



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES
Y REDES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE
LA PLANTA DE EXTRACCIÓN DE AGUA LLIO MEDIANTE UNA RED DE
MICROCONTROLADORES QUE TRANSMITE A TRAVÉS DE UN
RADIOENLACE MICROONDA ENTRE EL EP-EMAPAR Y LLIO.”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA TELECOMUNICACIONES Y REDES

JÉSSICA MARÍA USCA CAILLAGUA

INGENIERO EN ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

BAYRON TEOFILO IGLESIAS VARGAS

RIOBAMBA – ECUADOR

-2011-

Agradezco a mi familia que me apoyaron en todo momento de mi vida de manera especial agradezco a mis padres: Rosita y Manuel por ser el pilar fundamental en el transcurso de toda esta travesía estudiantil.

Un sincero agradecimiento al Ingeniero Paúl Romero por su apoyo incondicional en el desarrollo de esta tesis.

A todas las personas que me brindaron su amistad y su apoyo en los momentos más difíciles.

JESSY

Agradezco a mi familia que me ha apoyado en todo momento, en especial a Elicia Vargas Verdezoto mi madre que siempre está conmigo incondicionalmente.

Mis más sinceros agradecimientos al Ingeniero Paúl Romero que más que un profesor que ha sido un amigo.

BAYRON

Dedico el presente trabajo a toda mi familia en especial a mis padres que siempre confiaron en mí y me apoyaron en mis decisiones.

A mis hermanas y hermano por su paciencia, comprensión y apoyo.

A mis pequeños amores Anthony y Francisco que con su ternura e inocencia llenan de alegría mi vida.

JESSY

Esta tesis es dedicada a las personas que me enseñaron que nada es inalcanzable y que soy capaz de alcanzar lo que me proponga a Teofilo Vargas Reinel mi padre, Elicia Vargas Verdezoto, Noemí Verdezoto y Marcela Verdezoto mis madres que han sido el pilar fundamental en la obtención de este título.

BAYRON

FIRMAS DE RESPONSABLES Y NOTA

NOMBRES

FIRMA

FECHA

Ing. Iván Ménes

**DECANO DE LA FACULTAD DE
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

Ing. Paúl Romero

**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

Ing. Pedro Infante

**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
TELECOMUNICACIONES Y
REDES**

Ing. Paúl Romero

DIRECTOR DE TÉSIS

Ing. Daniel Haro

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Tlgo. Carlos Rodríguez

**DIRECTOR DEL CENTRO DE
DOCUMENTACIÓN**

NOTA: _____

RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

“Nosotros Bayron Teofilo Iglesias Vargas y Jéssica María Usca Caillagua, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”

Firma

Firma

INDICES DE ABREVIATURAS

EP-EMAPAR: Empresa Pública - Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Riobamba.

AP: Punto de Acceso

SM: Módulo Suscriptor

BU: Unidad Backhaul

VoIP: Voz sobre Protocolo de Internet

WIFI: Wide Fidelity (Amplia Fidelidad)

ISP: Proveedor de Servicio de Internet.

UHF: Ultra High Frequency, (frecuencia ultraalta)

RF: Radio Frecuencia

FSL: Pérdida en el espacio libre

DIY: Do it yourself

S/N: Señal a ruido

SNR: Relación señal a ruido

PIC: Programmable Interrupt Controller (Controlador de Interrupciones Programables).

UCP: Unidad central de procesamiento

OP: Código de Operación

ROM: Read-only memory (Memoria solo de Lectura)

EPROM: Erasable Programmable Read Only Memory (Memoriasólo LecturaProgramabley Borrable).

SOC: (circuito integrado pequeño)

CMOS: Complementary, metal oxide (Semiconductor de Oxido Metálico)

USART: Transmisor-Receptor Serie Síncrono-Asíncrono Universal

SCI: Interfaz de comunicación serie.

LIN: Local Interconnect Network.

USB: Universal Serial Bus

CAN: Controller Area Network

NA: Normalmente Abiertos.

NC: Normalmente Cerrados

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

INDICES

INTRODUCCION

CAPITULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1.	ANTECEDENTES	20
1.2.	JUSTIFICACION	21
1.3.	OBJETIVOS	23
1.3.1.	OBJETIVO GENERAL	23
1.3.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS	23
1.4.	HIPOTESIS	23

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.	ENLACES INALAMBRICOS	24
2.1.	INTRODUCCION	24
2.1.1.	TIPOS DE ENLACES INALAMERICOS	25
2.2.	RADIOENLACES	27
2.2.1.	CONCEPTO	28
2.2.2.	TIPOS DE RADIOENLACES	29
2.2.3.	CONCEPTO DE DISEÑO DE RADIOENLACE	31
2.2.4.	ESTRUCTURA DE UN RADIOENLACE	31
2.2.5.	PRESUPUESTO DE RADIOENLACE	32
2.2.5.1.	ELEMENTOS DE UN RADIOENLACE	32
2.2.5.2.	PERDIDAS	33
2.2.5.3.	GANANCIAS	35

2.2.5.4.	SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR	36
2.2.5.5.	MARGEN Y RELACION S/N	36
2.2.6.	ECUACION DEL CALCULO DE RADIOENLACES	37
2.2.7.	ZONA DE FRESNEL	38
2.2.8.	TRANSMISION CON LINEA DE VISTA	39
2.3.	RED DE MICROCONTROLADORES	40
2.3.1.	MICROCONTROLADORES	40
2.3.1.1.	ARQUITECTURA INTERNA DE UN MICROCONTROLADOR	41
2.3.1.2.	COMPONENTES DE UN MICROCONTROLADOR	41
2.3.1.3.	MICROCONTROLADORES PIC DE MICROCHIP	45
2.3.1.3.1.	GAMAS DE MICROCONTROLADORES	45
2.3.2.	DESCRIPCION DEL PIC 16F877A	47
2.3.2.1.	CARACTERISTICAS PRINCIPALES	48
2.3.3.	DESCRIPCION DEL PIC 18F2550	49
2.3.3.1.	CARACTERISTICAS PRINCIPALES	49
2.4.	LINEAS O CANALES DE COMUNICACION	50
2.5.	MODOS DE TRANSMISION	51
2.6.	PROTOCOLO DE EIA/TIA 485	54
2.6.1.	METODO FISICO DE TRANSMISION	56
2.6.2.	BUS DE 2 HILOS RS485	56
2.7.	TRANSMISION EN SERIE	57
2.7.1.	VELOCIDAD DE TRANSMISION SERIAL	57
2.7.2.	I ² C (CIRCUITO INTER-INTEGRADO)	58
2.7.3.	SPI (BUS SERIAL DE INTERFAZ DE PERIFERICOS)	58
2.7.4.	USART (TRANSMISOR-RECEPTOR SINCRONO/ASINCRONO UNIVERSAL)	59
2.7.5.	UART (TRANSMISOR-RECEPTOR ASINCRONO UNIVERSAL)	60
2.8.	COMUNICACION USB	60
2.9.	SENSORES	61
2.9.1.	MEDIDORES DE NIVEL DE AGUA	62

2.9.1.1.	CONTROL DE NIVEL POR ULTRASONIDOS	62
2.9.1.2.	CONTROL DE NIVEL POR SENSORES MAGNETICOS	63
2.9.1.3.	CONTROL DE CAUDAL POR FINAL DE CARRERA	63

CAPITULO III

ESTIMACION DE RADIOENLACES Y DISEÑO DE RED DE MICROCONTROLADORES

3.	DISEÑO DE REDES	65
3.1.	DISEÑO DE RADIOENLACES	65
3.1.1.	ESTUDIO DE LA SITUACION ACTUAL	66
3.1.2.	SELECCION DE EQUIPOS	66
3.1.3.	RECOPIACION DE DATOS	68
3.1.4.	PERFIL TOPOGRAFICO LLIO-CACHA	68
3.1.4.1.	POTENCIA LLIO-CACHA	69
3.1.5.	PERFIL TOPOGRAFICO CACHA-EMAPAR	69
3.1.5.1.	POTENCIA CACHA-EMAPAR	69
3.2.	DISEÑO DE RED DE MICROCONTROLADORES	70
3.2.1.	DETERMINACION DE LOS EQUIPOS	71
3.2.1.1.	DISEÑO DE CEREBROS	71
3.2.1.1.1.	CEREBRO 1.0	71
3.2.1.1.2.	CEREBRO 2.0	74
3.2.2.	ACONDICIONAMIENTO DE SISTEMAS	75
3.2.2.1.	SISTEMA POZO	75
3.2.2.1.1.	DESCRIPCION DE SENSORES	76
3.2.2.1.2.	CONFIGURACION DE SALIDAS	78
3.2.2.1.3.	CONFIGURACION DEL SISTEMA POZO	78
3.2.2.1.4.	ENCRIPACION Y TRANSMISION DE DATOS	79
3.2.2.1.5.	PROGRAMACION DEL SISTEMA POZO	79
3.2.2.2.	SISTEMA DEL T_ALMACENAMIENTO	81
3.2.2.2.1.	DESCRIPCION DE SENSORES	81

3.2.2.2.	CONFIGURACION DEL SISTEMA T_ ALMACENAMIENTO	84
3.2.2.3.	ENCRIPCIÓN Y TRANSMISIÓN DE DATOS	86
3.2.2.4.	PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA T_ ALMACENAMIENTO	87
3.2.2.3.	SISTEMA MASTER	88
3.2.2.3.1.	CONFIGURACION DEL SISTEMA MASTER	89
3.2.2.3.2.	PROGRAMACION DEL SISTEMA MASTER	90
3.2.2.4.	SISTEMA DE CONEXIÓN USE	90
3.2.2.4.1.	PROGRAMACION DEL SISTEMA DE CONEXION USE	91
3.3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO "LLIO COMUNICACION"	92
3.3.1.	DISEÑO DE LA BASE DE DATOS "LLIO_COMUNICACION"	92
3.3.1.1.	SQL SERVER 2000	92
3.3.1.1.1.	SISTEMA ADMINISTRADOR PARA BASES DE DATOS RELACIONALES (RDBMS)	92
3.3.1.1.2.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	93
3.3.1.2.	BASE DE DATOS "LLIO_COMUNICACION"	93
3.3.1.2.1.	TABLAS DE LA BASE DE DATOS	93
3.3.2.	DISEÑO DE LA APLICACION "LLIO COMUNICACION"	94
3.3.2.1.	C# DE VISUAL ESTUDIO. NET	94
3.3.2.2.	APLICACION "LLIO COMUNICACION"	95

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.	APLICACION DE DATOS RECOPIRADOS	102
4.1.	SIMULACION DEL RADIOENLACE EN RADIOMOBILE	102
4.1.1.	SOFTWARE RADIOMOBILE	103
4.1.2.	DETALLES DEL RADIOENLACE ENTRE LLIO-CACHA	103
4.1.2.1.	RESULTADOS OBTENIDOS	105
4.1.3.	DETALLES DEL RADIOENLACE ENTRE CACHA -EMAPAR	105
4.1.3.1.	RESULTADOS OBTENIDOS	107

4.2.	ANALISIS DE LA RED DE MICROCONTROLADORES	108
4.2.1.	DATOS DEL SISTEMA TANQUE DE ALMACENAMIENTO	108
4.2.2.	DATOS DEL SISTEMA POZO	109
4.2.3.	DATOS DEL SISTEMA MASTER	109
4.2.4.	DATOS DEL SISTEMA USB	109
4.3.	ANÁLISIS DE LA APLICACION LLIO_COMUNICATION	110
4.3.1.	ANALISIS DEL INGRESO DE DATOS	110
4.3.2.	ANALISIS DEL SISTEMA DE MONITOREO "LLIO_COMUNICATION"	110
4.3.2.1.	SISTEMA DE MONITOREO	110
4.3.2.2.	REPORTES DEL SISTEMA DE MONITOREO	111
4.4.	DEMOSTRACION DE LA HIPOTESIS	113
	CONCLUSIONES	
	RECOMENDACIONES	
	RESUMEN	
	SUMARY	
	BIBLIOGRAFIA	
	ANEXOS	

ÍNDICES DE FÍGURAS

Figura.I.1. Esquema General de la Tesis	22
Figura II.2. Enlace Inalámbrico	24
Figura II.3. Hot Spot	25
Figura II.4. Enlace Punto a Punto	26
Figura II .5. Enlace Punto – Multipunto	27
Figura II.6. Radioenlace	28
Figura II.7. Enlace Microonda	28
Figura II.8. Elementos de un Radioenlace	32
Figura II.9. Potencia en dBm en el Enlace en función a la Distancia	37
Figura II.10. Zona de Fresnel	38
Figura II.11. Representación de Línea de Vista	39
Figura II.12. Red de Microcontroladores	40
Figura II.13. Arquitectura Von Neuman	41
Figura II.14. Arquitectura Harvard	41
Figura II.15. Microcontrolador de Gama Baja	45
Figura II.16. Microcontroladores de Gama Media	46
Figura II.17. PIC 16F877A	47
Figura II.18. PIC 18F2550	49
Figura II.19. Comunicación Simple	50

Figura II.20. Comunicación Half Duplex	51
Figura II.21. Comunicación Full Duplex	51
Figura II.22. Transmisión Síncrona	52
Figura II.23. Transmisión Asíncrona	53
Figura II.24. Bus de 2 Hilos RS-485	57
Figura II.25. Diagrama Transmisión Mediante I ² C	58
Figura II.26. Diagrama Transmisión Mediante SPI	59
Figura II.27. Transmisión Continua de Datos en USART	60
Figura II.28. Comunicación USB	60
Figura II.29. Final de Carrera	64
Figura III.30. Backhaul Unit	67
Figura III.31. Red de Microcontroladores	71
Figura III.32. Diagrama de Bloque de Cerebro 1.0	71
Figura III.33. Cerebro 1	72
Figura III.34. Esquema de Cerebro 1.0	73
Figura III.35. Diagrama de Bloque de RS-485	73
Figura III.36. RS-485	74
Figura III.37. LCD y Bloque de Configuración y Selección	74
Figura III.38. Adaptador DC 12V	74
Figura III.39. Diagrama de Bloque Cerebro 2.0	74

Figura III.40. Esquema de Cerebro 2.0	75
Figura III.41. Cerebro 2 del Sistema USB	75
Figura III.42. Diagrama de Bloque Sistema Pozo	76
Figura III.43. Sistema Pozo	76
Figura III.44. Sensor de Caudal	77
Figura III.45. Sensor de Nivel de Tanque	77
Figura III.46. Sensor de Bomba	78
Figura III.47. Pantallas de Cristal Líquido	79
Figura III.48. Diagrama de Flujo del Sistema Pozo	80
Figura III.49. Diagrama de Bloque Tanque de Almacenamiento	81
Figura III.50. Sistema Tanque de Almacenamiento	82
Figura III.51. Sensor Ultrasónico MAXSONAR EZ1	84
Figura III.52. Sensor Final de Carrera	84
Figura III.53. Pulsadores	85
Figura III.54. Pantalla Inicial Sistema Tanque	85
Figura III. 55. Configuración Nivel Máximo	86
Figura III. 56. Nivel Máximo del Tanque	86
Figura III. 57. Alerta Nivel Mayor	86
Figura III. 58. Configuración Nivel Mínimo	86
Figura III. 59. Nivel Mínimo del Tanque	86

