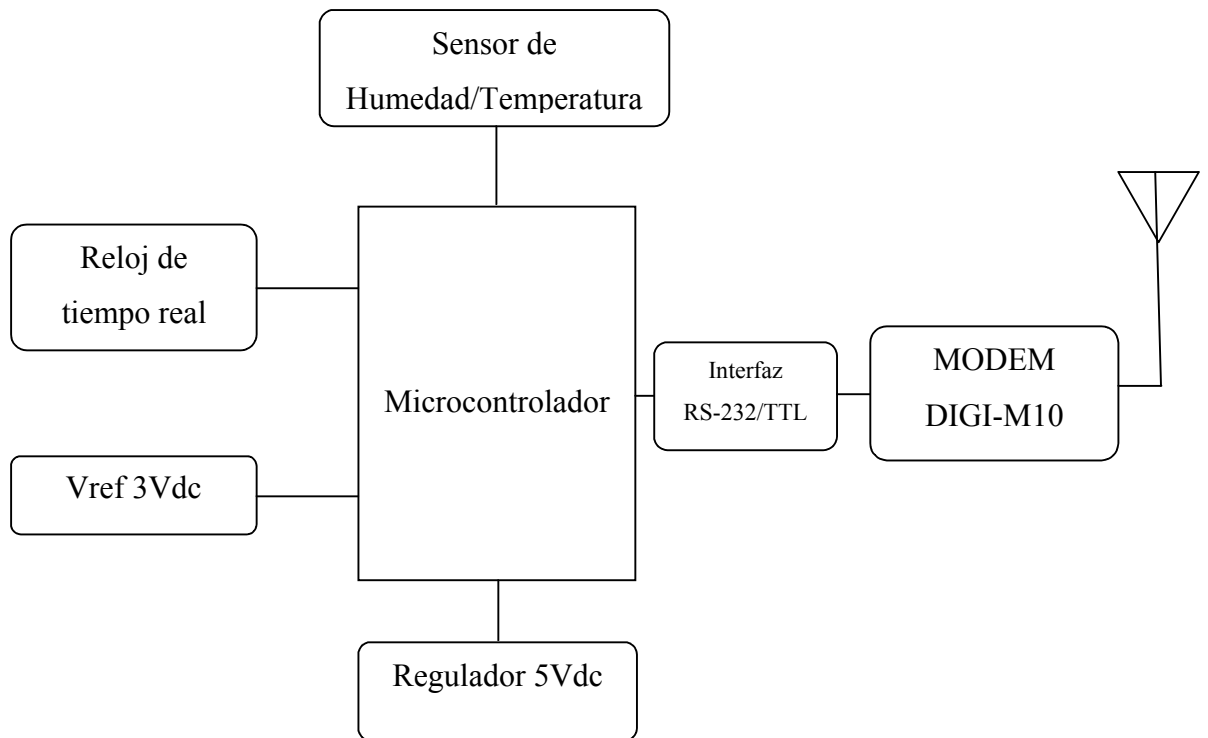


Figura 6.21: Diagrama de bloques del circuito electrónico

Elaborado por: Investigador.

Detalle de Funcionamiento por etapas:

La etapa Vref 3VDC, es la encargada de proveer la referencia de voltaje para el conversor analógico a digital asociado con el sensor de humedad, puesto que éste último provee un nivel máximo de tensión de aproximadamente 3VDC para una humedad relativa del 100%, esto se hace con la finalidad de mejorar la resolución del ADC.

Esta etapa está basada en un circuito integrado LM317 siguiendo las recomendaciones del fabricante para su diseño e implementación.

Selección de los elementos para el Voltaje de Referencia para la conversión analógica a digital de la Humedad

Para obtener el valor de voltaje de referencia (Vref+) para el conversor analógico/digital, se utiliza el regulador LM317 y que por recomendación del fabricante se utiliza en el siguiente circuito.

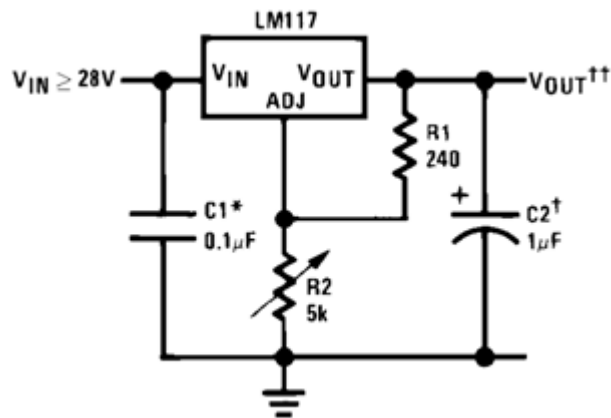


Figura 6.22: Circuito Regulador de 1.2V – 25V con LM317

Fuente: LM117/LM317A/LM317 3-Terminal Adjustable Regulator Datasheet

Se aplica la siguiente fórmula, la cual indica el fabricante:

$$V_{OUT} = 1.25V \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{ADJ}(R_2) \quad (\text{ecuac. 6.6})$$

Ecuación para calcular el voltaje de salida del regulador.

El voltaje de referencia requerido en este caso es 3V, para lo cual utilizamos la fórmula# de la siguiente forma; se asigna un valor fijo a R1, en este caso 470 ohmios, despejando R2 en la fórmula y realizando los cálculos respectivos obtenemos un valor de 658 ohmios correspondientes a R2.

La etapa de regulación de 5Vdc, es la encargada de proporcionar el voltaje de polarización del módulo sensor de humedad/temperatura, el microcontrolador y el circuito integrado de interfaz RS232/TTL, el diseño está basado en las recomendaciones del fabricante.

Selección del Voltaje de alimentación del PIC y del sensor de humedad y temperatura

El regulador LM7805 permite a la salida de éste obtener un voltaje fijo de 5V que permitirá alimentar al microcontrolador y al sensor de temperatura/humedad, como en el caso anterior el fabricante recomienda la conexión de la Figura 6.23.

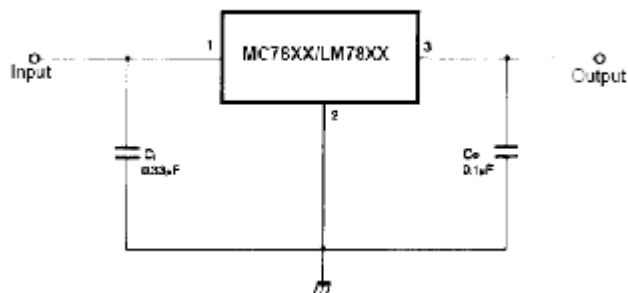


Figura 6.23: Circuito LM7805
Fuente: MC78XX/LM78XX/MC78XXA 3-Terminal 1A
Positive Voltage Regulator Datasheet

La etapa de Interfaz RS232/TTL es la encargada de la conversión de los niveles de voltaje desde y hacia el microcontrolador y el modem satelital, puesto que el primero opera con niveles de 5Vdc y el segundo opera con niveles de tensión de mas12V y menos12V, igual que en los casos anteriores, su diseño se fundamenta en las recomendaciones del fabricante.

Selección del Reloj de Tiempo Real (RTC)

Para esta etapa se utiliza el circuito integrado DS1307, el cual es uno de los más populares **relojes RTC (Real Time Clock)** del mercado por su sencillez de uso y por su confiabilidad a largo plazo.

Cuenta los segundos, minutos, horas, días del mes, mes, días de la semana y años con compensación de años bisiestos hasta el año 2100. También ofrece un SRAM de 56 bytes que se podrían usar como memoria extendida del microcontrolador.

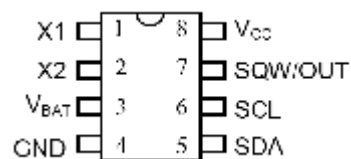


Figura 6.24: Distribución de pines DS1308 8-pin DIP
Fuente: DS1307 64x8 Serial Real-Time Clock Datasheet

Selección de la Interfaz RS232

Para esta etapa se utiliza el circuito integrado MAX232, el cual es un transceiver de RS232 a TTL, es decir convierte los niveles de voltaje del estándar RS232 a niveles TTL de 5V y viceversa.

Se ha seleccionado este circuito integrado porque es fácil de encontrarlo en el mercado.

El diagrama esquemático completo se muestra a continuación

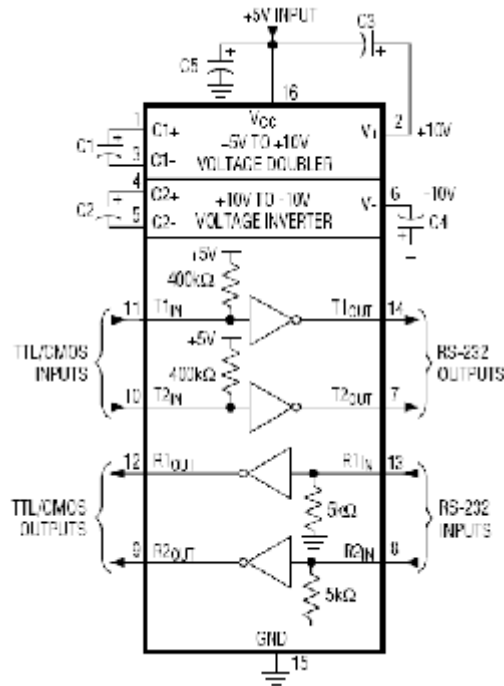


Figura 6.25: Diagrama general de conexión MAX232

Fuente: MAX232 Datasheet

El fabricante recomienda para ésta serie (MAX-232) los valores de C1, C2, C3, C4 y C5 de 0.1 µF.