Figura III. 60. Alerta Nivel Menor	86
Figura III.61. Diagrama de Flujo del Sistema Tanque	88
Figura III.62. Diagrama de Bloque Sistema Máster	89
Figura III. 63. Sistema Máster	89
Figura III.64. Bloque de Configuración	89
Figura III.65. Bloque de Transmisión	90
Figura III.66. Pantalla Inicial Sistema Master	90
Figura III.67. Configuración Número de Esclavos	90
Figura III.68. Esclavos Existentes	90
Figura III.69. Diagrama de Flujo del Sistema Master	91
Figura III. 70. Sistema USB	92
Figura III.71. Diagrama de Flujo USB	92
Figura III. 72. Diagrama de Base de Datos LLIO_COMUNICACION	95
Figura III. 73. Aplicación LLIO_COMUNICACION	97
Figura III. 74. Pantalla Principal LLIO_COMUNICACION	97
Figura III. 75. Cerrar Sesión	98
Figura III. 76. Ingresar Usuario	98
Figura III. 77. Pantalla Principal para Ingresar Usuario	98
Figura III. 78. Actualizar Usuario	99
Figura III. 79. Pantalla Principal para Actualizar Usuario	99

Figura III. 80. Eliminar Usuario	99
Figura III. 81. Pantalla Principal para Eliminar Usuario	100
Figura III. 82. Ingresar Sistema	100
Figura III. 83. Pantalla Principal para Ingresar Sistema	100
Figura III. 84. Actualizar Sistema	101
Figura III. 85. Pantalla Principal para Actualizar Sistema	101
Figura III. 86. Eliminar Sistema	101
Figura III. 87. Pantalla Principal para Eliminar Sistema	102
Figura III. 88. Reportes	102
Figura IV.89. Red Fuentes de Llio-EMAPAR	104
Figura IV.90. Radioenlace Fuentes de Llio-Cacha	104
Figura IV.91. Rango de Transmisión	105
Figura IV.92. Distribución de la Transmisión	105
Figura IV.93. Exportación a Google Earth	105
Figura IV.94. Radioenlace Fuentes de Cacha-EMAPAR	107
Figura IV.95. Rango de Transmisión	107
Figura IV.96. Distribución de la Transmisión	107
Figura IV.97. Exportación a Google Earth	108
Figura IV.98. Sistema de Monitoreo Tanque de Almacenamiento	111
Figura IV.99. Sistema de Monitoreo Pozos	112

Figura IV.100. Reporte usuario	112
Figura IV.101. Reporte Estación	113
Figura IV.102. Reporte Datos	

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla.II.I. Pérdida de los cables de transmisión (dB/100m)	34
Tabla. II.II. Características del PIC16F877A	48
Tabla.II.III. Características de PIC18F2550	50
Tabla.II.IV. Señales del Bus de 2 Hilos RS-485	56
Tabla.III.V. Especificaciones del Sistema Canopy	68
Tabla.III.VI. Características de Conectividad Ultrasónica	83
Tabla.IV.VII. Enlace Llio-Cacha	106
Tabla.IV.VIII. Enlace Cacha-EMAPAR	108
Tabla.IV.IX. Datos Tanque de Almacenamiento	109
Tabla.IV.X. Datos Pozo	110
Tabla.IV.XI.Tabla de valores observados	116
Tabla.IV.XII.Tabla de valores esperados	116
Tabla.IV.XIII. Resultados de JI CUADRADO	117

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la tecnología ha permitido que todos los lugares del mundo se comuniquen sin importar la distancia, las características geográficas ni climatológicas.

En los sistemas de radiocomunicación el ruido y la interferencia son factores que limitan la calidad de funcionamiento, es por esta razón que los radioenlaces facilitan a las empresas tener comunicación logrando fiabilidad y seguridad en la transmisión de datos alcanzando grandes distancias y permitiendo comunicación en lugares remotos y de difícil acceso.

Los sistemas de extracción de agua son procesos industriales de mucha importancia para el bienestar de la sociedad, por lo cual se debe tener todo el sistema en óptimas condiciones para evitar daños en las maquinarias y equipos de control.

La tecnología ayuda en la modernización, optimización de recursos y otros aspectos que fortalecen los procesos industriales, los sensores tienen cada vez mayores capacidades y costos exequibles así como también los actuadores con mejores prestaciones y seguridades.

Esta unión entre el avance tecnológico y los procesos industriales permiten ofertar mejores servicios ya que se mejora el tratamiento de la materia prima y se optimiza el proceso industrial de manera que se incrementa la calidad del producto final.

Los sistemas de monitoreo analizan las entradas o materia prima para que esta sea de excelente calidad además permite llevar un control de todos los ingresos para realizar los análisis del resultado tomando decisiones para mejorar el producto.

La comunicación es el objetivo de todo sistema de monitoreo ya que transmite los datos desde los sistemas de adquisición hasta los computadores para su análisis, para esto se utiliza redes de comunicación como son Externa e Interna, las redes internas son conocidas como redes industriales porque son las que obtienen la información desde los procesos industriales y la envían a través de protocolos de comunicación industrial como por ejemplo RS485, Modbus, etc. Para la adquisición de datos se utiliza dispositivos electrónicos como por ejemplo un PLC que es un sistema micro controlado.

CAPÍTULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1. ANTECEDENTES

La Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Riobamba, es una empresa de servicios, y como su prioridad es la atención a sus clientes; por lo cual se ha comenzado un proceso de mejoramiento continuo en el servicio a todos y cada uno de sus usuarios.

La EP-EMAPAR cuenta con una planta de extracción de agua en la comunidad de Llio en la Parroquia de San Andrés del Cantón Guano en los que se hallan 8 pozos; cada uno de ellos cuenta con su respectiva bomba de extracción de 50 hp a 220 V trifásico y su sistema de arranque además, cada pozo cuenta con un tanque de almacenamiento que sirve para filtrar las impurezas.

La empresa cuenta con dos personas para realizar el control y funcionamiento del sistema de extracción, este proceso se lo realiza de manera rudimentaria, a simple visión. La EP-EMAPAR no tiene un sistema de monitoreo ni registro de funcionamiento del sistema de extracción.

Las bombas de extracción de agua se dañan constantemente por que solo se las revisa cuando estas se funden o tienen algún desperfecto grave y se apagan, creando un gran costo por el mantenimiento correctivo o adquisición de una nueva bomba.

Las instalaciones en Llio requieren de la utilización de radio Handy para comunicarse los trabajadores con los técnicos; mediante esta comunicación se autoriza a los trabajadores que activen o desactiven alguna bomba o de alguna manera se abran o cierren las válvulas de los tanques de almacenamiento en caso de existir alguna falla en los sistemas de distribución y de la misma forma comunican los trabajadores a los técnicos del funcionamiento inadecuado de alguno de los elementos de extracción, los datos del funcionamiento de cada bomba y tanques de almacenamiento se realiza manualmente en cada periodo de visita técnica al lugar, lo que genera cifras erróneas para su análisis y no permiten que los problemas se solucionen correctamente.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Mediante el diseño de monitoreo se pretende solucionar inconvenientes que presenta la Empresa Pública- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Riobamba, debido a que los procesos de extracción se encuentran alejados de la ciudad resulta para la empresa costoso tener a ingenieros capacitados en las instalaciones de extracción llevando un control de nivel en los tanques de almacenamiento y funcionamiento de las bombas.

El sistema de monitoreo almacenará la información en una base de datos cuando el proceso es normal o encenderá una alarma cuando éste presente alguna falla en el sistema para que se realice el mantenimiento necesario a tiempo y evitar daños en el sistema de extracción y distribución.

Con el proceso de comunicación se realizará la transmisión de los datos adquiridos de la extracción de agua en Llio San Andrés hasta el departamento técnico del EP-EMAPAR ubicado en Riobamba, facilitando a los técnicos realizar los estudios

adecuados y a tiempo con datos reales para realizar una corrección o mantenimiento en caso de necesitarlos, evitando daños en los equipos utilizados para la extracción.

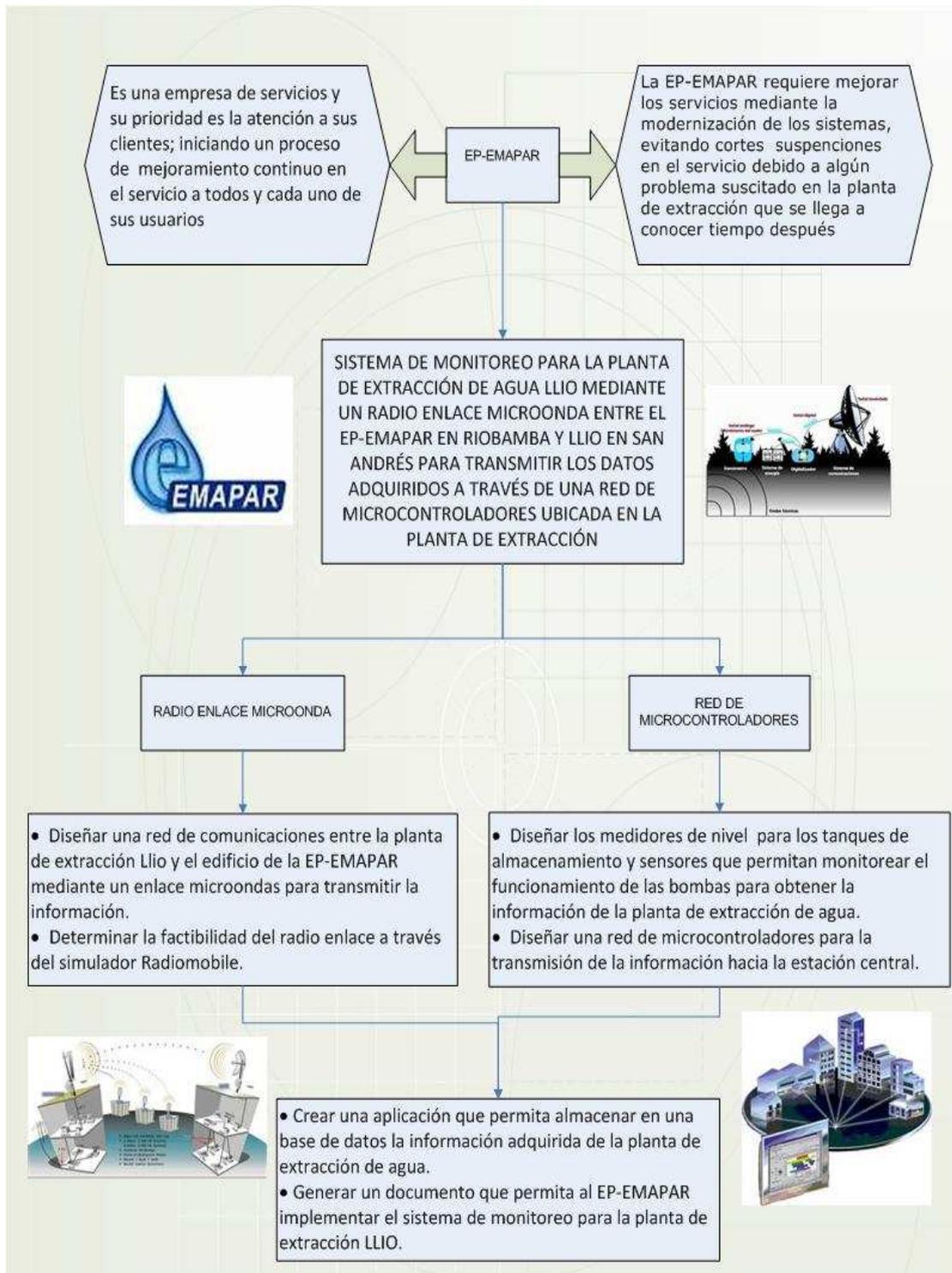


Figura.I.1. Esquema General de la Tesis

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar el sistema de monitoreo y adquisición de datos de la planta de extracción de agua LLIO mediante una red de microcontroladores que transmite a través de un radio enlace microonda entre la EP-EMAPAR y Llio.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar una red de comunicaciones entre la planta de extracción Llio y el edificio de la EP-EMAPAR mediante un enlace microondas para transmitir la información.
- Determinar la factibilidad del radio enlace a través del simulador Radiomobile.
- Diseñar los medidores de nivel para los tanques de almacenamiento y sensores que permitan monitorear el funcionamiento de las bombas para obtener la información de la planta de extracción de agua.
- Diseñar una red de microcontroladores para la transmisión de la información hacia la estación central.
- Crear una aplicación que permita almacenar en una base de datos la información adquirida de la planta de extracción de agua.
- Generar un documento que permita a la EP-EMAPAR implementar el sistema de monitoreo para la planta de extracción LLIO.

1.4. HIPÓTESIS

Con el diseño del sistema de monitoreo y adquisición de datos de la planta de extracción de agua LLIO se pretende generar un documento para la EP-EMAPAR que le permitirá implementar el sistema de monitoreo, el cual facilitará el control de la planta de extracción, así como también, la comunicación entre la empresa en Riobamba y Llio en San Andrés que transmitirá los datos adquiridos mediante una red de microcontroladores.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. ENLACES INALÁMBRICOS

2.1. INTRODUCCIÓN

Los enlaces inalámbricos ofrecen la posibilidad de conectar a Internet lugares de difícil acceso donde no existen otras posibilidades de servicios de telecomunicaciones. A través de los enlaces inalámbricos se puede transportar datos y voz (Voz IP - VoIP) con una calidad y velocidad superior a las conexiones Internet vía satélite.



Figura II.1. Enlace Inalámbrico

Estos enlaces se realizan desde un punto donde exista la posibilidad de contratar un acceso a Internet hasta el punto donde sea necesaria dicha conexión.

2.1.1. TIPOS DE ENLACES INALÁMBRICOS

- **DISTRIBUCIÓN DE ACCESO INALÁMBRICO (HOTSPOT)**

El HOT SPOT consiste en la colocación de puntos de conexión en zonas públicas o privadas como aeropuertos, mineras, hoteles, cafés, restaurantes, etc, dando la posibilidad al usuario que disponga de un dispositivo con acceso a Internet Banda Ancha.