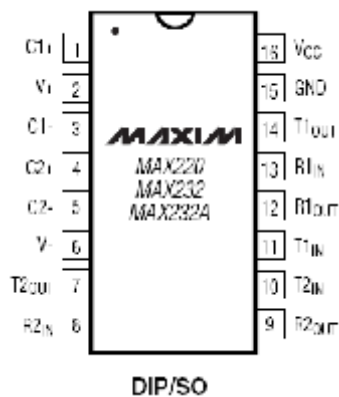


Figura 6.26: Distribución de pines MAX232

Fuente: MAX232 Datasheet

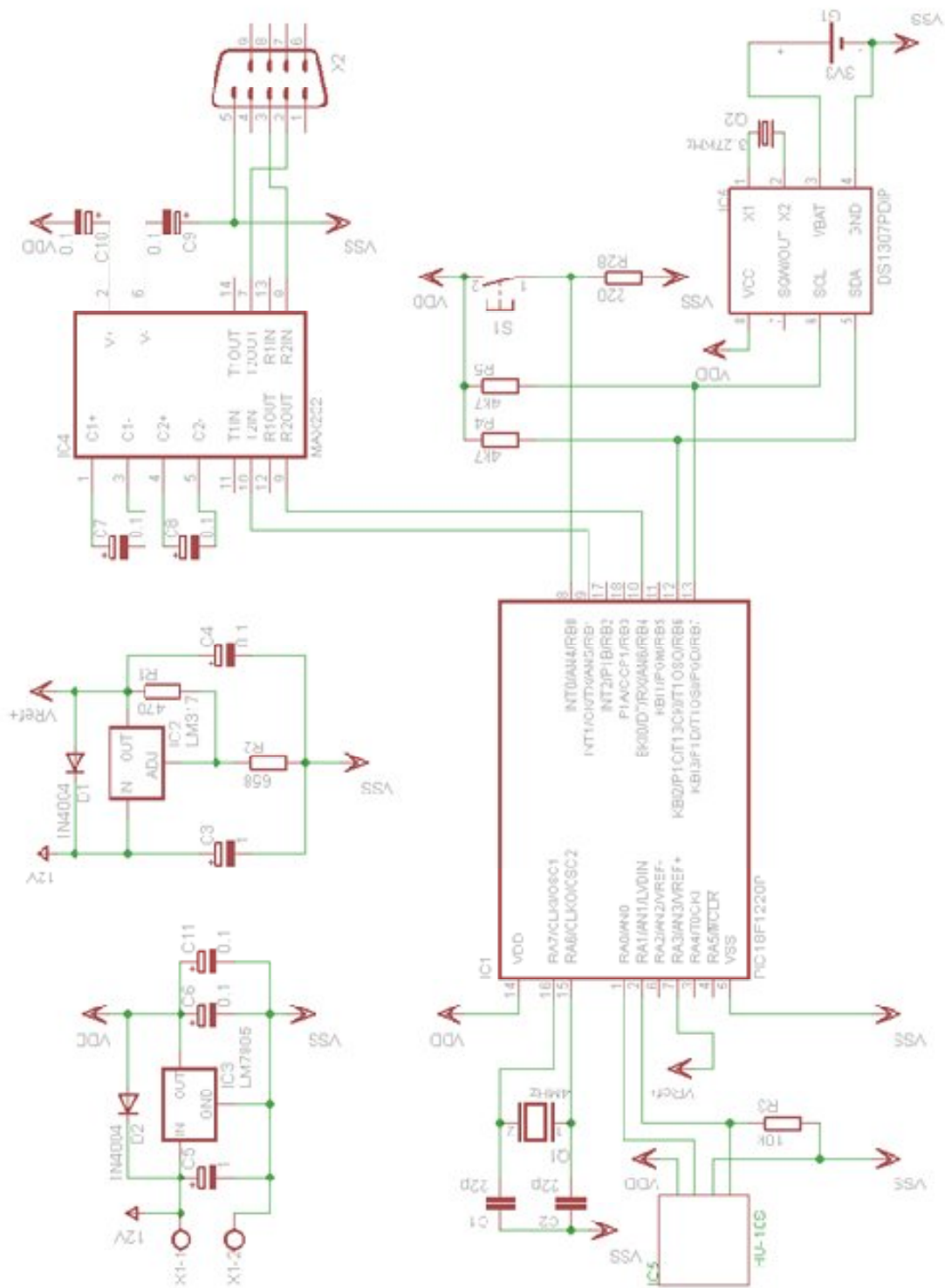


Figura 6.27: Diagrama electrónico de la tarjeta de adquisición y control
Elaborado por: Investigador

Item	Descripción	Valor
1	C1, C2	22pF
2	C3, C5	1 uF
3	C4, C6, C7, C8, C9, C10, C11	0.1 uF
4	D1, D2	1N4007
5	IC1	PIC18F1220
6	IC2	LM317
7	IC3	LM7805
8	IC4	MAX232
9	IC5	HU-10S
10	IC6	DS1307
11	Q1	CY 4 MHz
12	Q2	CY 32.7 KHz
13	R1	470 Ω
14	R2	658 Ω
15	R3	10K Ω
16	R4, R5	4K7 Ω
17	R6	220 Ω
18	S1	Pulsador
19	X2	DB9M-PCB
20	G1, Vref+	3V
21	VDD	5V
22	VSS	GND

Tabla 6.16: Elementos que forman el circuito de adquisición y control

Elaborado por: Investigador

Instalación del sistema

Previo a la instalación del sistema en el sitio mismo de observación, se procedió con la construcción de una caja para protección del equipo con su respectivo mástil.

A continuación se presentan algunas imágenes de la construcción del compartimento de protección y su instalación en el lugar objeto de observación.



Figura 6.28: Base con pedestal terminada, para montaje del equipo
Elaborado por: Investigador



Figura 6.29: Caja con los equipos colocada en el lugar de estudio
Elaborado por: Investigador



Figura 6.30: Sistema de adquisición de datos en funcionamiento
Elaborado por: Investigador



Figura 6.31: Dispositivo de telemetría para adquisición de datos
Elaborado por: Investigador

La recepción de la información obtenida por los sensores es almacenada en el microcontrolador hasta ser enviada mediante un correo electrónico.

Funcionamiento del sistema

A continuación se detalla el funcionamiento del sistema en conjunto:

El sistema está diseñado de tal manera que el microcontrolador adquiera las señales analógicas cada dos horas durante las 24 horas del día, realice el escalado correspondiente de acuerdo a como se indicó con anterioridad, inserte estos datos (un total de 48 Bytes) a la trama del mensaje estándar del protocolo empleado por ORBCOMM, para que éste la envíe a través de su red satelital como un correo electrónico a la dirección previamente establecida temperatura_ht@yahoo.es.