Los HOTSPOTS permiten que el acceso inalámbrico sea una realidad mucho más compleja y extensible que el Internet que hoy conocemos. No se trata solo de estar en un lugar físicamente y poder conectarte a la Red sin el cable, es mucho más.

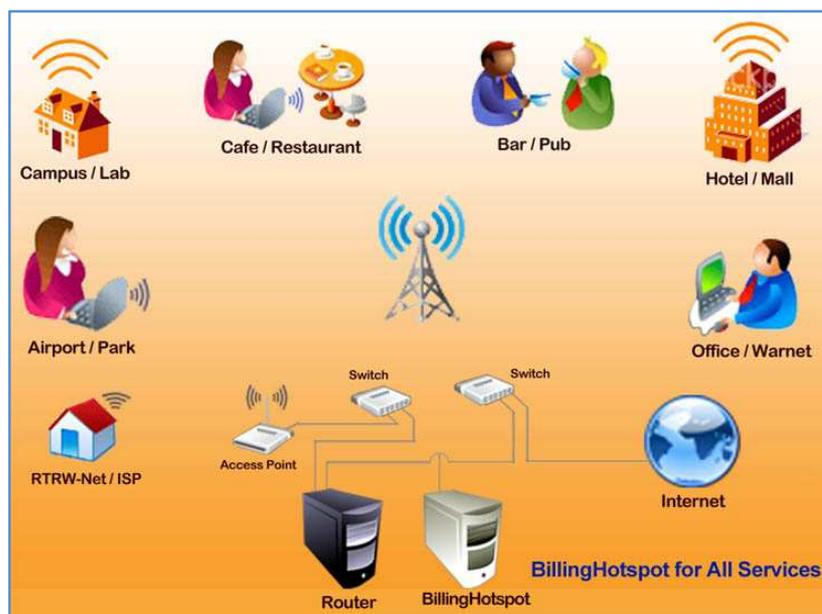


Figura II.2. Hot Spot

- **ENLACE PUNTO A PUNTO**

Los enlaces inalámbricos permiten el acceso a Internet en el mundo rural transportando la conexión de Internet banda ancha a lugares de difícil acceso. A través de los enlaces

inalámbricos se puede transportar datos y voz (Voz IP - VoIP) con una calidad y velocidad muy superior a las conexiones de Internet Rural Vía Satélite.

Ahora ya puede llegar hasta donde otros no llegan, con el Enlace Punto a Punto, alcanzará distancias mayores (10km) y podrá disfrutar de una conexión segura y eficiente.

Protocolo: IEEE 802.11b/g/a

Velocidad de Conexión: 11Mbps - 54Mbps-108Mbps

Potencia de transmisión: 250mw - 400mw

Características Especiales: QoS



Figura II.3. Enlace Punto a Punto

- **ENLACE MULTIPUNTO PUNTO**

Los enlaces Multipunto Punto permiten establecer áreas de cobertura de gran capacidad para enlazar diferentes puntos remotos hacia una central para implementar redes de datos voz y video. Algunas de las aplicaciones de este tipo de redes son: enlace de sucursales para compartir bases de datos, acceso a Internet, etc. Implementar redes de voz sobre IP para abatir costos de llamadas entre sucursales. Venta de acceso a Internet (ISP).

Redes de monitoreo mediante video vigilancia en campus universitarios, industrias, zonas residenciales y hasta ciudades completas con unidades móviles.

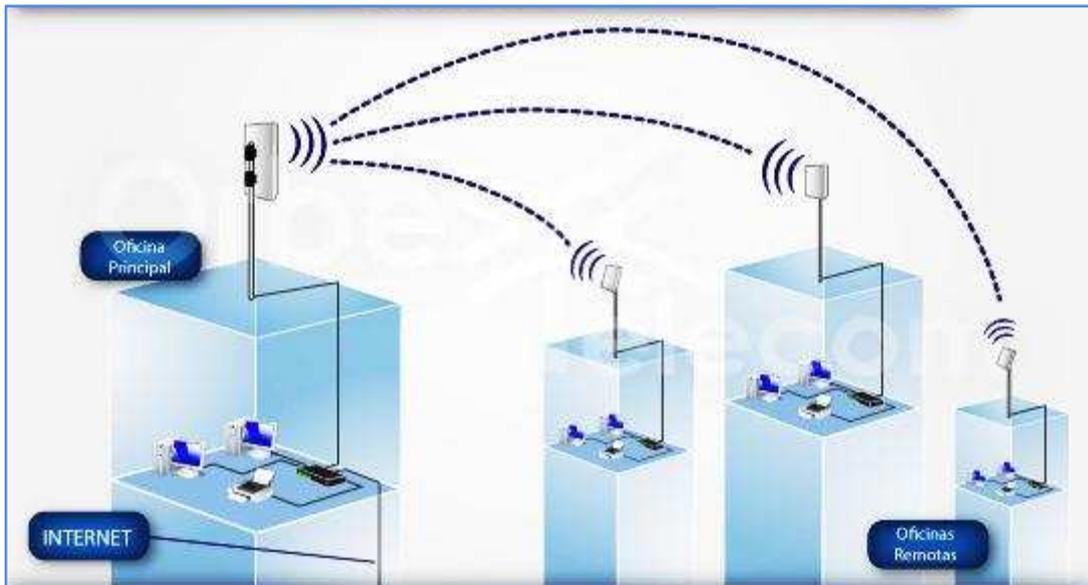


Figura II.4. Enlace Punto - Multipunto

2.2. RADIOENLACES

En la actualidad los sistemas inalámbricos nos rodean por todas partes. A los ya habituales sistemas de telefonía móvil, se unen las redes de datos inalámbricas, la televisión digital terrestre o los radioenlaces punto a punto. Para el correcto funcionamiento de estos sistemas resulta crucial un diseño adecuado de la interfaz radioeléctrica.

Los radioenlaces microondas fueron desarrollados antes de la segunda Guerra Mundial, su evolución se interrumpió por la prioridad que se dio a los sistemas de radar. La TV fue el primer usuario de los radioenlaces para la conexión entre estudios y otros centros transmisores y redes de transmisión de TV.

La red de radioenlaces microondas ha registrado una expansión notable en todos los países, debido a la automatización progresiva de la red telefónica y por la necesidad de disponer de más canales de TV a color.

Este desarrollo va conjuntamente con la evolución tecnológica que utiliza los nuevos componentes de microondas, lo que conduce a equipos que presentan dimensiones mínimas, gran facilidad de instalación, comodidad en el control de los equipos y emplea

tecnología moderna con circuitos de micro línea, sustituyendo en su mayoría a los grupos o componentes basados en guías de ondas.

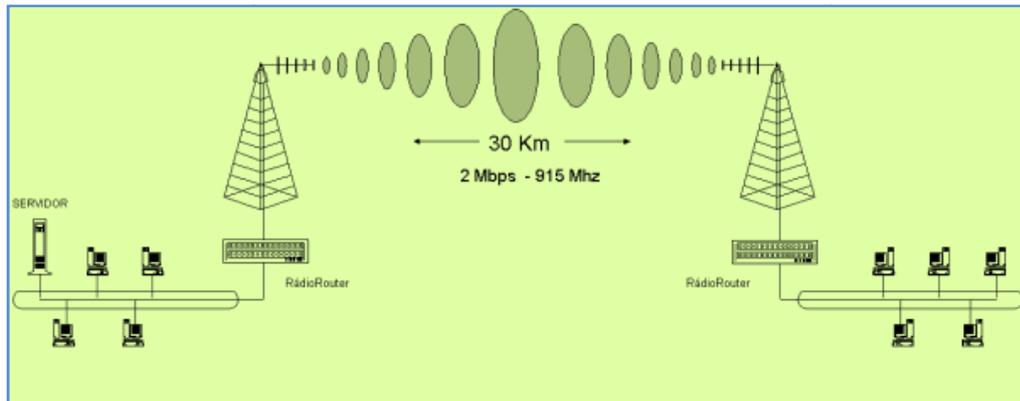


Figura II.5. Radioenlace

2.2.1. CONCEPTO

Radioenlace es la interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas. Si los terminales son fijos, el servicio se lo denomina como tal y si algún terminal es móvil, se lo denomina dentro de los servicios de esas características. Generalmente estos enlaces se explotan entre los 800 MHz y 42 GHz.

Los radioenlaces, establecen un concepto de comunicación del tipo dúplex, de donde se deben transmitir dos portadoras moduladas: una para la Transmisión y otra para la recepción. Al par de frecuencias asignadas para la transmisión y recepción de las señales, se lo denomina radio canal.

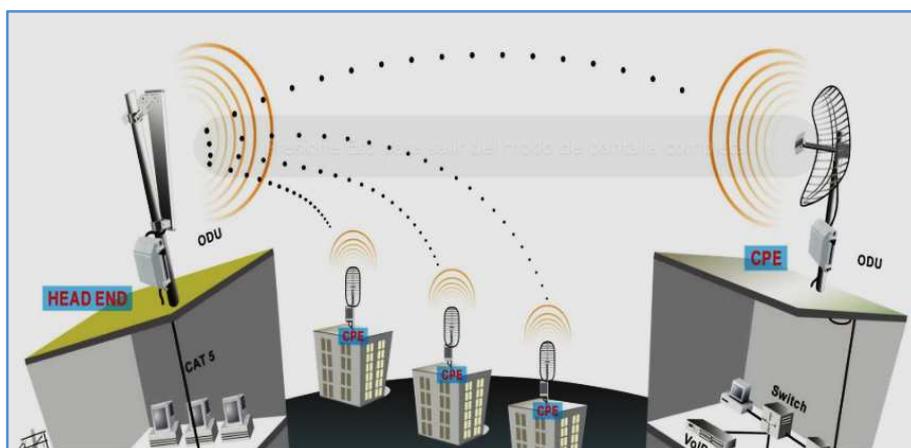


Figura II.6. Enlace Microonda

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

- ✓ Telefonía básica (canales telefónicos)
- ✓ Datos
- ✓ Telégrafo/Telex/Facsímile
- ✓ Canales de Televisión.
- ✓ Video
- ✓ Telefonía Celular (entre troncales)

2.2.2. TIPOS DE RADIOENLACES

En función de las frecuencias utilizadas, existen principalmente los siguientes tipos de radio enlaces

- **Infrarrojos**

Los infrarrojos son ondas electromagnéticas que se propagan en línea recta, siendo susceptibles de ser interrumpidos por cuerpos opacos. Su uso no precisa de licencia administrativa y no se ven afectados por interferencias radioeléctricas externas, pudiéndose alcanzar distancias de hasta 200 metros entre cada emisor y receptor.

InfraLAN es una red basada en infrarrojos compatible con las redes Token Ring a 4 Mbps, pudiendo utilizarse independientemente o combinada con una red de área local convencional.

- **Radio UHF**

Las redes basadas en equipos de radio UHF precisan para su instalación y uso una licencia administrativa. Tienen la ventaja de que la señal de radio que transporta la información no es interrumpida por la presencia de cuerpos opacos, pudiendo salvar obstáculos físicos gracias a su cualidad de difracción.

WaveLAN esta red funciona a 2 Mbps y tiene una cobertura de 335 metros. Puede utilizarse de forma independiente o conectada a una red de Arcnet, Token Ring o Ethernet.

- **Sistemas de Onda Corta**

Trabajan con frecuencias de 3 a 30 MHz. Sus enlaces son poco fiables debido a su gran atenuación y vulnerabilidad a interferencias. Su ventaja radica en que se pueden emplear para cubrir grandes distancias con poca potencia de salida y que no precisan de visibilidad directa entre antenas para la propagación de las señales portadoras de la información.

- **Sistemas de Microondas.**

La transmisión mediante microondas se lleva a cabo en una escala de frecuencia comprendida entre los 2 y 40 GHz. Para el enlace telefónico de larga distancia se utiliza este sistema en la banda comprendida entre los 4 y 6 GHz, en la larga distancia no es recomendable utilizar frecuencias superiores debido a que aumenta su atenuación.

Para este tipo de frecuencias es necesario que las antenas emisora y receptora no tengan obstáculos entre ellas (visibilidad directa), lo que obliga a utilizar antenas repetidoras en distancias del orden de los 50 Km.

En la actualidad se están comercializando redes locales cuyas estaciones están enlazadas entre sí por ondas de radio, empleando una sección poco utilizada del espectro electromagnético como son las frecuencias de 18 GHz, obteniéndose rendimientos superiores a las tecnologías que utilizan cables coaxiales para interconectar las máquinas de una red.

- **Radio - Enlaces Vía Satélite**

Los satélites artificiales han revolucionado el mundo de las telecomunicaciones. Resulta un medio ideal para la difusión de imágenes en directo y un sistema sumamente eficaz para los enlaces de datos de larga distancia.

Una de las principales ventajas de las comunicaciones por satélite es su enorme capacidad de transmisión. Por ejemplo, un satélite es capaz de soportar miles de canales telefónicos. Por otra parte, los satélites proporcionan una cobertura territorial muy amplia y con un coste independiente de la distancia.

La información debe ir convenientemente cifrada o codificada para que no puedan plantearse problemas de seguridad, ya que cualquiera que sintonice la frecuencia del satélite cuando está en su radio de acción puede recibir la información.

2.2.3. CONCEPTO DE DISEÑO DE RADIOENLACE

La primera tarea a resolver en el diseño de radioenlaces de microondas consiste en la selección de los lugares geográficos para la disposición de las estaciones de radio. Estos sitios deberán ofrecer las condiciones necesarias de desempeño confiable del radioenlace, por lo cual, se debe hacer un estudio de propagación riguroso, teniendo en cuenta la diversidad de terrenos que puede atravesar el enlace.

El diseño de un radioenlace microondas involucra cuatro pasos principales:

- ✓ Elección del sitio de instalación
- ✓ Relevamiento del perfil del terreno y cálculo de la altura del mástil para la antena.
- ✓ Calculo completo del radioenlace, estudio de la trayectoria del mismo y los efectos a los que se encuentra expuesto.

El diseño de radioenlaces es una disciplina que involucra toda una serie de cuestiones tales como la elección de la banda de frecuencias, el tipo de antenas y los equipos de radiocomunicación, el cálculo del balance de potencias, la estimación de los niveles de ruido e interferencia o el conocimiento de las distintas modalidades y fenómenos de propagación radioeléctrica, entre otras.

2.2.4. ESTRUCTURA DE UN RADIOENLACE

Un sistema de microondas consiste de tres componentes principales: una antena con una corta y flexible guía de onda, una unidad externa de RF (Radio Frecuencia) y una unidad interna de RF.

Las principales frecuencias utilizadas en microondas se encuentran alrededor de los 12 GHz, 18 y 23 GHz, las cuales son capaces de conectar dos localidades entre 1 y 15 millas de distancia una de la otra. El equipo de microondas que opera entre 2 y 6 GHz puede transmitir a distancias entre 20 y 30 millas.

2.2.5. PRESUPUESTO DE RADIOENLACE

Un presupuesto de potencia para un enlace es el cálculo de ganancias y pérdidas desde el radio transmisor (fuente de la señal de radio), a través de cables, conectores y espacio libre hacia el receptor. La estimación del valor de potencia en diferentes partes del radioenlace es necesaria para hacer el mejor diseño y elegir el equipamiento adecuado.

Un presupuesto de radio enlace completo es simplemente la suma de todos los aportes (en decibeles) en el camino de las tres partes principales.

2.2.5.1. ELEMENTOS DE UN RADIOENLACE

Los elementos pueden ser divididos en 3 partes principales:

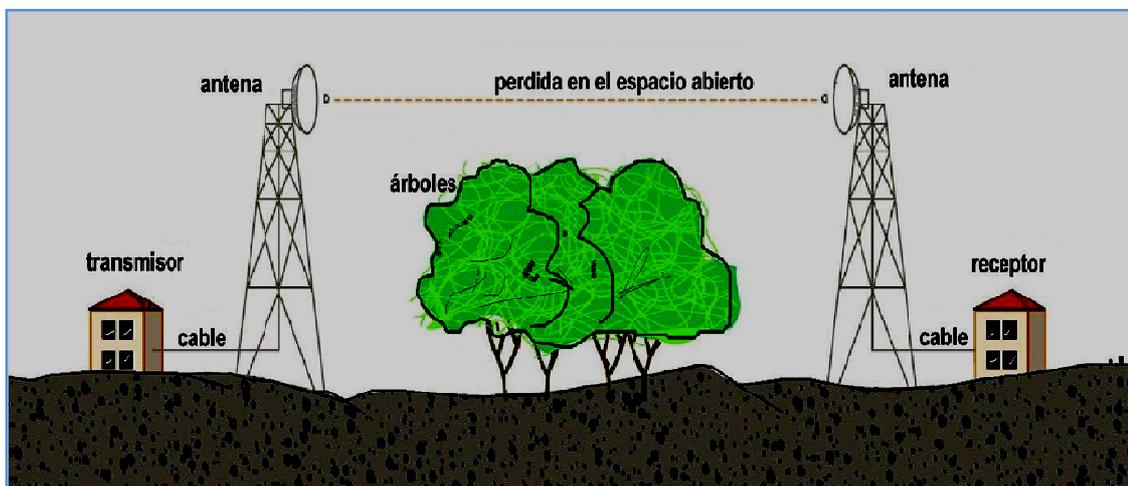


Figura.7. Elementos de un Radioenlace

1. El lado de Transmisión con potencia efectiva de transmisión.

$$\text{Potencia del transmisor [dBm]} - \text{Pérdida en el cableTX[dB]} + \text{Ganancia de antena TX [dBi]}$$

Ecuación.1. Suma de Potencias en la Transmisión

2. Pérdidas en la propagación.

Pérdidas en la trayectoria en el espacio abierto [dB]

3. El lado de Recepción con efectiva sensibilidad receptiva (*effective receiving sensibility*).

Ganancia de antena RX [dBi] – Pérdidas en el cable del RX [dB] = Margen –
Sensibilidad del receptor [dBm].

Ecuación.2. Suma de Potencias en la Recepción

2.2.5.2. PÉRDIDAS

Las pérdidas de propagación están relacionadas con la atenuación que ocurre en la señal cuando esta sale de la antena de transmisión hasta que llega a la antena receptora.

• **EN EL ESPACIO LIBRE**

La mayor parte de la potencia de la señal de radio se perderá en el aire. Aún en el vacío, una onda de radio pierde energía que se irradia en direcciones diferentes a la que puede capturar la antena receptora

La Pérdida en el Espacio Libre (FSL), mide la potencia que se pierde en el mismo sin ninguna clase de obstáculo. La señal de radio se debilita en el aire debido a la expansión dentro de una superficie esférica.

La Pérdida en el Espacio libre es proporcional al cuadrado de la distancia y también proporcional al cuadrado de la frecuencia. Aplicando decibeles, resulta la siguiente ecuación:

$$FSL = 20 \log_{10} (d) + 20 \log_{10} (f) - 147$$

Ecuación.3.FSL Distancia en Metros y Frecuencia en Hz

Donde:

d = distancia en m.

f = frecuencia en Hz

$$FSL = 20 \log_{10} (d) + 20 \log_{10} (f) + 32.4$$

Ecuación.3. FSL Distancia en Kilómetros y Frecuencia en MHz

Donde:

d = distancia en Km

f = frecuencia en MHz

$$FSL = 20 \log_{10} (d) + 20 \log_{10} (f) + 92.4$$

Ecuación.3. FSL Distancia en Kilómetros y Frecuencia en GHz

Donde:

d = distancia en Km

f = frecuencia en GHz

- **EN EL CABLE**

Las pérdidas en la señal de radio se pueden producir en los cables que conectan el transmisor y el receptor a las antenas.

Las pérdidas dependen del tipo de cable y la frecuencia de operación y normalmente se miden en dB/m o dB/pies. Independientemente del cable, siempre tendrá pérdidas. Por eso, recuerde que el cable de la antena debe ser lo más corto posible.

La pérdida típica en los cables está entre 0,1 dB/m y 1 dB/m. En general, mientras más grueso y más rígido sea el cable menor atenuación presentará.

Tabla.II.1. Perdida de los cables de transmisión (dB/100m)

TIPO DE CABLE	PÉRDIDA [dB/100m]
RG 58	Ca 80-100

RG 213	Ca 50
LMR-200	50
LMR-400	22
AIRCOM PLUS	22
LMR-600	14
Flexline de ½"	12
Flexline de 7/8"	6,6
C2FCP	21
Helix de ½"	12
Helix de 7/8"	7

Fuente: Texto Básico Radioenlaces

- **EN LOS CONECTORES**

Se estima por lo menos 0,25 dB de pérdida para cada conector en el cableado. Estos valores son para conectores bien hechos mientras que los conectores mal soldados DIY (Do It Yourself) pueden implicar pérdidas mayores. Los protectores contra descargas eléctricas que se usan entre las antenas y el radio deben ser presupuestados hasta con 1 dB de pérdida, dependiendo del tipo.

2.2.5.3. GANACIAS

La ganancia de una antena típica varía entre 2 dBi (antena integrada simple) y 8 dBi (omnidireccional estándar) hasta 21 – 30 dBi (parabólica). Tenga en cuenta que hay muchos factores que disminuyen la ganancia real de una antena.

Las pérdidas pueden ocurrir por muchas razones, principalmente relacionadas con una incorrecta instalación (pérdidas en la inclinación, en la polarización, objetos metálicos

adyacentes). Esto significa que sólo puede esperar una ganancia completa de antena, si está instalada en forma óptima.

2.2.5.4. SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR

La sensibilidad de un receptor es un parámetro de gran importancia ya que identifica el valor mínimo de potencia que necesita para poder decodificar/extraer “bits lógicos” y alcanzar una cierta tasa de bits. Cuanto más baja sea la sensibilidad, mejor será la recepción del radio. Un valor típico es 82 dBm en un enlace de 11 Mbps y -94 dBm para uno de 1 Mbps.

Una diferencia de 10dBaquí (que se puede encontrar fácilmente entre diferentes tarjetas) es tan importante como 10 dB de ganancia que pueden ser obtenidos con el uso de amplificadores o antenas más grandes. Nótese que la sensibilidad depende de la tasa de transmisión.

2.2.5.5. MARGEN Y RELACIÓN S/N

No es suficiente que la señal que llega al receptor sea mayor que la sensibilidad del mismo, sino que además se requiere que haya cierto margen para garantizar el funcionamiento adecuado.

La relación entre el ruido y la señal se mide por la tasa de señal a ruido (S/N). Un requerimiento típico de la SNR es 16 dB para una conexión de 11 Mbps y 4 dB para la velocidad más baja de 1 Mbps.

En situaciones donde hay muy poco ruido el enlace está limitado en primer lugar por la sensibilidad del receptor. En áreas urbanas donde hay muchos radioenlaces operando, es común encontrar altos niveles de ruido (tan altos como -92 dBm). En esos escenarios, se requiere un margen mayor. Para que el enlace sea factible debe cumplir con la siguiente relación:

$$\text{Potencia de Recepción} \geq \text{Potencia de Umbral o Sensibilidad}$$

Ecuación.6. Relación de Factibilidad de Transmisión

La potencia de recepción no debe sobrepasar la potencia de umbral especificada por el fabricante para que el equipo reciba la señal.

2.2.6. ECUACIÓN DEL CÁLCULO DE RADIOENLACES

En la figura se puede observar todos los elementos que se utilizan para el cálculo final del enlace:

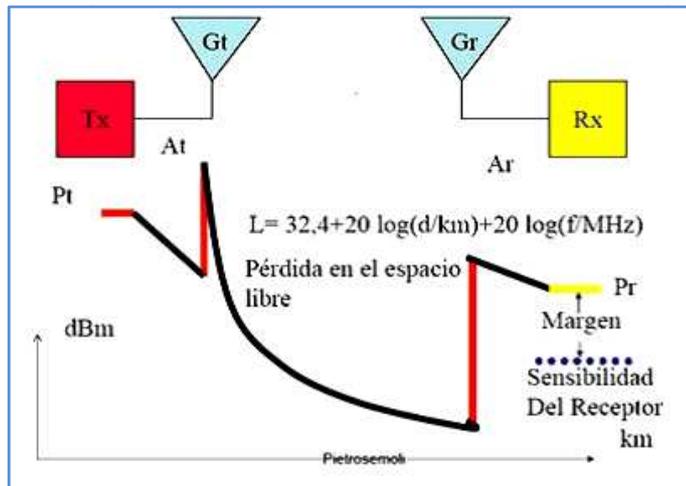


Figura II.8. Potencia en dBm en el Enlace en Función a la Distancia

Potencia del transmisor [dBm]

- Pérdidas en el cable Tx [dB]

+ Ganancia de la antena Tx [dBi]

- Pérdidas en la trayectoria del espacio libre [dB]

+ Ganancia de la antena Recetora [dBi]

- Pérdidas en el cable del Rx [dB]

- Sensibilidad del receptor [dBm]

Margen [dBm]

2.2.7. ZONA DE FRESNEL

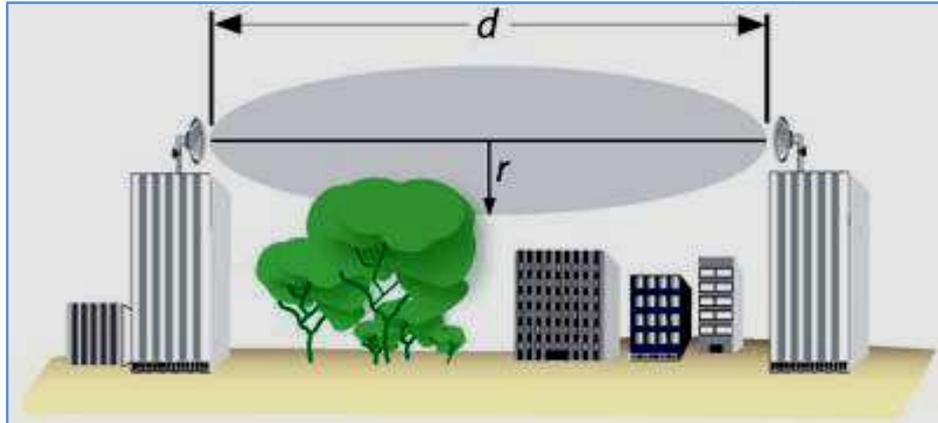


Figura II.9. Zona de Fresnel

La zona de Fresnel es una zona de despeje adicional que hay que tener en consideración en un enlace microonda punto a punto, además de la visibilidad directa entre las dos antenas.

Este factor deriva de la teoría de ondas electromagnéticas, respecto de la expansión de las mismas al viajar en el espacio libre. Esta expansión resulta en reflexiones y cambios de fase al pasar sobre un obstáculo. El resultado es un aumento o disminución en el nivel de intensidad de la señal recibida.

La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el 20%. Para establecer las zonas de Fresnel primero se debe determinar la línea de vista, que en términos simples es una línea recta entre la antena transmisora y la receptora. Ahora la zona que rodea el LOS son las zonas de Fresnel.

La fórmula genérica de cálculo de las zonas de Fresnel se muestra en la siguiente ecuación:

Ecuación.7.

Donde

λ = longitud de onda de la señal transmitida [m]

n =radio de la enésima zona de fresnel

r_n = es el radio de la enésima zona de Fresnel [m].

d_1 = es la distancia desde el transmisor al objeto en [Km].

d_2 = es la distancia desde el objeto al receptor en [Km].

2.2.8. TRANSMISIÓN CON LINEA DE VISTA

Las licencias o permisos para operar enlaces de microondas pueden resultar un poco difíciles ya que las autoridades deben de asegurarse que ambos enlaces no causen interferencia a los enlaces ya existentes.

El clima y el terreno son los mayores factores a considerar antes de instalar un sistema de microondas. Como por ejemplo, no se recomienda instalar sistemas en lugares donde no llueva mucho, en este caso deben usarse radios con frecuencias bajas (es decir menores a 10 GHz).

Las consideraciones en terreno incluyen la ausencia de montañas o grandes cuerpos de agua las cuales pueden ocasionar reflexiones de multi-trayectorias.

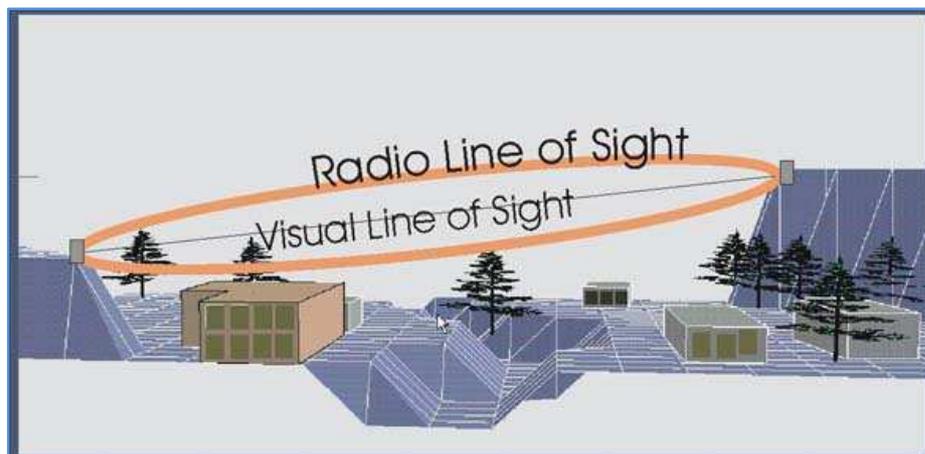


Figura II.10. Representación de Línea de Vista

2.3. RED DE MICROCONTROLADORES

Es un conjunto de equipos informáticos conectados entre sí por medio de dispositivos físicos que envían y reciben señales analógicas y digitales con la finalidad de compartir información mediante sistema de sensores y actuadores, unificado en un mismo protocolo de comunicación que conectan el PC con una red de microcontroladores.