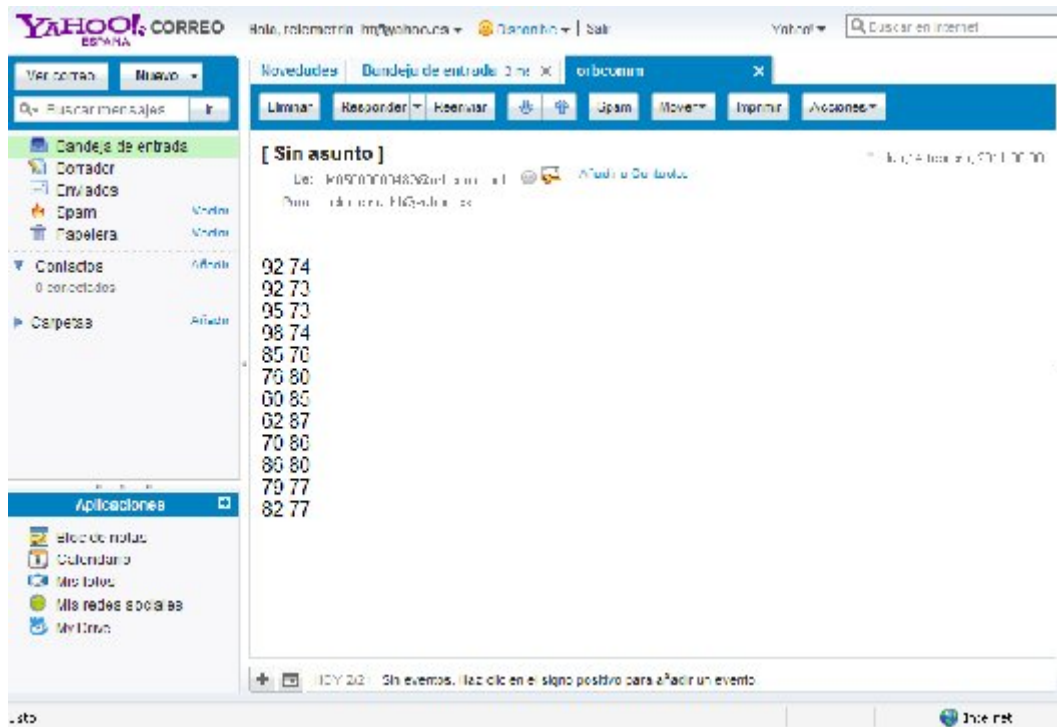


Figura 6.32: Recepción de los datos en el correo electrónico

Elaborado por: Investigador

Administración

Recursos Humanos

#	Detalle	Cantidad	Magnitud	Valor Unitario	Valor Total
1	Investigador	1	c/u	600.00	600.00
				Subtotal (USD)	600.00

Tabla 6.17: Recursos Humanos

Elaborado por: Investigador

Recursos Materiales

#	Detalle	Cantidad	Magnitud	V. Unit.	V. Total
1	Modem Satelital M10 DIGI	1	c/u	463,92	463,92
2	Microcontrolador 18F1220	1	c/u	7,05	7,05
3	Activación del servicio	1	c/u	30,00	30,00
4	Depósito Reembolsable	1	c/u	15,00	15,00
5	Sensor de Humedad y Temperatura HU-10S	1	c/u	18,50	18,50
6	Interfaz serial RS-232 MAX232	1	c/u	2,30	2,30
7	Reloj de Tiempo Real (RTC) DS1307	1	c/u	4,00	4,00
8	Regulador variable hasta 30V LM317	1	c/u	0,60	0,60
9	Regulador fijo 5V LM7805	1	c/u	0,50	0,50
10	Elementos electrónicos varios				5,00
				Subtotal (USD)	546,87

Tabla 6.18: Recursos Materiales

Elaborado por: Investigador

Total Presupuesto

Detalle	Valor
Recursos Humanos	400.00
Recursos Materiales	546.87
Subtotal	946.87
Imprevistos, 10%	94.69
TOTAL (USD)	1041.56

Tabla 6.19: Presupuesto Total

Elaborado por: Investigador

Tabla de cálculo de costos ORBCOMM

Datos Enviados	Byte/Caracter	Descripcion	Leyendo	Totales
Direccion de Email	-	ID Modem		
Se usa la del Mensaje		Fecha y Hora		
Posicion GPS	0	Query	1	0
Eventos I/Os	0	Digital(es)	2	0
Eventos I/Os	48	Arraques(s)	3	48
Fin de mensaje	-	Fin de Linea		48

Comunicador(s)	1	Modem		
Bytes enviados	48			
Costo US\$ por byte	\$0,001			
Costo US\$ por Kbyte	\$1,50			
Fee Basico / SC	\$2,50			
Mes = dias	30			

Este es el unico factor que debe variar para poder calcular las cantidades en US\$ por unidades.

Intervalo	Minutos	Bytes/Mes	KBytes/Mes	US\$ / Mes	Fee Basico
5 Minutos	5	414720,00	405,00	\$637,50	\$2,50
15 Minutos	15	138240,00	135,00	\$202,50	\$2,50
30 Minutos	30	69120,00	67,50	\$101,25	\$2,50
1 Hora	60	34560,00	33,75	\$60,63	\$2,50
4 Horas	240	8640,00	8,44	\$12,66	\$2,50
1 Dia	1440	1440,00	1,41	\$2,11	\$2,50
1 Semana	10080	205,71	0,20	\$0,30	\$2,50

Costos iniciales:	
Activacion del servicio	\$30,00
Deposito Reembolsable	\$15,00
IP Gateway Config	
Por Comunicador	\$15,00

TOTAL US\$ / Unidad
\$610,00
\$205,00
\$103,75
\$53,13
\$15,16
\$4,61
\$2,80

Figura 6.32: Tabla de cálculo de costos por Bytes transmitidos
Fuente: Representante de ventas ORBCOMM para Latinoamérica

De acuerdo al cálculo realizado como se muestra en la tabla de referencia anterior el costo mensual incluido la tasas básica es de 4.61 USD, puesto que se envía un total de 48 bytes en un solo mensaje al día.

Previsión de la Evaluación

Guía Rápida de Operación y Mantenimiento

- Conectar los dispositivos correspondientes al módulo para su correcto funcionamiento.

- Instalar el módulo en un lugar apropiado para la toma de las magnitudes a ser analizadas.

- La caja en la que se encuentra instalado el equipo debe estar herméticamente sellada para evitar que se introduzcan objetos que puedan alterar el funcionamiento del equipo y con sus respectivas seguridades.

- La instalación de la caja será en un pedestal al cual estará sujeto con seguridades, el mismo que deberá estar empotrado en una base de cemento para que factores externos no lo muevan de su posición original y también para evitar su hurto.

- La antena externa debe estar extendida completamente, de ésta forma obtenemos mejor recepción de la señal del módulo con el satélite.

- El módulo de humedad y temperatura debe estar colocado en el exterior de la caja para evitar que el calor interno generado por el circuito altere los valores reales de medición.

- Debido a que el lugar en estudio no dispone de energía eléctrica, el módulo está alimentado con una batería de 12V/4A.

En cuanto a las mejoras que se puede hacer al equipo se pueden considerar las siguientes:

- Incrementar el número de magnitudes a ser medidas.

- Incrementar el número de muestras al día.

- En cuanto al software, se puede crear una base de datos en la cual se almacenen todos los valores medidos para tener un mejor acceso a dicha información.

- La propietaria pueda acceder a los datos almacenados a cualquier hora del día o se programará un cronograma diario para la recepción de la información vía correo electrónico.

Conclusiones

- El Sistema Satelital ofrecido por la Empresa ORBCOMM, nos ayudó a solucionar con éxito el problema planteado, demostrando que es el sistema óptimo para este tipo de soluciones, específicamente el desarrollado para este sistema de telemetría y comunicaciones de baja tasa de información.

- Las magnitudes físicas analizadas ayudaron a la propietaria Sra. Jaqueline García de una forma más clara, a conocer como varía el clima en el lugar bajo observación y así poder tomar decisiones en el proyecto que ella se ha propuesto.

- En cuanto al costo, se concluye que el servicio que presta ORBCOMM comparado con otros servicios similares es más económico y conveniente incluyendo también el costo del módem que se utilizó.

Recomendaciones

- Se recomienda el uso de este sistema satelital de orbita Little Leo que ofrece ORBCOMM, puesto que están diseñados específicamente para realizar transmisión de éste tipo de información y principalmente de telemetría.
- A futuro se podrá utilizar éste mismo tipo de sistema para ampliar las variables en estudio, es decir no solamente transmitir variables de tipo humedad y temperatura, sino también, velocidad del viento, caudal de lluvia, entre otras.
- Tener de reserva una o dos baterías de buena calidad para realizar el cambio de la misma cuando se requiera y de ésta forma evitar viajes frecuentes e innecesarios al lugar bajo observación.

BIBLIOGRAFÍA

- Herrera, L., Medina, A., Naranjo, G. (2008). Tutoría de la Investigación Científica. Quito: Empredane Gráficas Cía. Ltda.
- Velásquez, L. Elaboración de Proyectos y Tesis de Posgrado, Guía Metodológica. Ambato: UTA, CEPOS.
- Ecuador. Registro Oficial No. 996 del 10 de agosto de 1992 y sus reformas (Registro Oficial No. 770 del 30 de agosto de 1995). Ley Especial de Telecomunicaciones.
- Ecuador. Registro Oficial No. 404 del 4 de septiembre del 2001. Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada.
- Goleniewski, L., Wilson, J., Kitty. (2006). Telecommunications Essentials, (2a ed.): USA: The Complete Global Source. Addison Wesley Professional.
- Dunlop J., Smith D. (1994). Telecommunications Engineering (3a ed.). UK: Chapman & Hall.
- Technology. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre del 2010, OrbComm, <http://www.orbcomm.com/our-network-technology.htm>.
- Servicios de Telecomunicaciones. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre del 2010, Súper Intendencia de Telecomunicaciones, <http://www.supertel.gov.ec/index.php/servicios-de-telecomunicaciones>.
- Campos Electromagnéticos. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre del 2010, Súper Intendencia de Telecomunicaciones, http://www.supertel.gov.ec/pdf/emisiones_noionizantes/campos%20electromagneticos.htm.
- Red Estaciones Meteorológicas. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, INAMHI, <http://www.inamhi.gov.ec/mapas/emeteorologicas.htm>.
- Glosario de Términos. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, INAMHI, <http://www.inamhi.gov.ec/educativa/glosario.htm>.
- Comunicaciones por radiomicroondas. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, de http://es.wikipedia.org/wiki/Comunicaciones_por_radiomicroondas.
- Repetidor. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Repetidor>.