Esta red utiliza el puerto USB de un ordenador, para que desde ahí se pueda tener acceso a diferentes tipos de equipos, lo cuales deben estar obligatoriamente conectados al mismo bus de datos y deben tener la capacidad de decidir en que momento cada uno de ellos puede hacer uso de la red, para poder transmitir el dato hacia el ordenador.



Figura II.11. Red de Microcontroladores

2.3.1. MICROCONTROLADORES

Un microcontrolador es un circuito integrado que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada y salida.

Los microcontroladores son unidades autosuficientes y económicas, el funcionamiento está determinado por el software grabado en su memoria.

En nuestro medio encontramos diversas aplicaciones del software de un microcontrolador, como por ejemplo (micro c, mplab, microcode, etc), y se puede reprogramar un número definido de veces.

2.3.1.1. ARQUITECTURA INTERNA DE UN MICROCONTROLADOR

Los microcontroladores al principio adoptaron la arquitectura clásica de von Neumann, actualmente se impone la arquitectura Harvard.

- **Arquitectura Von Neumann** Dispone de una sola memoria principal donde se almacenan datos e instrucciones de forma indistinta. A dicha memoria se accede a través de un sistema de buses único (direcciones, datos y control).



Figura II.12.Arquitectura Von Neuman

- **Arquitectura Harvard** Dispone de dos memorias independientes, una que contiene sólo instrucciones, y otra que contiene sólo datos. Ambas disponen de sus respectivos sistemas de buses de acceso y es posible realizar operaciones de acceso (lectura o escritura) simultáneamente en ambas memorias, ésta es la estructura para los PIC's.

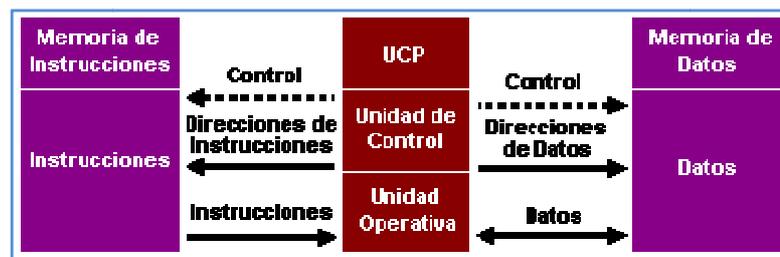


Figura II.13. Arquitectura Harvard

Los microcontroladores PIC responden a la arquitectura Harvard.

2.3.1.2. COMPONENTES DE UN MICROCONTROLADOR

Un microcontrolador contiene los siguientes componentes principales:

- **El procesador o UCP:** Es el elemento más importante del microcontrolador y determina sus principales características, tanto a nivel hardware como software.

Se encarga de direccionar la memoria de instrucciones, recibir el código OP de la instrucción en curso, su decodificación y la ejecución de la operación que implica la instrucción, así como la búsqueda de los operandos y el almacenamiento del resultado.

- **Memoria de programa:** Es la memoria de instrucciones, aquí es donde almacenaremos nuestro programa o código que el micro debe ejecutar. No hay posibilidad de utilizar memorias externas de ampliación.

Los tipos de memoria de programa son:

- **ROM con máscara:** se graba mediante el uso de máscaras. Sólo es recomendable para series muy grandes debido a su elevado coste.

- **EPROM:** se graba eléctricamente con un programador controlador por un PC. Disponen de una ventana en la parte superior para someterla a luz ultravioleta, lo que permite su borrado. Puede usarse en fase de diseño, aunque su coste unitario es elevado.

- **OTP:** su proceso de grabación es similar al anterior, pero éstas no pueden borrarse. Su bajo coste las hace idóneas para productos finales.

- **EEPROM:** también se graba eléctricamente, pero su borrado es mucho más sencillo, ya que también es eléctrico. No se pueden conseguir grandes capacidades y su tiempo de escritura y su consumo es elevado.

- **FLASH:** se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar en circuito al igual que las EEPROM, pero que suelen disponer de mayor capacidad que estas últimas. Son recomendables aplicaciones en las que es necesario modificar el programa a lo largo de la vida del producto. Por sus mejores prestaciones, está sustituyendo a la memoria EEPROM para contener instrucciones.

- **Memoria de datos**

Esta memoria tiene dos zonas diferentes:

- **RAM estática ó SRAM:** donde residen los Registros Específicos (SFR) con 24 posiciones de tamaño byte, aunque dos de ellas no son operativas y los Registros de Propósito General (GPR) con 68 posiciones.
- **EEPROM:** de 64 bytes donde, opcionalmente, se pueden almacenar datos que no se pierden al desconectar la alimentación.
 - **Puertas de Entrada y Salida:** proporcionar el soporte a las señales de entrada, salida y control.
 - **Reloj principal:** Todos los microcontroladores disponen de un circuito oscilador que genera una onda cuadrada de alta frecuencia, que configura los impulsos de reloj usados en la sincronización de todas las operaciones del sistema.

El circuito de reloj está incorporado en el microcontrolador y sólo se necesitan unos pocos componentes exteriores para seleccionar y estabilizar la frecuencia de trabajo. Dichos componentes suelen consistir en un cristal de cuarzo junto a elementos pasivos o bien un resonador cerámico o una red R-C.

Los principales recursos específicos que incorporan los microcontroladores son:

- **Temporizadores o "Timers":** Se emplean para controlar periodos de tiempo (temporizadores) y para llevar la cuenta de acontecimientos que suceden en el exterior (contadores).
- **Perro guardián o "Watchdog":** El Perro guardián consiste en un temporizador que, cuando se desborda y pasa por 0, provoca un reset automáticamente en el sistema. Se debe diseñar el programa de trabajo que controla la tarea de forma que refresque o inicialice al Perro guardián antes de que provoque el reset.
- **Protección ante fallo de alimentación o "Brownout":** Se trata de un circuito que resetea al microcontrolador cuando el voltaje de alimentación (VDD) es inferior a un voltaje mínimo ("brownout"). Mientras el voltaje de alimentación sea inferior al de brownout el dispositivo se mantiene reseteado, comenzando a funcionar normalmente cuando sobrepasa dicho valor.
- **Estado de reposo o de bajo consumo:** Son abundantes las situaciones reales de trabajo en que el microcontrolador debe esperar, sin hacer nada, a que se produzca algún acontecimiento externo que le ponga de nuevo en funcionamiento. Para

ahorrar energía, (factor clave en los aparatos portátiles), los microcontroladores disponen de una instrucción especial (SLEEP en los PIC), que les pasa al estado de reposo o de bajo consumo, en el cual los requerimientos de potencia son mínimos.

- **Convertor A/D:** Los microcontroladores que incorporan un Convertor A/D (Analógico/Digital) pueden procesar señales analógicas, tan abundantes en las aplicaciones. Suelen disponer de un multiplexor que permite aplicar a la entrada del CAD diversas señales analógicas desde los pines del circuito integrado.
- **Convertor D/A:** Transforma los datos digitales obtenidos del procesamiento del computador en su correspondiente señal analógica que saca al exterior por una de los pines de la cápsula. Existen muchos efectores que trabajan con señales analógicas.
- **Comparador analógico:** Algunos modelos de microcontroladores disponen internamente de un Amplificador Operacional que actúa como comparador entre una señal fija de referencia y otra variable que se aplica por una de los pines de la cápsula. La salida del comparador proporciona un nivel lógico 1 ó 0 según una señal sea mayor o menor que la otra.

También hay modelos de microcontroladores con un módulo de tensión de referencia que proporciona diversas tensiones de referencia que se pueden aplicar en los comparadores.

- **Modulador de anchura de impulsos o PWM:** Son circuitos que proporcionan en su salida impulsos de anchura variable, que se ofrecen al exterior a través de los pines del encapsulado.
- **Puertas de E/S digitales:** Todos los microcontroladores destinan algunas de sus pines a soportar líneas de E/S digitales. Por lo general, estas líneas se agrupan de ocho en ocho formando Puertos. Las líneas digitales de los Puertos pueden configurarse como Entrada o como Salida cargando un 1 ó un 0 en el bit correspondiente de un registro destinado a su configuración.
- **Puertas de comunicación:** Con objeto de dotar al microcontrolador de la posibilidad de comunicarse con otros dispositivos externos, otros buses de microprocesadores, buses de sistemas, buses de redes y poder adaptarlos con otros elementos bajo otras normas y protocolos. Algunos modelos disponen de recursos que permiten directamente esta tarea, entre los que destacan:

- **UART:** adaptador de comunicación serie asíncrona.
- **USART:** adaptador de comunicación serie síncrona y asíncrona
- **USB (Universal Serial Bus):** que es un moderno bus serie para los PC.
- **Bus I2C:** que es un interfaz serie de dos hilos desarrollado por Philips.
- **CAN (Controller Area Network):** para permitir la adaptación con redes de conexión multiplexado desarrollado conjuntamente por Bosch e Intel para el cableado de dispositivos en automóviles.

2.3.1.3. MICROCONTROLADORES PIC DE MICROCHIP

En el Ecuador es de gran aplicación debido a:

- Facilidad de uso
- Información y herramientas de apoyo.
- Compatibilidad
- Facilidad de adquisición

2.3.1.3.1. GAMAS DE MICROCONTROLADORES

- **GAMA BAJA PIC12C5X:** Se trata de una serie de PIC de recursos limitados, pero con una de las mejores relaciones costo/prestaciones. Sus versiones están encapsuladas con 18 y 28 pines y pueden alimentarse a partir de una tensión de 2,5 V, lo que les hace ideales en las aplicaciones que funcionan con pilas teniendo en cuenta su bajo consumo (menos de 2 mA a 5 V y 4 MHz). Tienen un repertorio de 33 instrucciones cuyo formato consta de 12 bits. No admiten ningún tipo de interrupción y la Pila sólo dispone de dos niveles.

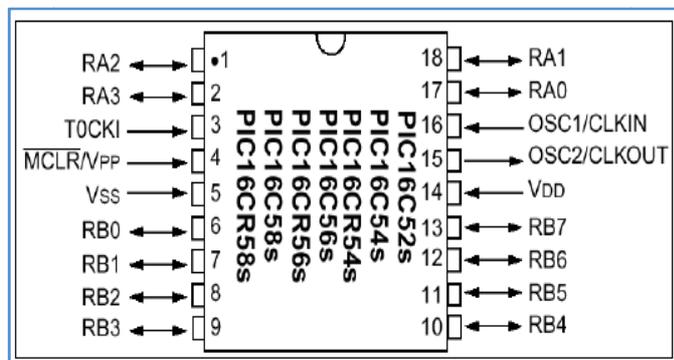


Figura II.14. Microcontroladores de Gama Baja

Los componentes de la gama baja conviene nombrar dos restricciones importantes:

- La pila o "stack" sólo dispone de dos niveles lo que supone no poder encadenar más de dos subrutinas.
- Los microcontroladores de la gama baja no admiten interrupciones.

- **GAMA MEDIAPIC16CXXX:** Es la gama más variada y completa de los PIC. Abarca modelos con encapsulado desde 18 pines hasta 68, cubriendo varias opciones que integran abundantes periféricos.

Dentro de esta gama se halla el «fabuloso PIC16X84» y sus variantes. En esta gama admiten interrupciones, poseen comparadores de magnitudes analógicas, convertidores A/D, puertos serie y diversos temporizadores.

El repertorio de instrucciones es de 35, de 14 bits cada una y compatible con el de la gama baja. Sus distintos modelos contienen todos los recursos que se precisan en las aplicaciones de los microcontroladores de 8 bits, dispone de interrupciones y una Pila de 8 niveles que permite el anidamiento de subrutinas.

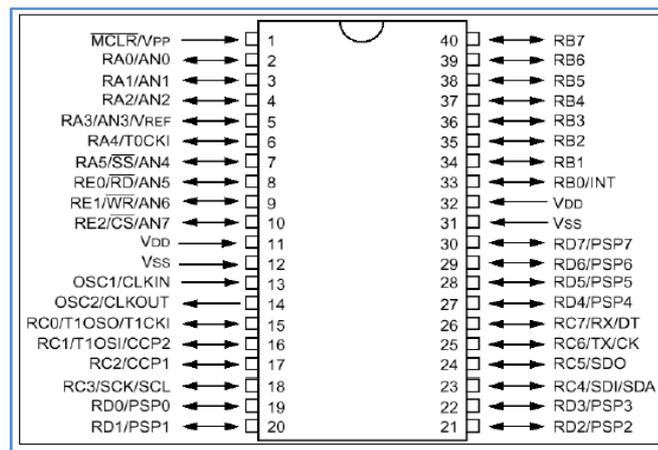


Figura II.15. Microcontroladores de Media

- **GAMA ALTA PIC17CXXX, PIC18XXX:** Alcanzan las 58 instrucciones de 16 bits en el repertorio y sus modelos disponen de un sistema de gestión de interrupciones vectorizadas. También incluyen variados controladores de periféricos, puertas de comunicación serie y paralelo con elementos externos, un multiplicador hardware de

gran velocidad y mayores capacidades de memoria, que alcanza los 8 k palabras en la memoria de instrucciones y 454 bytes en la memoria de datos.

La característica más destacable de los componentes de esta gama es la arquitectura abierta, que consiste en la posibilidad de ampliación del microcontrolador con elementos externos. Para este fin, las patitas sacan al exterior las líneas de los buses de datos, direcciones y control, a las que se conectan memorias o controladores de periféricos. Esta facultad obliga a estos componentes a tener un elevado número de pines comprendido entre 40 y 44.

2.3.2. DESCRIPCIÓN DEL PIC 16F877A

El microcontrolador pertenece a la familia 16F87x, que son una combinación del PIC 16F84 y los recursos del PIC 16C73 y 74, incorpora la memoria FLASH, con capacidad de 4K u 8K.

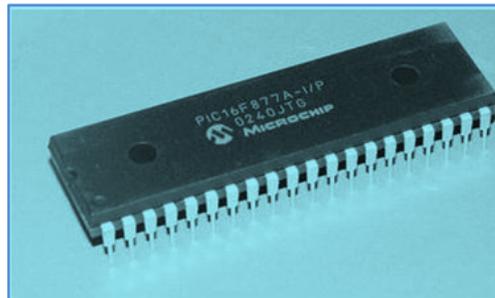


Figura II.16. PIC 16F877A

Tiene 5 puertos configurables a las necesidades, comunicación serie, convertidor Análogo/Digital, comunicación paralela y su alimentación va en un rango de 3 a 5 volts.

Este microcontrolador trabaja con varias frecuencias de entrada, siendo la mayor de 20 MHz, aunque internamente trabaja a un cuarto de frecuencia antes mencionada gracias a un divisor de frecuencia que ya está contenido en el interior del PIC.

La cantidad de corriente que estos dispositivos requieren es muy pequeña y tienen un gran soporte y resistencia contra ciertos contaminantes del exterior, aunque si son sensibles al ruido externo causado por algunas componentes conectados a sus terminales.

El uso de este PIC permite tener una computadora para aplicaciones específicas, que con el simple hecho de desarrollar un programa en "C" o en ensamblador, dan la posibilidad de controlar y manipular el entorno donde se encuentra. Se puede conectar directamente simples leds, display de segmentos, sensores de temperatura, y luminosidad, o para trabajo pesado y con el uso de otros componentes motores, actuadores.

2.3.2.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Las características principales del PIC16F877A se muestran en la siguiente tabla.

Tabla. II.2. Características del PIC16F877A

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Memoria de programa	8KBytes (8192 instrucciones)
Memoria SRAM	368 Bytes
Memoria EEPROM	256 Bytes
Puertos E/S	33
Entradas analógicas (ADC)	8(10 Bits)
Salidas PWM	2
SPI	Si
I ² C	Si
USART	Si
Temporizadores de 8 Bits	2
Temporizador de 16 Bits	1
Comparadores	2
Oscilador	0 – 20 MHz
Número de pines	40/44
Encapsulado	PDIP, PLCC, TQFP, QFN
Juego de instrucciones	35 Instrucciones
Arquitectura	Harvard
CPU	Risc

Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf>

2.3.3. DESCRIPCIÓN DEL PIC 18F2550

Es un potente microcontrolador CMOS FLASH (tipo de tecnología de semiconductores más utilizada en la actualidad), de 32 bits fácil de programar con puerto USB V2.0 y disponible en cápsulas DIP (encapsulado rectangular de un circuito integrado, con dos hileras de patillas en paralelo, simétricamente distribuidas a los dos lados) y SOC, de 28pines, posee puerto USB y un circuito de Reset, que eliminan la necesidad de componentes externos.

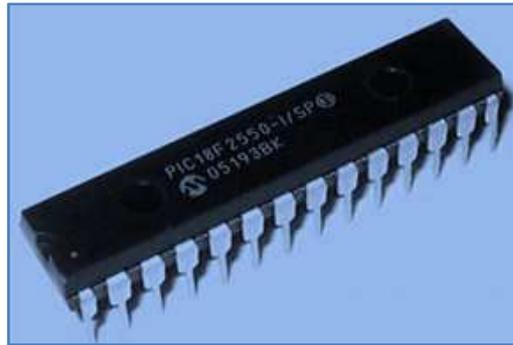


Figura II.17. PIC 18F2550

Posee una memoria de lectura, programada y borrada eléctricamente. La operación de borrado y programación es muy sencilla y se puede grabar y borrar tantas veces como se quiera.

2.3.3.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Las características principales del PIC18F2550 se muestran en la siguiente tabla.

Tabla.II.3. Características de PIC18F2550

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Memoria de programa	32 KBytes
Memoria RAM	2KBytes
Memoria EEPROM	256 Bytes
Puertos E/S	24
Entradas analógicas (ADC)	10(10 Bits)
Salidas PWM	2

SPI	Si
I ² C	Si
USART	Si
Temporizadores	4
Comparadores	2
Oscilador	32 Khz – 8MHz
Número de pines	28
Encapsulado	PDIP, PLCC, TQFP, QFN
Voltaje de operación	4.2 V – 5.5 V
Oscilador Externo	48MHz

Fuente: http://www.antury.net/online/product.php?id_product=1

2.4. LÍNEAS O CANALES DE COMUNICACIÓN

Se pueden establecer canales para la comunicación de acuerdo a tres técnicas, siempre tomando al microprocesador o microcontrolador como referencia (transmisor) y al periférico como destino (receptor):

- **Simplex:** En ella la comunicación serie usa una dirección y una línea de comunicación. Siempre existirá un transmisor y un receptor, no ambos.

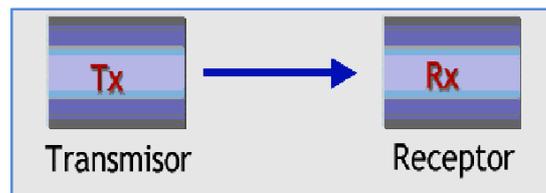


Figura II.18. Comunicación Simple

La ventaja de este sistema consiste en que es necesario sólo un enlace a dos hilos.

La desventaja radica en que el extremo receptor no tiene ninguna forma de avisar al extremo transmisor sobre su estado y sobre la calidad de la información que se recibe. Esta es la razón por la cual, generalmente, no se utiliza.

- **Half duplex:** La comunicación serie se establece a través de una sólo línea, pero en ambos sentidos. En un momento el transmisor enviará información y en otro recibirá, por lo que no se puede transferir información en ambos sentidos de forma simultánea.

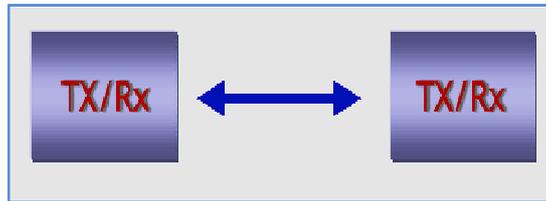


Figura II.19. Comunicación Half duplex

Este modo permite la transmisión desde el extremo receptor de la información, sobre el estado de dicho receptor y sobre la calidad de la información recibida por lo que permite así la realización de procedimientos de detección y corrección de errores.

- **Full duplex:** Se utilizan dos líneas (una transmisora y otra receptora) y se transfiere información en ambos sentidos. La ventaja de este método es que se puede transmitir y recibir información de manera simultánea.

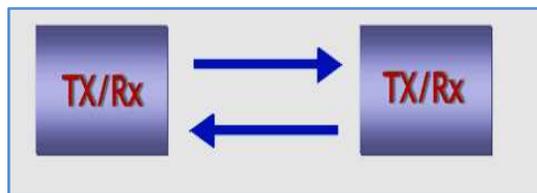


Figura II.20. Comunicación Full Duplex

La mayoría de los dispositivos especializados para la comunicación pueden transferir información tanto en full duplex como en half duplex (el modo simplex es un caso especial dentro de half duplex).

2.5. MODOS DE TRANSMISIÓN

Una transmisión de datos tiene que ser controlada por medio del tiempo, para que el equipo receptor conozca en qué momento se puede esperar que una transferencia tenga lugar. Hay dos principios de transmisión para hacer esto posible:

- **TRANSMISIÓN SÍNCRONA:** Es un método más eficiente de comunicación en cuanto a velocidad de transmisión. Esto viene dado porque no existe ningún tipo de información adicional entre los caracteres a ser transmitidos.

Cuando se transmite de manera síncrona lo primero que se envía es un octeto de sincronismo ("sync"). El octeto de sincronismo realiza la misma función que el bit de inicio en la transmisión asíncrona, indicando al receptor que va a ser enviado un mensaje. Este carácter, además, utiliza la señal local de reloj para determinar cuándo y con qué frecuencia será muestreada la señal, es decir, permite sincronizar los relojes de los dispositivos transmisor y receptor.

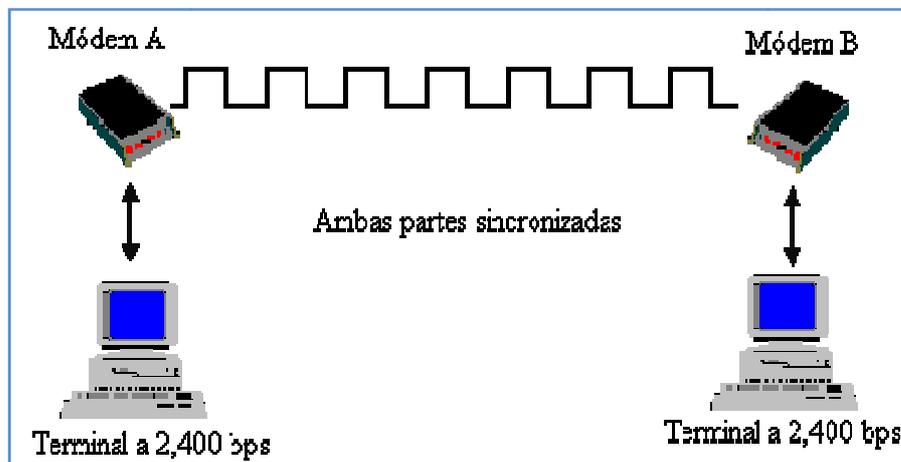


Figura II.21. Transmisión Síncrona.

Los caracteres de sincronismo deben diferenciarse de los datos del usuario para permitir al receptor detectar los caracteres "sync"

En la transmisión síncrona es necesario mantener el sincronismo entre el transmisor y el receptor cuando no se envían caracteres, para ello son insertados caracteres de sincronismo de manera automática por el dispositivo que realiza la comunicación.

CARACTERÍSTICAS

Existen varias características, a continuación se mencionan las más importantes:

- Los bloques a ser transmitidos tienen un tamaño que oscila entre 128 y 1,024 bytes.

- La señal de sincronismo en el extremo fuente, puede ser generada por el equipo terminal de datos o por el módem.
- El rendimiento de la transmisión síncrona, cuando se transmiten bloques de 1,024 bytes y se usan no más de 10 bytes de cabecera y terminación, supera el 99%.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

- Posee un alto rendimiento en la transmisión.
- Los equipamientos necesarios son de tecnología más completa y de costos más altos.
- Son especialmente aptos para ser usados en transmisiones de altas velocidades (iguales o mayores a 1,200 baudios de velocidad de modulación).
- El flujo de datos es más regular.

• TRANSMISIÓN ASÍNCRONA

En la transmisión asíncrona es el emisor el que decide cuando se envía el mensaje de datos a través de la red. En una red asíncrona el receptor por lo consiguiente no sabe exactamente cuándo recibirá un mensaje.

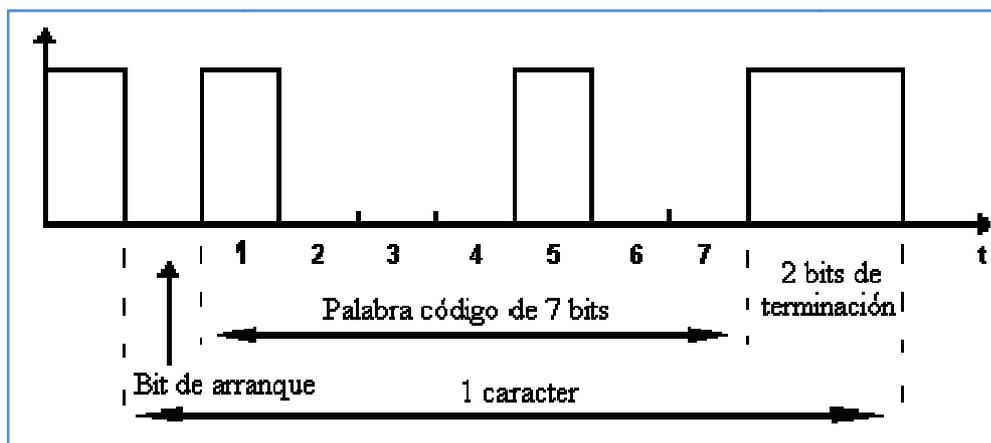


Figura II.22. Transmisión Asíncrona.

En el procedimiento asíncrono, cada carácter a ser transmitido es delimitado por un bit denominado de cabecera o de arranque, y uno o dos bits denominados de terminación o de parada.

El bit de arranque tiene dos funciones de sincronización de los relojes del transmisor y del receptor. El bit o bits de parada, se usan para separar un carácter del siguiente. Normalmente, a continuación de los bits de información se acostumbra agregar un bit de paridad (par o impar).

CARACTERÍSTICAS

- Los equipos terminales que funcionan en modo asíncrono, se denominan también “terminales en modo carácter”.
- La transmisión asíncrona también se le denomina arrítmica o de “start-stop”.
- La transmisión asíncrona es usada en velocidades de modulación de hasta 1,200 baudios.
- El rendimiento de usar un bit de arranque y dos de parada, en una señal que use código de 7 bits más uno de paridad (8 bits sobre 11 transmitidos) es del 72%.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

- En caso de errores se pierde siempre una cantidad pequeña de caracteres, pues éstos se sincronizan y se transmiten de uno en uno.
- Bajo rendimiento de transmisión, dada la proporción de bits útiles y de bits de sincronismo, que hay que transmitir por cada carácter.
- Es un procedimiento que permite el uso de equipamiento más económico y de tecnología menos sofisticada.
- Se adecua más fácilmente en aplicaciones, donde el flujo transmitido es más irregular.
- Son especialmente aptos, cuando no se necesitan lograr altas velocidades.

2.6. PROTOCOLO DE EIA/TIA 485

RS-485 o también conocido como EIA-485, RS-485 (EIA-485, TIA/EIA-485) es un estándar de telecomunicaciones para las comunicaciones serie binaria entre los dispositivos. Es un estándar de comunicaciones en bus de la capa física del Modelo OSI. RS-485 es una versión actualizada del protocolo de serie original RS-232, permite conexiones en serie entre más de dos dispositivos en un sistema en red.

Está definido como un sistema en bus de transmisión multipunto diferencial, es ideal para transmitir a altas velocidades sobre largas distancias (35 Mbps hasta 10 metros y 100 Kbps en 1.200 metros) y a través de canales ruidosos, ya que reduce los ruidos que aparecen en los voltajes producidos en la línea de transmisión. El medio físico de transmisión es un par entrelazado que admite hasta 32 estaciones en un solo hilo, con una longitud máxima de 1.200 metros operando entre 300 y 19200 bps y la comunicación half-duplex (semiduplex). La transmisión diferencial permite múltiples drivers dando la posibilidad de una configuración multipunto, permite muchas y diferentes configuraciones y utilidades.

Ventajas de RS-485

Esta interfaz tiene muchas ventajas con respecto a RS 232, entre las cuales se mencionan:

a) Bajo costo: Los Circuitos Integrados para transmitir y recibir son baratos y solo requieren una fuente de +5V para poder generar una diferencia mínima de 1.5v entre las salidas diferenciales. En contraste con RS-232 que en algunos casos requiere de fuentes dobles para alimentar algunos circuitos integrados.

b) Capacidad de interconexión: RS-485 es una interfase multi-enlace con la capacidad de poder tener múltiples transmisores y receptores. Con una alta impedancia receptora, los enlaces con RS-485 pueden llegar a tener a lo máximo hasta 256 nodos.

c) Longitud de Enlace: En un enlace RS-485 puede tener hasta 4000 pies de longitud, comparado con RS-232 que tiene unos límites típicos de 50 a 100 pies.

d) Rapidez: La razón de bits puede ser tan alta como 10 Mega bits/ segundo.