- Glosario. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, de <http://www.learnthenet.com/spanish/glossary/nsf.htm>.
- Tipos de Satélite (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, de <http://gabnav.coolinc.info/p3.htm>.
- Moscoso, J., Comunicación por Satélite. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, de <http://www.monografias.com/trabajos12/comsat/comsat.shtml>.
- Sistema OrbComm. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, Marimsys, http://www.marimsys.com/paginas/sistema_orbcomm.htm.
- Loiola, I. El PLC. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, de http://www.grupomaser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm.
- Controlador de Automatización Programable. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, de http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_de_Automatizaci%C3%B3n_Programable.
- La evolución de los plc y el surgimiento de los pac. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, de http://www.infoplcn.net/NOTICIAS/noticia_034.htm.
- Microcontrolador. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>.
- Rueda, L. Sistemas microcontrolados. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, de <http://r-luis.xbot.es/pic1/pic01.html>.
- Cobertura GSM. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, Movistar, <http://www.movistar.com.ec/site/empresas/movil-empresas/servicios/roaming/ecuador.html>.
- Mapa de Cobertura. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, Porta, http://www.porta.net/porta_web/cobertura/mapa_de_cobertura/mapa_de_cobertura_gsm_198-6604.html.
- Cobertura y Ventas. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, Alegro, <http://www.alegro.com.ec/personas/CoberturaVentasyDistribuci%C3%B3n/tabid/214/Default.aspx>.

- Molina, L. Qué es un sensor. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, de http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/que_es.htm.
- Transductores y Sensores en la Automatización Industrial. (n.d.). Consultado el 21 de diciembre de 2010, de http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/transductoressensores/default2.asp.

ANEXOS

ANEXO 1: Guía de la Entrevista dirigida a: Sra. Jaqueline García, Propietaria del lugar bajo observación

Datos Generales: Fecha de la Entrevista: Entrevistado:		
Objetivo: Conocer cuáles son los requerimientos del usuario del Sistema de Telemetría.		
No.	Pregunta	Respuesta
1	¿Qué magnitudes físicas serán observadas?	- Temperatura () - Humedad () - Caudal de lluvia () - Otros () _____
2	¿Cuál será el intervalo de tiempo para la adquisición de las magnitudes?	- _____ horas
3	¿Cuál será el intervalo de tiempo para la transmisión de la información?	- _____
4	¿Dónde estará ubicada la central de recolección de la información?	- _____
5	¿Cuál es el medio de presentación de la información adecuado?	Software Especializado () Internet (x)

Elaborado por: Investigador

ANEXO 2: Ficha de Observación realizada por el Investigador

<p>Datos Generales:</p> <p>Fecha de la Observación:Hora:</p> <p>Nombre de la Institución:</p>		
No.	Pregunta	Respuesta
1	¿Cuál es la infraestructura física existente para el servicio de comunicación?	<ul style="list-style-type: none"> - Telefonía Fija () - Telefonía Móvil () - Ninguna ()
2	¿Cuál será la cantidad de información a ser transmitida?	_____ bytes
3	¿Cuáles son los medios de acceso al lugar de observación?	_____ _____
4	¿Cuál es el tipo de terreno donde se instalará el sistema?	_____ _____ _____
5	¿Qué irregularidades presenta el terreno que rodea al lugar de observación?	_____ _____

Elaborado por: Investigador

ANEXO 3: Datasheet PIC 18F1220



PIC18F1220/1320

18/20/28 Pin High Performance, Enhanced Flash MCUs with 10-bit A/D and nanoWatt Technology

Low-Power Features:

- Power Managed modes:
 - Run: CPU on, peripherals on
 - Idle: CPU off, peripherals on
 - Sleep: CPU off, peripherals off
- Power Consumption modes:
 - PRI_RUN: 150 μ A, 1 MHz, 2V
 - PRI_IDLE: 37 μ A, 1 MHz, 2V
 - SEC_RUN: 14 μ A, 32 kHz, 2V
 - SEC_IDLE: 5.8 μ A, 32 kHz, 2V
 - RC_RUN: 110 μ A, 1 MHz, 2V
 - RC_IDLE: 52 μ A, 1 MHz, 2V
 - Sleep: 0.1 μ A, 1 MHz, 2V
- Timer1 Oscillator: 1.1 μ A, 32 kHz, 2V
- Watchdog Timer: 2.1 μ A
- Two-Speed Oscillator Start-up

Oscillators:

- Four Crystal modes:
 - LP, XT, HS: up to 25 MHz
 - HIGH1: 4-10 MHz (90-40 MHz internal)
- Two External RC modes, up to 4 MHz
- Two External Clock modes, up to 40 MHz
- Internal oscillator block:
 - 8 user-selectable frequencies: 31 kHz, 125 kHz, 250 kHz, 500 kHz, 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz
 - 125 kHz to 8 MHz calibrated to 1%
 - Two modes adjust one or two I/O pins
 - OSCUNE – Allows user to shift frequency
- Secondary oscillator using Timer1 @ 32 kHz
- Fail-Safe Clock Monitor
 - Allows for safe shutdown if peripheral clock stops

Peripheral Highlights:

- High current sink/source: 25 mA/25 mA
- Three external interrupts
- Enhanced Capture/Compare/PWM (ECCP) module:
 - One, two or four PWM outputs
 - Selectable polarity
 - Programmable dead time
 - Auto-Shutdown and Auto-Restart
 - Capture is 16-bit, max resolution 6.25 ns (TCY/16)
 - Compare is 16-bit, max resolution 100 ns (TCY)
- Compatible 10-bit, up to 13-channel Analog-to-Digital Converter module (A/D) with programmable acquisition time
- Enhanced USART module:
 - Supports RS-485, RS-232 and LIN 1.2
 - Auto Wake up on Start bit
 - Auto Baud Detect

Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycle Enhanced Flash program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM memory typical
- Flash/Data EEPROM Retention: > 40 years
- Self-programmable under software control
- Priority levels for interrupts
- 16 x 16 Single-Cycle Hardware Multiplier
- Extended Watchdog Timer (WDT):
 - Programmable period from 41 ms to 131s
 - 2% stability over VDD and Temperature
- Single supply 5V In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V

Device	Program Memory		Data Memory		IO	10-bit A/D (ch)	ECCP (PWM)	USART	Timers 8/10-bit
	Flash (bytes)	# Single Word Instructions	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					
PIC18F1220	1K	2048	200	200	16	7	1	Y	1/3
PIC18F1320	8K	4096	256	256	16	7	1	Y	1/3

Fuente: PIC 18F1220/1320 Datasheet

ANEXO 4: Descripción de pines del Puerto A del PIC18F1220

Pin Name	Pin Number			Pin Type	Buffer Type	Description
	PDIP/ SOIC	SSOP	QFN			
MCLR/VPP/RA5 MCLR	4	4	1	I	ST	Master Clear (input) or programming voltage (input). Master Clear (Rstc) input. This pin is an active low Reset to the device.
VPP RA5				P	—	Programming voltage input.
OSC1/CLKI/RA7 OSC1	15	15	21	I	ST	Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. SI buffer when configured in RC mode, CMOS otherwise.
CLKI				I	CMOS	External clock source input. Always associated with pin function OSC1. (See related OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins.)
RA7				I/O	ST	General purpose I/O pin.
OSC2/CLKO/RA6 OSC2	15	17	20	O	—	Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode.
CLKO				O	—	In RC, EC and INTRC modes, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes instruction cycle rate.
RA6				I/O	ST	General purpose I/O pin. PORTA is a bidirectional I/O port.
RA0/AN0 RA0 AN0	1	1	26	I/O I	ST Analog	Digital I/O. Analog input 0.
RA1/AN1/LVDIN RA1 AN1 LVDIN	2	2	27	I/O I I	ST Analog Analog	Digital I/O. Analog input 1. Low-Voltage Detect input.
RA2/AN2/VREF- RA2 AN2 VREF-	6	7	7	I/O I I	ST Analog Analog	Digital I/O. Analog input 2. A/D reference voltage (low) input.
RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+	7	8	8	I/O I I	ST Analog Analog	Digital I/O. Analog input 3. A/D reference voltage (high) input.
RA4/T0CKI RA4 T0CKI	3	3	28	I/O I	ST/OD ST	Digital I/O. Open drain when configured as output. Timer0 external clock input.
RA5						See the MCLR/VPP/RA5 pin.
RA6						See the OSC2/CLKO/RA6 pin.
RA7						See the OSC1/CLKI/RA7 pin.