La razón por la que RS-485 puede transmitir a largas distancias, es porque utiliza el balanceo de líneas. Cada señal tiene dedicados un par de cables, sobre uno de ellos se encontrará un voltaje y en el otro estará su complemento, de esta forma, el receptor responde a la diferencia entre voltajes. La ventaja de las líneas balanceadas es su inmunidad al ruido.

2.6.1. MÉTODO FÍSICO DE TRANSMISIÓN

Los transmisores RS485 ponen a disposición baja carga un nivel de salida de $\pm 2V$ entre las dos salidas; los módulos de recepción reconocen el nivel de $\pm 200mV$ como señal válida. La asignación del nivel de tensión diferencial para el estado lógico está definido como:

$$A - B < -0,3V = \text{MARK} = \text{OFF} = \text{Lógico 1}$$

$$A - B > +0,3V = \text{SPACE} = \text{ON} = \text{Lógico 0}$$

2.6.2. BUS DE 2 HILOS RS485

El estándar 2D-RS-485, es el más comúnmente conocido por estándar RS-485. En este caso se elimina uno de los pares transmisión/recepción. Se utiliza una sola línea de transmisión balanceada bidireccional. Las características físicas de la línea se mantienen (longitud y velocidades de transmisión admisibles). Las señales necesarias en este caso son las mostradas en la tabla:

Tabla.II.4. Señales del Bus de 2 Hilos RS485

NOMBRE	FUNCIÓN
TXD / RXD (+)	TRANSMISIÓN DE DATOS (SALIDA +)
TXD / RXD(-)	TRANSMISIÓN DE DATOS (SALIDA -)
TIERRA	TIERRA

Fuente: <http://tecnologiaelectronik.blogspot.com/>

El Bus de 2 hilos RS485 se compone del cable propio de Bus con una longitud máxima de 500m. Los participantes se conectan a este cable a través de una línea adaptadora de máximo de 5 metros de largo. La ventaja de la técnica de 2 hilos reside esencialmente en la capacidad multi-master, en donde cualquier participante puede cambiar datos en principio con cualquier otro. El Bus de 2 hilos es básicamente apto sólo para semi-dúplex, puesto que sólo hay a disposición una vía de transmisión, siempre puede enviar datos un solo participante. Sólo después de finalizar el envío, pueden responder otros participantes.

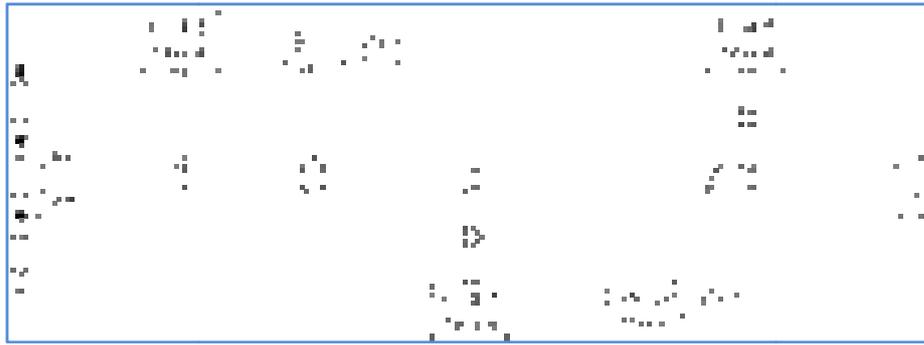


Figura II.23. Bus de 2 Hilos RS485

2.7. TRANSMISIÓN EN SERIE

La conexión paralela entre el microcontrolador y los periféricos a través de los puertos de entrada/salida es una solución perfecta para las distancias cortas hasta varios metros. No obstante, en otros casos cuando es necesario establecer comunicación entre dos dispositivos a largas distancias no es posible utilizar la conexión paralela. En vez de eso, se utiliza la conexión en serie.

Hoy en día, la mayoría de los microcontroladores llevan incorporados varios sistemas diferentes para la comunicación en serie, como un equipo estándar.

Una de las cosas más importantes en cuanto a la comunicación en serie es el Protocolo que debe ser estrictamente observado. Es un conjunto de reglas que se aplican obligatoriamente para que los dispositivos puedan interpretar correctamente los datos que intercambian mutuamente. Afortunadamente, los microcontroladores se encargan de eso automáticamente, así que el trabajo de programador/usuario es reducido a la escritura y lectura de datos.

2.7.1. VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN SERIAL

La velocidad de transmisión serial (*baud rate*) es el término utilizado para denotar el número de bits transmitidos por segundo [bps]. El protocolo normalmente requiere que cada byte se transmita junto con varios bits de control; es decir que un byte en un flujo de datos serial puede consistir en 11 bits.

2.7.2. I²C (CIRCUITO INTER-INTEGRADO)

Circuito inter-integrado es un sistema para el intercambio de datos serial entre los microcontroladores y los circuitos integrados especializados de generación. Se utiliza cuando la distancia entre ellos es corta (el receptor y el transmisor están normalmente en la misma placa de circuito impreso).

La conexión se establece por medio de dos líneas - una se utiliza para transmitir los datos, mientras que la otra se utiliza para la sincronización (la señal de reloj). Un dispositivo es siempre el principal (master - maestro), el que realiza el direccionamiento de un chip subordinado (slave - esclavo) antes de que se inicie la comunicación.

De esta manera un microcontrolador puede comunicarse con 112 dispositivos diferentes. La velocidad de transmisión serial es normalmente 100 Kb/seg (el modo estándar) o 10 Kb/seg (modo de velocidad de transmisión baja). Recientemente han aparecido los sistemas con la velocidad de transmisión serial 3.4 Mb/seg. La distancia entre los dispositivos que se comunican por el bus I²C está limitada a unos metros.

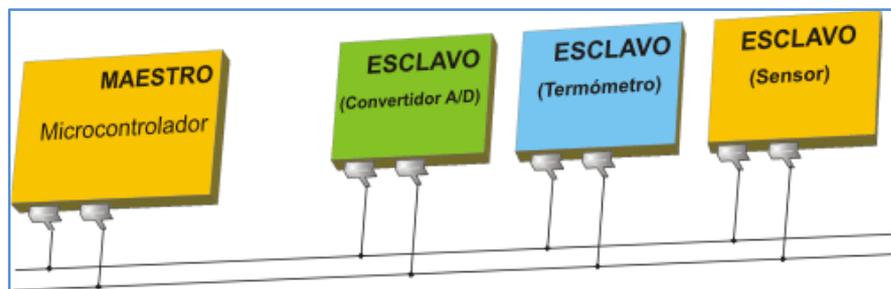


Figura II.24. Diagrama Transmisión Mediante I²C

2.7.3. SPI (BUS SERIAL DE INTERFAZ DE PERIFÉRICOS)

Un bus serial de interfaz de periféricos es un sistema para la comunicación serial que utiliza hasta cuatro líneas (normalmente solo son necesarias tres) - para recibir los datos, para transmitir los datos, para sincronizar y (opcional) para seleccionar el dispositivo con el que se comunica. Esto es la conexión full duplex, lo que significa que los datos se envían y se reciben simultáneamente.

La velocidad de transmisión máxima es mayor que en el sistema de conexión I²C.

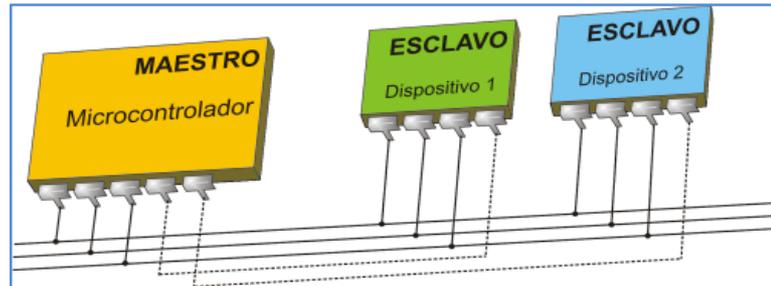


Figura II.25. Diagrama Transmisión mediante SPI

2.7.4. USART (TRANSMISOR-RECEPTOR SINCRONO/ASÍNCRONO UNIVERSAL)

La principal función de USART es la de transmitir o recibir datos en serie. Esta operación puede dividirse en dos categorías: síncrona o asíncrona. La transmisión síncrona utiliza una señal de reloj y una línea de datos, mientras que en la transmisión asíncrona no se envía la señal de reloj, por lo que el emisor y el receptor deben tener relojes con la misma frecuencia y fase. Cuando la distancia entre el emisor y el receptor es pequeña se suele utilizar la transmisión síncrona, mientras que para distancias mayores se utilizan la transmisión asíncrona.

El USART puede transmitir o recibir datos serie. Puede transferir tramas de datos de 8 o 9 bits por transmisión y detectar errores de transmisión. También puede generar interrupciones cuando se produce una recepción de datos o cuando la transmisión ha sido completa.

En el modo síncrono se permite la transmisión continua de datos y no existe un límite de tamaño, es un modo semi-duplex (la comunicación serie se establece a través de una única línea, en ambos sentidos, pero no se puede transferir información en ambos sentidos de forma simultánea). En este modo de transmisión se puede trabajar de dos formas.

- En modo Maestro, donde el microcontrolador maestro genera la señal de reloj e inicia o finaliza la comunicación.
- En modo Esclavo, donde el microcontrolador esclavo recibe la señal de reloj y depende del microcontrolador maestro para recibir o enviar información.

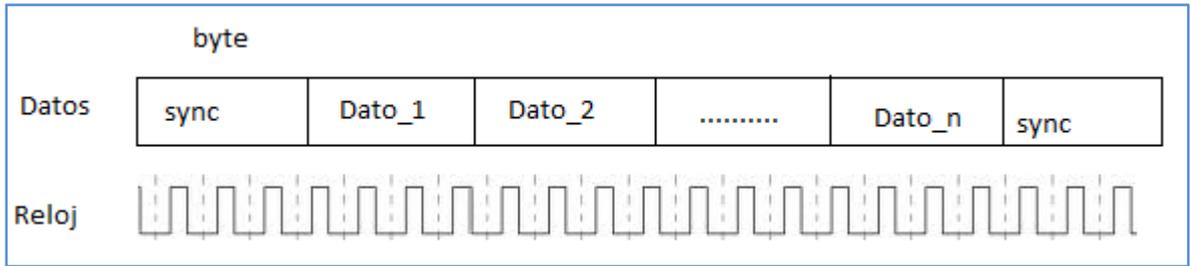


Figura II.26. Transmisión Continua de Datos en USART

2.7.5. UART (TRANSMISOR-RECEPTOR ASÍNCRONO UNIVERSAL)

Este tipo de conexión es asíncrona, lo que significa que no se utiliza una línea especial para transmitir la señal de reloj. Puesto que se utiliza sólo una línea de comunicación, tanto el receptor como el transmisor reciben y envían los datos a velocidad misma que ha sido predefinida para mantener la sincronización necesaria. Esto es una manera simple de transmitir datos, puesto que, básicamente representa una conversión de datos de 8 bits de paralelo a serial. La velocidad de transmisión no es alta, es hasta 1 Mbit/sec.

2.8. COMUNICACIÓN USB

El SIE puede interconectarse directamente al USB, utilizando el transmisor - receptor interno, o puede conectarse a través un transmisor-receptor externo.

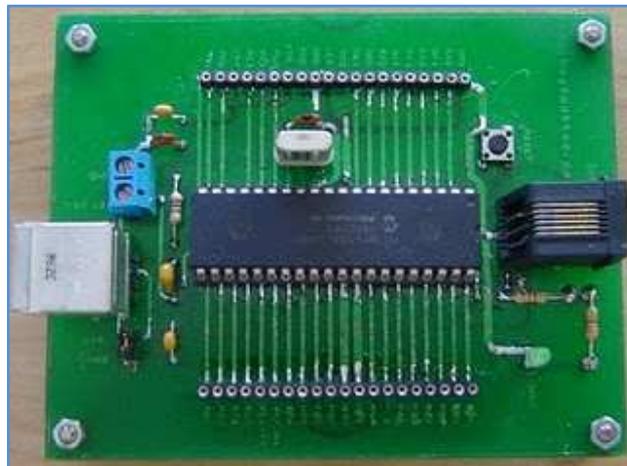


Figura II.27. Comunicación USB

El PIC tiene un regulador interno de 3,3V para alimentar el transmisor-receptor interno en aplicaciones de 5V. Se han incluido algunas características especiales en el hardware para mejorar el funcionamiento. Se proporciona memoria de puerto dual en la memoria

de datos del dispositivo (RAM del USB) para tener acceso directo a la memoria desde el núcleo del microcontrolador y desde el SIE.

2.9. SENSORES

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc.

Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (RTD), una capacidad eléctrica (sensor de humedad), una tensión eléctrica (termopar), una corriente eléctrica (fototransistor), etc.

El sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación con lo que puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo.

Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra.

Áreas de aplicación de los sensores: Industria automotriz, Industria aeroespacial, Medicina, Industria de manufactura, Robótica, etc.

CARACTERÍSTICAS DE UN SENSOR

- Rango de medida: dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.
- Precisión: es el error de medida máximo esperado.
- *Offset* o desviación de cero: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el *offset*.
- Sensibilidad de un sensor: relación entre la variación de la magnitud de salida y la variación de la magnitud de entrada.

- Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.
- Rapidez de respuesta: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.
- Derivas: son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.
- Repetitividad: error esperado al repetir varias veces la misma medida.

2.9.1. MEDIDORES DE NIVEL DE AGUA

La variedad de sistemas de medida para aguas subterráneas se incrementa continuamente. Sin embargo, a medida que se utilizan tecnologías más sofisticadas, el precio final de estos equipos también aumenta, por lo que la relación entre el precio y el retorno de la inversión es baja en ciertas aplicaciones.

Los medidores de nivel de agua están constituidos por dispositivos generalmente y, en algunos casos pueden ser construidos localmente innumerables las posibilidades; la creatividad y el ingenio producen las soluciones más variadas.

2.9.1.1. CONTROL DE NIVEL POR ULTRASONIDOS

Este medidor de nivel se instala en la superficie superior del producto a medir, sólido o líquido, emite una onda sónica que rebota en el producto y devuelve el eco a la sonda. Esta evalúa el tiempo transcurrido y calcula la distancia.

Dado que la velocidad del sonido en el aire varía con la temperatura, la sonda lleva un sensor de temperatura que compensa los cambios.