Legend: TTI = TTL compatible input
 SI = Schmitt Trigger input with CMOS levels
 O = Output
 OD = Open-drain (no P-Mode to V_{DD})
 CMOS = CMOS compatible input or output
 I = Input
 P = Power

Fuente: PIC 18F1220/1320 Datasheet

ANEXO 5: Descripción de pines del Puerto B del PIC18F1220

Pin Name	Pin Number			Pin type	Buffer type	Description
	PDIP/SOIC	SSOP	QFN			
RB0/AN4/INT0 RB0 AN4 INT0	8	9	9	I/O I I	TTL Analog ST	PORTB is a bidirectional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-ups on all inputs. Digital I/O. Analog input 4. External interrupt 0.
RB1/AN5/TXCK/INT1 RB1 AN5 TX CK INT1	9	10	10	I/O I O I/O I	TTL Analog — ST ST	Digital I/O. Analog input 5. EUSART asynchronous transmit. EUSART synchronous clock (see related RX/DT) External interrupt 1.
RB2/P1B/INT2 RB2 P1B INT2	17	19	23	I/O O I	TTL — ST	Digital I/O. Enhanced CCP1/PWM output External interrupt 2.
RB3/CCP1/P1A RB3 CCP1 P1A	18	20	24	I/O I/O O	TTL ST —	Digital I/O. Capture 1 input/Compare 1 output/PWM 1 output. Enhanced CCP1/PWM output.
RB4/AN6/RX/DT/KBI0 RB4 AN6 RX DT KBI0	10	11	12	I/O I I I/O I	TTL Analog ST ST TTL	Digital I/O. Analog input 6. EUSART asynchronous receive. EUSART synchronous data (see related TX/CK) Interrupt-on-change pin.
RB5/PGM/KBI1 RB5 PGM KBI1	11	12	13	I/O I/O I	TTL ST TTL	Digital I/O. Low Voltage ICSP Programming enable pin Interrupt on change pin.
RB6/PGC/T13CK/P1C/KBI2 RB6 PGC T13SO T13CK P1C KBI2	12	13	15	I/O I/O O I O I	TTL ST — ST — TTL	Digital I/O. In-Circuit Debugger and ICSP ¹ programming clock pin Timer1 oscillator output Timer1/Timer3 external clock output. Enhanced CCP1/PWM output. Interrupt on change pin.
RB7/PGD/T13SI/P1D/KBI3 RB7 PGD T13SI P1D KBI3	13	14	16	I/O I/O I O I	TTL ST CMOS — TTL	Digital I/O. In-Circuit Debugger and ICSP programming data pin Timer1 oscillator input. Enhanced CCP1/PWM output. Interrupt on change pin.
VSS	5	5, 6	3, 5	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	14	15, 16	17, 19	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.
NC	—	—	10	—	—	No connect.

Legend: TTL = TTL compatible input
 ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels
 O = Output
 (O) = Open drain (no P diode to VDD)
 CMOS = CMOS compatible input or output
 I = Input
 P = Power

Fuente: PIC 18F1220/1320 Datasheet

ANEXO 6: Descripción del Registro TXSTA

TXSTA: TRANSMIT STATUS AND CONTROL REGISTER

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R-1	R/W-0	
CSRC	TX9	TXEN	SYNC	SENDB	BRGH	TRMT	TX9D	
							bit 7	bit 0

- bit 7 **CSRC:** Clock Source Select bit
Asynchronous mode:
 Don't care.
Synchronous mode:
 1 = Master mode (clock generated internally from BRG)
 0 = Slave mode (clock from external source)
- bit 6 **TX9:** 9-bit Transmit Enable bit
 1 = Selects 9-bit transmission
 0 = Selects 8-bit transmission
- bit 5 **TXEN:** Transmit Enable bit
 1 = Transmit enabled
 0 = Transmit disabled
Note: SREN/CREN overrides TXEN in Sync mode.
- bit 4 **SYNC:** EUSART Mode Select bit
 1 = Synchronous mode
 0 = Asynchronous mode
- bit 3 **SENDB:** Send Break Character bit
Asynchronous mode:
 1 = Send Sync Break on next transmission (cleared by hardware upon completion)
 0 = Sync Break transmission completed
Synchronous mode:
 Don't care.
- bit 2 **BRGH:** High Baud Rate Select bit
Asynchronous mode:
 1 = High speed
 0 = Low speed
Synchronous mode:
 Unused in this mode.
- bit 1 **TRMT:** Transmit Shift Register Status bit
 1 = TSR Idle
 0 = TSR busy
- bit 0 **TX9D:** 9th bit of Transmit Data
 Can be address/data bit or a parity bit

Legend:

R = Readable bit W = Writable bit U = Unimplemented bit, read as '0'
 -n = Value at POR '1' = Bit is set '0' = Bit is cleared x = Bit is unknown

Fuente: PIC 18F1220/1320 Datasheet

ANEXO 7: Descripción del Registro RCSTA

RCSTA: RECEIVE STATUS AND CONTROL REGISTER

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	RAW-0	R-0	R-0	R-x
SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D
bit 7							bit 0

- bit 7 **SPEN:** Serial Port Enable bit
 1 = Serial port enabled (configures RX/DI and TX/CK pins as serial port pins)
 0 = Serial port disabled (held in Reset)
- bit 6 **RX9:** 9 bit Receive Enable bit
 1 = Selects 9-bit reception
 0 = Selects 8-bit reception
- bit 5 **SREN:** Single Receive Enable bit
Asynchronous mode:
 Don't care.
Synchronous mode – Master:
 1 = Enables single receive
 0 = Disables single receive
 This bit is cleared after reception is complete.
Synchronous mode – Slave:
 Don't care.
- bit 4 **CREN:** Continuous Receive Enable bit
Asynchronous mode:
 1 = Enables receiver
 0 = Disables receiver
Synchronous mode:
 1 = Enables continuous receive until enable bit, CREN, is cleared (CREN overrides SREN)
 0 = Disables continuous receive.
- bit 3 **ADDEN:** Address Detect Enable bit
Asynchronous mode 9-bit (RX9 = 1):
 1 = Enables address detection, generates RCIF interrupt and loads RCREG when RX9D is set
 0 = Disables address detection, all bytes are received and ninth bit can be used as parity bit
Asynchronous mode 8-bit (RX9 = 0):
 Don't care.
- bit 2 **FERR:** Framing Error bit
 1 = Framing error (can be updated by reading RCREG register and receiving next valid byte)
 0 = No framing error
- bit 1 **OERR:** Overrun Error bit
 1 = Overrun error (can be cleared by clearing bit CREN)
 0 = No overrun error
- bit 0 **RX9D:** 9th bit of Received Data
 This can be address/data bit or a parity bit and must be calculated by user firmware.

Legend:

R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
-n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared x = Bit is unknown

Fuente: PIC 18F1220/1320 Datasheet

ANEXO 8: Descripción del Registro BAUDCTL

BAUDCTL: BAUD RATE CONTROL REGISTER

U-0	R-1	U-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0
—	RCIDL	—	SCKP	BRG16	—	WUE	ABDEN
bit 7							bit 0

- bit 7 **Unimplemented:** Read as '0'
- bit 6 **RCIDL:** Receive Operation Idle Status bit
 1 = Receiver is Idle
 0 = Receiver is busy
- bit 5 **Unimplemented:** Read as '0'
- bit 4 **SCKP:** Synchronous Clock Polarity Select bit
Asynchronous mode:
 Unused in this mode.
Synchronous mode:
 1 = Idle state for clock (CK) is a high level
 0 = Idle state for clock (CK) is a low level
- bit 3 **BRG16:** 16-bit Baud Rate Register Enable bit
 1 = 16-bit Baud Rate Generator – SPBRGH and SPBRG
 0 = 8-bit Baud Rate Generator – SPBRG only (Compatible mode), SPBRGH value ignored
- bit 2 **Unimplemented:** Read as '0'
- bit 1 **WUE:** Wake-up Enable bit
Asynchronous mode:
 1 = EUSART will continue to sample the RX pin – interrupt generated on falling edge; bit cleared in hardware on following rising edge
 0 = RX pin not monitored or rising edge detected
Synchronous mode:
 Unused in this mode.
- bit 0 **ABDEN:** Auto-Baud Detect Enable bit
Asynchronous mode:
 1 = Enable baud rate measurement on the next character – requires reception of a Sync byte (55h); cleared in hardware upon completion
 0 = Baud rate measurement disabled or completed
Synchronous mode:
 Unused in this mode.

Legend:

R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
-n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared x = Bit is unknown

Fuente: PIC 18F1220/1320 Datasheet

ANEXO 9: Descripción del Registro ADCON0

ADCON0: A/D CONTROL REGISTER 0

R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
VCFG1	VCFG0	—	CHS2	CHS1	CHS0	GO/DONE	ADON
bit 7						bit 0	

bit 7-6 **VCFG<1:0>**: Voltage Reference Configuration bits

	A/D VREF+	A/D VREF-
00	AVDD	AVSS
01	External VREF+	AVSS
10	AVDD	External VREF-
11	External VREF+	External VREF-

bit 5 **Unimplemented**: Read as '0'

bit 4-2 **CHS2:CHS0**: Analog Channel Select bits

- 000 – Channel 0 (AN0)
- 001 = Channel 1 (AN1)
- 010 = Channel 2 (AN2)
- 011 = Channel 3 (AN3)
- 100 = Channel 4 (AN4)
- 101 = Channel 5 (AN5)
- 110 = Channel 6 (AN6)
- 111 = Unimplemented⁽¹⁾

bit 1 **GO/DONE**: A/D Conversion Status bit

When ADON = 1:

- 1 = A/D conversion in progress
- 0 = A/D Idle

bit 0 **ADON**: A/D On bit

- 1 = A/D converter module is enabled
- 0 = A/D converter module is disabled

Note 1: Performing a conversion on unimplemented channels returns full-scale results.

Legend:

R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
-n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared x = Bit is unknown

Fuente: PIC 18F1220/1320 Datasheet

ANEXO 10: Descripción del Registro ADCON1

ADCON1: A/D CONTROL REGISTER 1

U-0	R/W-0	R/W-0	RAW-0	RAW-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
	PCFG6	PCFG5	PCFG4	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
bit 7							bit 0

- bit 7 **Unimplemented:** Read as '0'
- bit 6 **PCFG6:** A/D Port Configuration bit – AN6
1 = Pin configured as a digital port
0 = Pin configured as an analog channel – digital input disabled and reads '0'
- bit 5 **PCFG5:** A/D Port Configuration bit – AN5
1 = Pin configured as a digital port
0 = Pin configured as an analog channel – digital input disabled and reads '0'
- bit 4 **PCFG4:** A/D Port Configuration bit – AN4
1 = Pin configured as a digital port
0 = Pin configured as an analog channel – digital input disabled and reads '0'
- bit 3 **PCFG3:** A/D Port Configuration bit – AN3
1 = Pin configured as a digital port
0 = Pin configured as an analog channel – digital input disabled and reads '0'
- bit 2 **PCFG2:** A/D Port Configuration bit – AN2
1 = Pin configured as a digital port
0 = Pin configured as an analog channel – digital input disabled and reads '0'
- bit 1 **PCFG1:** A/D Port Configuration bit – AN1
1 = Pin configured as a digital port
0 = Pin configured as an analog channel – digital input disabled and reads '0'
- bit 0 **PCFG0:** A/D Port Configuration bit – AN0
1 = Pin configured as a digital port
0 = Pin configured as an analog channel – digital input disabled and reads '0'

Legend:			
R – Readable bit	W – Writable bit	U – Unimplemented bit, read as '0'	
-n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

Fuente: PIC 18F1220/1320 Datasheet

ANEXO 11: Descripción del Registro ADCON2

ADCON2: A/D CONTROL REGISTER 2

R/W 0	U 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0	R/W 0
ADFM		ACQT2	ACQT1	ACQT0	ADCS2	ADCS1	ADCS0
bit 7							bit 0

- bit 7 **ADFM:** A/D Result Format Select bit
1 = Right justified
0 = Left justified
- bit 6 **Unimplemented:** Read as '0'
- bit 5-3 **ACQT2:ACQT0:** A/D Acquisition Time Select bits
000 = 0 TAD⁽¹⁾
001 = 2 TAD
010 = 4 TAD
011 = 6 TAD
100 = 8 TAD
101 = 12 TAD
110 = 16 TAD
111 = 20 TAD
- bit 2-0 **ADCS2:ADCS0:** A/D Conversion Clock Select bits
000 = Fosc/2
001 = Fosc/8
010 = Fosc/32
011 = FRC (clock derived from A/D RC oscillator)⁽¹⁾
100 = Fosc/4
101 = Fosc/16
110 = Fosc/64
111 = FRC (clock derived from A/D RC oscillator)⁽¹⁾

Note: If the A/D FRC clock source is selected, a delay of one Tcy (instruction cycle) is added before the A/D clock starts. This allows the SLEEP instruction to be executed before starting a conversion.

Legend:			
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'	
-n = Value at POR	'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	x = Bit is unknown

Fuente: PIC 18F1220/1320 Datasheet

ANEXO 12: Datasheet LM7805

Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for $V_O = 5V$ to $18V$) (for $V_O = 24V$)	V_I V_I	35 40	V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	$R_{\theta JC}$	5	$^{\circ}C/W$
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	$^{\circ}C/W$
Operating Temperature Range	T_{OPR}	0 ~ +125	$^{\circ}C$
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65 ~ +150	$^{\circ}C$

Electrical Characteristics (MC7805/LM7805)

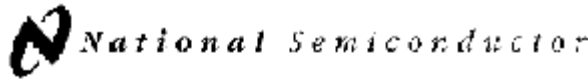
(Refer to test circuit, $0^{\circ}C < T_J < 125^{\circ}C$, $I_O = 500mA$, $V_I = 10V$, $C_1 = 0.33\mu F$, $C_2 = 0.1\mu F$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	MC7805/LM7805			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}C$	4.8	5.0	5.2	V
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$, $P_D \leq 15W$ $V_I = 7V$ to $20V$	4.75	5.0	5.25	
Line Regulation (Note1)	Regline	$T_J = +25^{\circ}C$ $V_O = 7V$ to $25V$ $V_I = 8V$ to $12V$ $I_O = 5.0mA$ to $1.5A$	-	4.0	100	mV
Load Regulation (Note1)	Regload	$T_J = 125^{\circ}C$ $I_O = 250mA$ to $750mA$	-	4	50	mV
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}C$	-	5.0	8.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5mA$ to $1.0A$	-	0.03	0.5	mA
		$V_I = 7V$ to $25V$	-	0.3	1.3	
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$	-	-0.8	-	$mV/^{\circ}C$
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10Hz$ to $100kHz$, $T_A = +25^{\circ}C$	-	42	-	$\mu V/V_O$
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_O = 8V$ to $18V$	62	73	-	dB
Dropout Voltage	V_{Drop}	$I_O = 1A$, $T_J = 125^{\circ}C$	-	2	-	V
Output Resistance	r_O	$f = 1kHz$	-	15	-	$m\Omega$
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35V$, $T_A = 125^{\circ}C$	-	230	-	mA
Peak Current	I_{PK}	$T_J = 125^{\circ}C$	-	2.2	-	A

Note:

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

Fuente: MC78XX/LM78XX/MC78XXA 3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator Datasheet.



May 1987

LM117/LM317A/LM317 3-Terminal Adjustable Regulator

General Description

The LM117 series of adjustable 3-terminal positive voltage regulators is capable of supplying in excess of 1.5A over a 1.2V to 37V output range. They are exceptionally easy to use and require only two external resistors to set the output voltage. Further, both line and load regulation are better than standard fixed regulators. Also, the LM117 is packaged in standard transistor packages which are easily mounted and handled.

In addition to higher performance than fixed regulators, the LM117 series offers full overload protection available only in IC's. Included on the chip are current limit, thermal overload protection and safe area protection. All overload protection circuitry remains fully functional even if the adjustment terminal is disconnected.

Normally, no capacitors are needed unless the device is situated more than 6 inches from the input filter capacitors in which case an input bypass is needed. An optional output capacitor can be added to improve transient response. The adjustment terminal can be bypassed to achieve very high ripple rejection ratios which are difficult to achieve with standard 3-terminal regulators.

Besides replacing fixed regulators, the LM117 is useful in a wide variety of other applications. Since the regulator is "floating," and sees only the input-to-output differential voltage, supplies of several hundred volts can be regulated as long as the maximum input to output differential is not exceeded, i.e., avoid short-circuiting the output.

Also, it makes an especially simple adjustable switching regulator, a programmable output regulator, or by connecting a fixed resistor between the adjustment pin and output, the LM117 can be used as a precision current regulator. Supplies with electronic shutdown can be achieved by clamping

the adjustment terminal to ground which programs the output to 1.2V where most loads draw little current.

For applications requiring greater output current, see LM150 series (3A) and LM138 series (5A) data sheets. For the negative complement, see LM137 series data sheet.

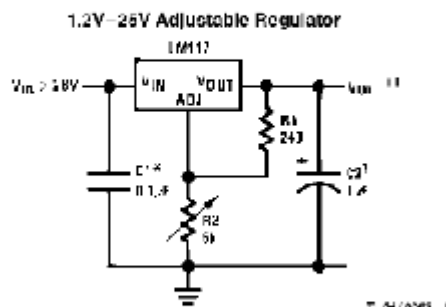
LM117 Series Packages and Power Capability

Part Number Suffix	Package	Rated Power Dissipation	Design Load Current
K	TO-18	20W	1.5A
H	TO-18	2W	0.5A
-	TO-220	20W	1.5A
E	LOC	2W	0.5A
S	TO-263	4W	1.5A

Features

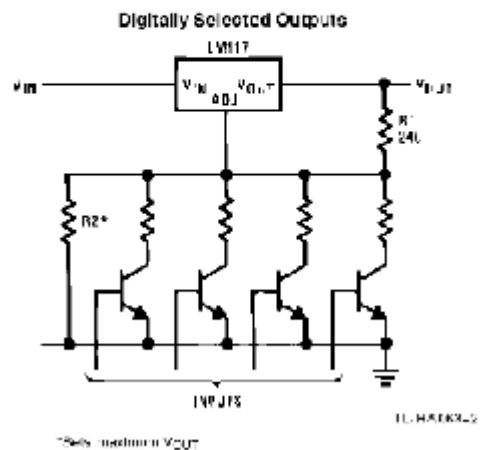
- Guaranteed 1% output voltage tolerance (LM317A)
- Guaranteed max. 0.01%/V line regulation (LM317A)
- Guaranteed max. 0.3% load regulation (LM117)
- Guaranteed 1.5A output current
- Adjustable output down to 1.2V
- Current limit constant with temperature
- P+ Product Enhancement tested
- 80 dB ripple rejection
- Output is short-circuit protected

Typical Applications



Full output current not available at high input-output voltages.
 * Needed if device is more than 6 inches from filter capacitors.
 † Optional—improves transient response. Output capacitor in the range of 1µF to 1000µF of aluminum electrolytic LMIC are usually used to provide improved output impedance and rejection of transients.

$$V_{OUT} = 1.2V \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \quad (MAX70)$$



* See maximum VOUT

ANEXO 13: Datasheet LM317 (Continuación)

Absolute Maximum Ratings (Note 1)		Operating Temperature Range				
If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications. (Note 2)		LM117	$-55^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq +150^{\circ}\text{C}$			
Power Dissipation Internally Limited		LM317A	$-40^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq +125^{\circ}\text{C}$			
Input-Output Voltage Differential $+40\text{V}$, -0.3V		LM317	$0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq +125^{\circ}\text{C}$			
Storage Temperature -65°C to $+150^{\circ}\text{C}$		Preconditioning				
Load Temperature		Thermal Limit Burn-In All Devices 100%				
Metal Package (Soldering, 10 seconds) 300°C						
Plastic Package (Soldering, 4 seconds) 260°C						
ESD Tolerance (Note 5) 9 kV						
Electrical Characteristics						
Specifications with standard type face are for $T_J = 25^{\circ}\text{C}$, and those with boldface type apply over full Operating Temperature Range. Unless otherwise specified, $V_{IN} - V_{OUT} = 6\text{V}$ and $I_{OUT} = 10\text{ mA}$. (Note 3)						
Parameter	Conditions	LM117 (Note 2)			Units	
		Min	Typ	Max		
Reference Voltage					V	
	$3\text{V} \leq (V_{IN} - V_{OUT}) \leq 40\text{V}$, $10\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq I_{MAX}$, $P \leq P_{MAX}$	1.20	1.25	1.30	V	
Line Regulation	$3\text{V} \leq (V_{IN} - V_{OUT}) \leq 40\text{V}$ (Note 4)		0.01	0.02	%/V	
			0.02	0.05	%/V	
Load Regulation	$10\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq I_{MAX}$ (Note 4)		0.1	0.8	%	
			0.3	1	%	
Thermal Regulation	20 ms Pulse		0.03	0.07	%/W	
Adjustment Pin Current			50	100	μA	
Adjustment Pin Current Change	$10\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq I_{MAX}$, $3\text{V} \leq (V_{IN} - V_{OUT}) \leq 40\text{V}$		0.2	5	μA	
Temperature Stability	$T_{MIN} \leq T_J \leq T_{MAX}$		1		%	
Minimum Load Current	$(V_{IN} - V_{OL1}) = 40\text{V}$		0.5	5	mA	
Current Limit	$(V_{IN} - V_{OL1}) \leq 15\text{V}$	K Package	1.5	2.2	3.4	A
		H, K Packages	0.5	0.9	1.9	A
	$(V_{IN} - V_{OL1}) = 40\text{V}$	K Package	0.3	0.4		A
		H, K Packages	0.15	0.2		A
RMS Output Noise, % of V_{OUT}	$10\text{ Hz} \leq f \leq 10\text{ kHz}$			0.008	%	
Ripple Rejection Ratio	$V_{OUT} = 10\text{V}$, $f = 120\text{ Hz}$, $C_{ADJ} = 0\text{ }\mu\text{F}$		85		dB	
	$V_{OUT} = 10\text{V}$, $f = 120\text{ Hz}$, $C_{ADJ} = 10\text{ }\mu\text{F}$	66	80		dB	
Long-Term Stability	$T_J = 125^{\circ}\text{C}$, 1000 hrs		0.0	1	%	
Thermal Resistance, Junction-to-Case	K Package		2.8	3	$^{\circ}\text{C/W}$	
	H Package		12	15	$^{\circ}\text{C/W}$	
	E Package				$^{\circ}\text{C/W}$	
Thermal Resistance, Junction-to-Ambient (No Heat Sink)	K Package		35		$^{\circ}\text{C/W}$	
	H Package		140		$^{\circ}\text{C/W}$	
	E Package				$^{\circ}\text{C/W}$	

Fuente: LM117/LM317A/LM317 3-Terminal Adjustable Regulator Datasheet.

ANEXO 14: Datasheet RTC-DS1307



DS1307

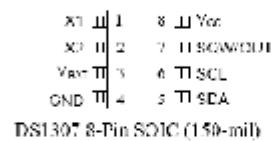
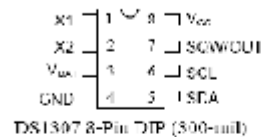
64 x 8 Serial Real-Time Clock

www.maxim-ic.com

FEATURES

- Real-time clock (RTC) counts seconds, minutes, hours, date of the month, month, day of the week, and year with leap-year compensation valid up to 2100
- 56-byte, battery-backed, nonvolatile (NV) RAM for data storage
- Two-wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power-fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500nA in battery backup mode with oscillator running
- Optional industrial temperature range: -40°C to +85°C
- Available in 8-pin DIP or SOIC
- Underwriters Laboratory (UL) recognized

PIN ASSIGNMENT



PIN DESCRIPTION

V _{CC}	- Primary Power Supply
X1, X2	- 12.768kHz Crystal Connection
V _{BAT}	- +3V Battery Input
GND	- Ground
SDA	- Serial Data
SCL	- Serial Clock
SQW/OUT	- Square Wave/Output Driver

ORDERING INFORMATION

DS1307	8-Pin DIP (500-mil)
DS1307Z	8-Pin SOIC (150-mil)
DS1307N	8-Pin DIP (Industrial)
DS1307ZN	8-Pin SOIC (Industrial)

DESCRIPTION

The DS1307 Serial Real-Time Clock is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially via a 2-wire, bi-directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power sense circuit that detects power failures and automatically switches to the battery supply.

Fuente: DS1307 64x8 Serial Real-Time Clock Datasheet

ANEXO 15: Composición y envío del Mensaje

Send/Compose Message

The *Send Message* window allows you to send messages via satellite to a specified e-mail recipient. The actual content of the message from the satellite modem will be delivered as an attachment (.att file) to the receiving e-mail address.

The screenshot shows a dialog box titled "Satellite Modem Originated Message". It has a standard Windows-style title bar with minimize, maximize, and close buttons. The main area is divided into several sections:

- Message:** A group box containing four text input fields: "To:" (filled with "you@email.com"), "CC:" (empty), "BCC:" (empty), and "Subject:" (filled with "Test Message").
- Text Area:** A large text area below the message fields containing the text "The Digi m10 says hello!".
- Advanced:** A group box containing:
 - A checked checkbox labeled "Options".
 - A "Priority" dropdown menu set to "Normal".
 - A "Gateway" dropdown menu set to "N.America".
 - An "Acknowledgment Level" dropdown menu set to "Delivery to recipient acknowledged".
- Buttons:** Two buttons at the bottom right: "Close" and "Send".

The number "24" is printed in the bottom-left corner of the dialog box's border.


The table below provides an overview of the available fields and configuration items.

Field/Item	Description	Required
To	E-mail address of main recipient, up to 128 characters	Yes
CC	E-mail address of copy recipient, up to 128 characters	No
BCC	E-mail address of blind copy recipient, up to 128 characters	No
Subject	Subject line of outgoing message, up to 80 characters	No
Body	Message body of outgoing message, up to 550 characters	Yes
Priority	Message priority, selectable from drop-down list	Yes
Gateway	ORBCOMM gateway for message delivery	Yes
Acknowledgement Level	Delivery confirmation type, selectable from drop-down list	Yes

Note: You can only specify a single recipient in the e-mail address related fields. Send your message by clicking the *Send* button. Clicking the Close button will exit the *Send Message* window.

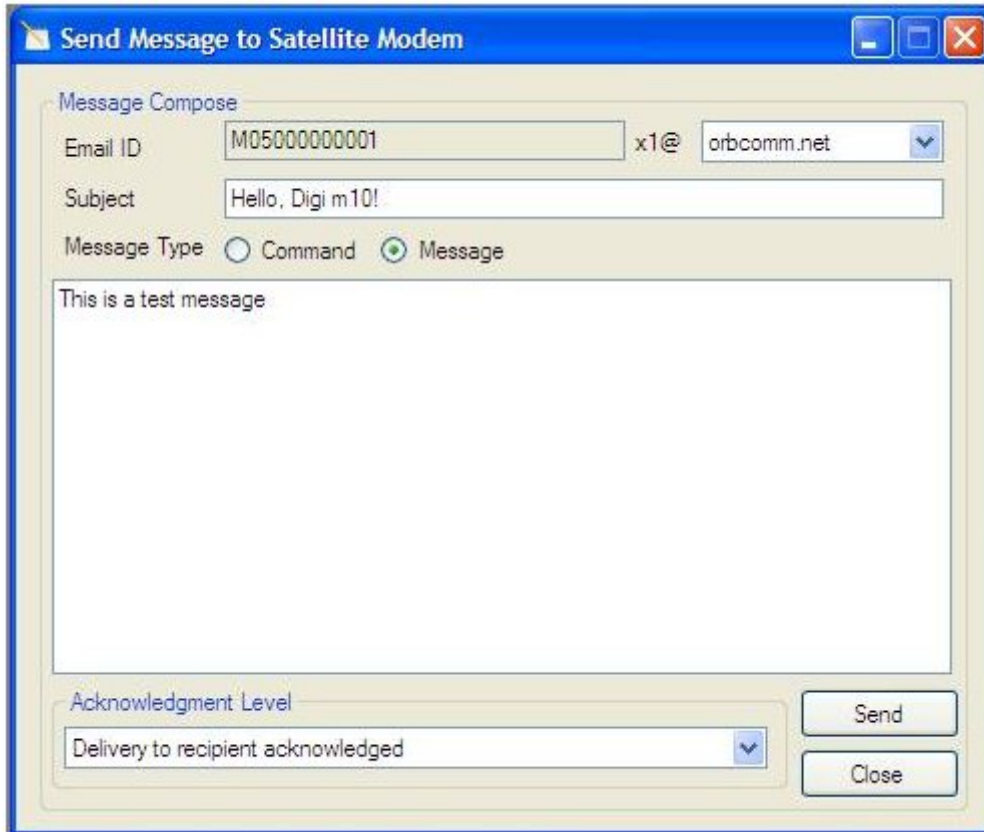
After the message has been successfully queued, the Digi Satellite Dashboard will display the message "Message queued successfully".

To open the *Send Message* window, use one of the following methods:

- Click on the *Send Message* icon  on the toolbar and select *Send Message*
- Select *Send Message* in the *Message* menu
- Press the keyboard shortcut CTRL + M

Send Message to Satellite Modem

The *Send Message to Satellite Modem* window allows composing and sending commands or other messages to the Digi Satellite Modem via e-mail with an acknowledgement level option. All e-mail messages are sent to the modem using your local e-mail client.



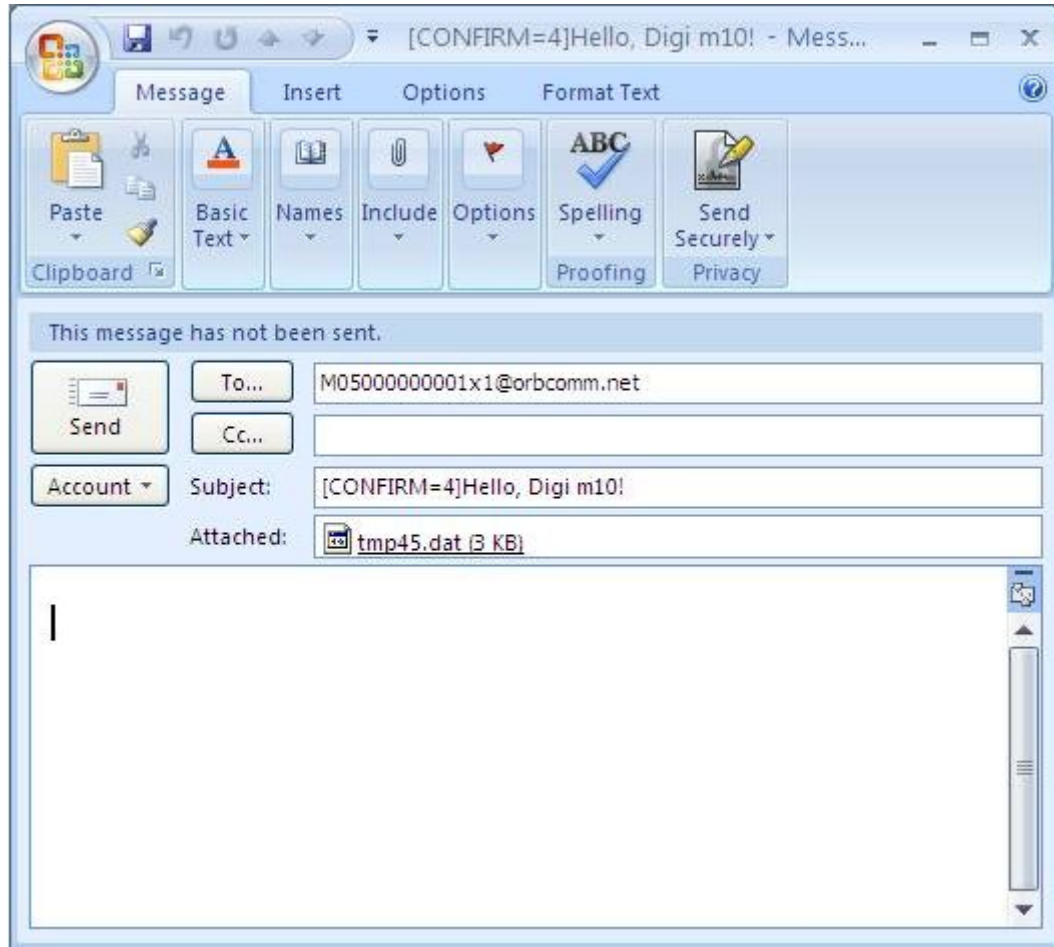
You can choose between the following message types:

- *Command* - Small 5 byte message with high priority, no subject line
- *Message* - Messages up to 1024 byte long, with optional subject line

Note: Make sure you use the correct ORBCOMM mail server domain name for your geographical region

Region	Domain Name
Western Hemisphere	orbcomm.net
Rest of World	orbcomm2.net

After you click on ‘Send’, your local e-mail client will be launched with all required information already filled in. To send the message to your satellite modem, simply click on the ‘Send’ button of your e-mail client.



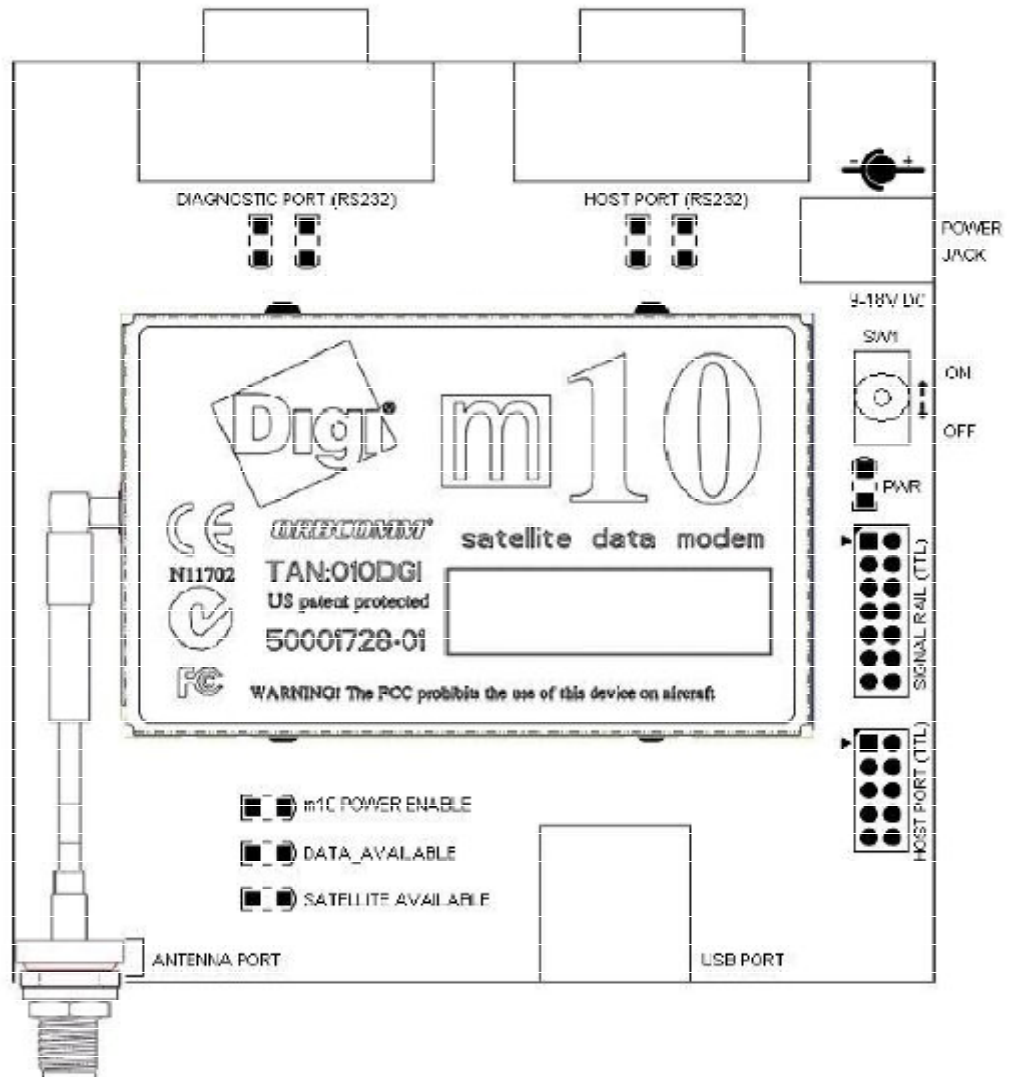
See also section Email/Message Formatting in this online help for more information about available message formatting options.

Once the message has been received by the satellite modem, it will appear in the *Inbox* of the Digi Satellite Dashboard.

You can access the *Send Message to Satellite Modem* window by selecting *Send Message to Satellite Modem* in the Message menu.

Fuente: Help for the Digi Satellite Dashboard

ANEXO 16: Vista superior del módulo de pruebas



Fuente: Digi m10 Hardware Reference v 1.20