Los sensores ultrasónicos emplean el fenómeno de la piezoelectricidad, esto es, cuando se deforman algunos materiales sólidos generan dentro de ellos una carga eléctrica. Este

efecto es reversible en el sentido de que si se aplica una carga, el material se deformará mecánicamente como respuesta.

Este principio electromagnético de conversión de energía se aplica con utilidad en ambas direcciones. El caso en que se aplica energía eléctrica y se obtiene energía mecánica se emplea en pequeños vibradores, en los sistemas sonar para la detección acústica y detección de objetos bajo el agua, en equipos ultrasónicos de pruebas industriales y otros, así como los sensores que usa quetzalcóatl en donde se recurre también al caso en que se aplica energía mecánica y se obtiene energía eléctrica; al usar los dos casos de aplicación de energía de uno y otro tipo para obtener la consecuente energía es como se obtienen distancias.

El efecto piezoeléctrico puede responder a (o producir) deformaciones mecánicas del material en muchas formas diferentes, como dilatación en el espesor, etc.

2.9.1.2. CONTROL DE NIVEL POR SENSORES MAGNÉTICOS

Los sensores magnéticos se basan en la tecnología magneto-resistiva, ofrecen una alta sensibilidad. Entre las aplicaciones se incluyen control remoto de vehículos, detección de vehículos, sensores de posición, sistemas de seguridad.

2.9.1.3. CONTROL DE CAUDAL POR FINAL DE CARRERA

Conocido como sensor de contacto (también conocido como "interruptor de límite") o limit switch, son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, envía señales que puedan modificar el estado de un circuito.

Internamente pueden contener interruptores NA,NC o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados, de ahí la gran variedad de finales de carrera que existen en mercado.

Generalmente estos sensores están compuestos por dos partes: un cuerpo donde se encuentran los contactos y una cabeza que detecta el movimiento.

Su uso es muy diverso, empleándose, en general, en todas las máquinas que tengan un movimiento rectilíneo de ida y vuelta o sigan una trayectoria fija, es decir, aquellas que realicen una carrera o recorrido fijo, como por ejemplo ascensores, montacargas, robots, etc.

Los finales de carrera están fabricados en diferentes materiales tales como metal, plástico o fibra de vidrio.



Figura II.28. Final de Carrera

CAPÍTULO III

ESTIMACIÓN DE RADIOENLACES Y DISEÑO DE RED DE MICROCONTROLADORES

3. DISEÑO DE REDES

3.1. DISEÑO DE RADIOENLACES

Los Radioenlaces proporcionan conectividad continua, colocando la información en tiempo real al alcance de los usuarios, brindan a los clientes la agilidad que necesitan para hacer crecer su empresa o mejorar la provisión de servicios y la protección al público. Combinados con potentes herramientas de software para diseño de redes inalámbricas, seguridad, administración, detección y solución de problemas, las cuales brindan capacidad de conexión a redes confiables y acceso, en cualquier lugar, para organizaciones de todo el mundo.

3.1.1. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La EP-EMAPAR no cuenta con comunicación directa entre las fuentes de extracción de agua (Llio – San Andrés - Guano) y las oficinas centrales ubicadas en la ciudad de Riobamba, la comunicación se realiza mediante radio Handy, mediante esta comunicación los técnicos comunican a los guardias que se activen o desactiven válvulas, de la misma forma los guardias comunican al servicio técnico o a la persona responsable del funcionamiento de la planta (funcionamiento de motores, estado de los tanques de almacenamiento y distribución, el estado de una bomba o alguna anomalía). Lo cual hace que el tiempo que se emplea para resolver algún problema suscitado sea tardío, de la misma forma para obtener datos de los niveles de tanques de almacenamiento se realiza manualmente en cada periodo de visita técnica al lugar, lo que genera cifras erróneas para su análisis y no permiten que los problemas se solucionen correctamente

3.1.2. SELECCIÓN DE EQUIPOS

El sistema CANOPY utiliza espectro no licenciado (5.15 – 5.35GHz y 5.725 – 5.825GHz), provee conectividad para 10/100 BaseT Ethernet al suscriptor y a la infraestructura de red.

La plataforma inalámbrica de Motorola Canopy es un sistema de comunicación de banda ancha inalámbrica que soporta acceso a alta velocidad, brinda tecnología de radiocomunicaciones para proveer servicios inalámbricos al mercado.

Backhaul Unit (BU)

La unidad de Backhaul es un radio de Punto-a-Punto que es usado para llevar el tráfico de un punto a otro. Cada BU se comunica a otro BU utilizando una antena altamente direccional.

En cada backhaul link un dispositivo es configurado como el maestro de tiempo RF. El maestro de tiempo BU genera el tiempo de información enviada al esclavo.

El BU opera con una tasa de transferencia en RF de 10 Mbps con un throughput de 7.5 Mbps y tiene un rango máximo de aproximadamente 32 Km. El uplink/downlink del

radio BU de banda ancha para un enlace es configurable por el operador (por ejemplo 5Mbps downlink y 2.5Mbps uplink o 3.75 Mbps bi-direccional.) Cuando 2 pares de BU son configurados Back-to-Back todos estos necesitan ser configurados para cargas simétricas con 3.75Mbps en cada dirección. Cada BU requiere una fuente separada de 110V y un conector asociado RJ45 para alimentar al BU.

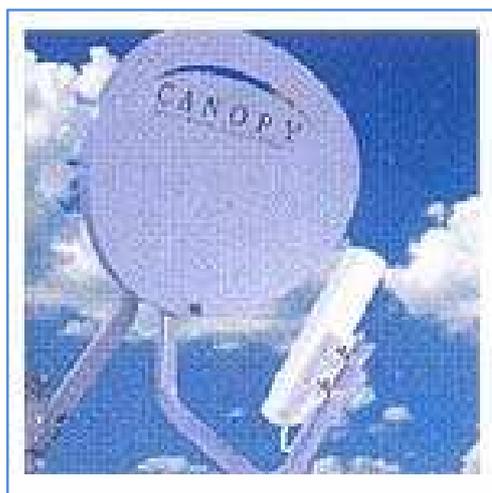


Figura III.1. Backhaul Unit

La unidad BackHaul (BH) de Motorola - Canopy consiste en un radio punto a punto usado para llevar tráfico de un sitio a otro con el mejor rendimiento, las unidades BackHaul proporcionan buenos anchos de banda, por ejemplo 20Mbps para tráfico de datos, con alcances hasta de 58 Km.

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA CANOPY

Tabla.III.1. Especificaciones del Sistema Canopy

Rango de Frecuencia de Operación U-NII de Banda Media	5.25 a 5.35 GHz
Método de acceso	TDD/TDMA
Velocidad de señalización	10 Mbps
Tipo de modulación	BFSK de índice alto (optimizado para rechazo de interferencia)
Portadora para interferencia (C/I) también conocida como fluctuación	3dB $1 \cdot 10^{-4}$ BER @ -65 dBm
Sensibilidad de receptor	-83dBm $1 \cdot 10^{-4}$ VER

Rango de Operación (en todos los climas)	Hasta 3.7 kilómetros con antena integrada
Energía del transmisor	Cumple con el límite FCC UNII ERP
Potencia o corriente eléctrica DC	24 VDC @ 0.3 Amp (estado activo)
Interfaz	10/100 Base T, dúplex medio/total Velocidad auto negociada (cumple con 802.3)
Protocolos utilizados por Canopy	IPV4, UDP, TCP, ICMP, Telnet, HTTP, FTP, SNMP
Protocolos soportados por Canopy	Transporte de capa 2 de interrupción, con soporte para todos los protocolos comunes de Ethernet incluyendo IPV6, NetBIOS, DHCP, IPX, etc.
Administración de redes	HTTP, TELNET / FTP, SNMP

Fuente: <http://www.radiocomunicaciones.net/manuales-wifi.html>

3.1.3. RECOPIACIÓN DE DATOS

Ubicación de la zona

La EP-EMAPAR se encuentra ubicada en la ciudad de Riobamba Provincia de Chimborazo, la empresa cuenta con una torre de 54 m de altura ubicada en el cerro Cacha en la parroquia del mismo nombre.

Este cerro tiene una elevación de 3527msnm y posee las siguientes coordenadas:

Longitud 78°42'59, 60''W

Latitud 01°41'32, 06'' S

3.1.4. PERFIL TOPOGRÁFICO LLIO-CACHA

La planta de extracción de agua Llio se encuentra ubicado en la parroquia de San Andrés Cantón Guano Provincia de Chimborazo a una altura de 3143msnm a una distancia con el Cerro Cacha de 14.5 Kmy posee las siguientes coordenadas:

Longitud 78°42'47''W

Latitud 01°33'42''S

3.1.4.1. POTENCIA LLIO-CACHA.

Cálculo de Potencias para Llio-Cacha

$$FSL = 20 \log_{10} (d) + 20 \log_{10} (f) + 32.4$$

$$FSL = 20 \log_{10} (14.65) + 20 \log_{10} (5700) + 32.4$$

$$FSL = 130.83 \text{ dB}$$

Potencia del transmisor [dBm]	23 dBm
-Pérdidas en el cable Tx [dB]	-0.5 dB
+Ganancia de la antena Tx [dBi]	18 dBi
-Perdidas en la trayectoria del espacio abierto [dB]	-130.83dB
+Ganancia de la antena Rx [dBi]	7 dBi
-Perdidas en el cable del Rx [dB]	-0.5 dB
-Sensibilidad del receptor [dBm]	-83 dBm
Margen	4.17 dB

3.1.5. PERFIL TOPOGRÁFICO CACHA-EMAPAR

EP-EMAPAR se encuentra ubicado en la ciudad de Riobamba a 2746msm a una distancia con el Cerro Cacha de 8,25 Km y posee las siguientes coordenadas:

Longitud 78°39'56.13'' W

Latitud 01°40'57.98''S

3.1.5.1. POTENCIA CACHA-EMAPAR

Cálculo de las Pérdidas en la Trayectoria del Espacio Libre

$$FSL = 20 \log_{10}(d) + 20 \log_{10}(f) + 32.4$$

$$FSL = 20 \log_{10}(8.25) + 20 \log_{10}(5700) + 32.4$$

$$FSL = 126.84 \text{ dB}$$

Potencia del transmisor [dBm]	23 dBm
-Pérdidas en el cable Tx [dB]	-0.5 dB
+Ganancia de la antena Tx [dBi]	18 dBi
-Perdidas en la trayectoria del espacio abierto [dB]	-126.84 dB
+Ganancia de la antena Rx [dBi]	7 dBi
-Perdidas en el cable del Rx [dB]	-0.5 dB
-Sensibilidad del receptor [dBm]	-83 dBm
Margen	3.16 dB

3.2. DISEÑO DE RED DE MICROCONTROLADORES

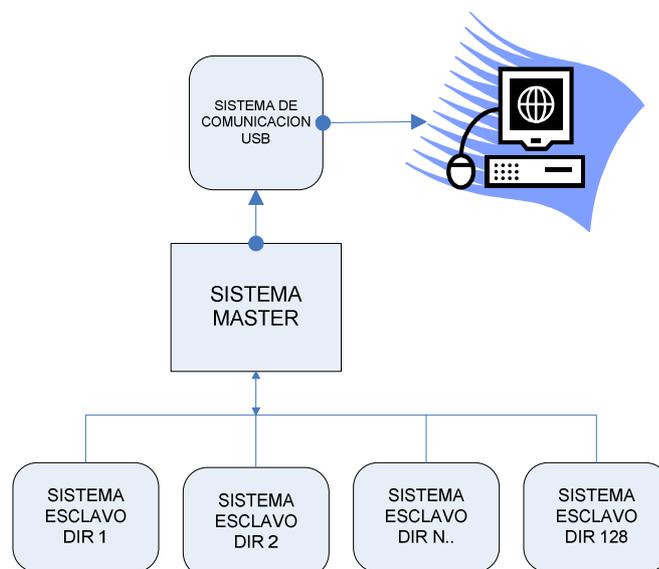


Figura III.2. Red de Microcontroladores

3.2.1. DETERMINACIÓN DE LOS EQUIPOS

3.2.1.1. DISEÑO DE CEREBROS

Para la implementación del proyecto se diseñan dos tipos de cerebros que son dispositivos electrónicos que reciben señales analógicas y digitales activando sistemas digitales que soportan protocolos de transmisión serie USART, I²C y USB.

3.2.1.1.1. CEREBRO 1.0

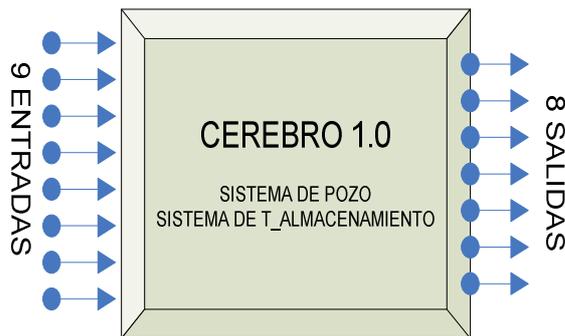


Figura III.3. Diagrama de bloque de Cerebro 1.0

Este dispositivo electrónico es capaz de analizar 9 señales como entradas las cuales pueden ser configuradas como analógicas o digitales.

Además cuenta con doce salidas que pueden ser tren de pulsos o salidas on-off, de las cuales dos se pueden configurar para trabajar con comunicación I²C y otras dos para comunicación USART.

Para comunicación industrial se requiere utilizar un bloque de RS-485 conectados a los pines de la comunicación USART más un pin de salida como control para la comunicación. Esta configuración permite tener hasta 127 esclavos y un master.

El cerebro 1.0 puede ser configurado como:

- Sistema master
- Sistema pozo
- Sistema tanque de almacenamiento

Utiliza un protocolo de comunicación RS485, posee un bloque de configuración conformado por un LCD el cual permite desplazarse en los menús de configuración además de configurar parámetros.

El cerebro 1.0 está compuesto por los siguientes bloques:

- **BLOQUE PRINCIPAL**

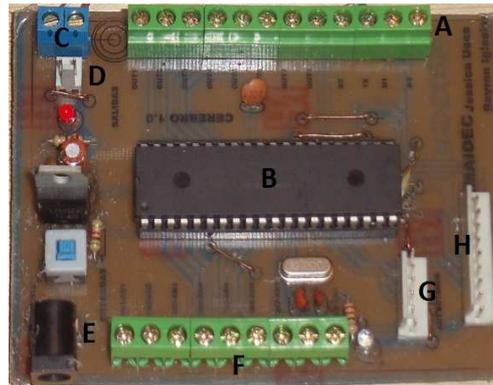


Figura III.4. Cerebro 1

A: Pines de Salida

E: Alimentación de 12V

B: Microcontroladores

F: Pines de Entrada

C: Fuente de 5V

G: Conector de Pulsadores

D: Conector de Fuente de 5V

H: Conector de LCD

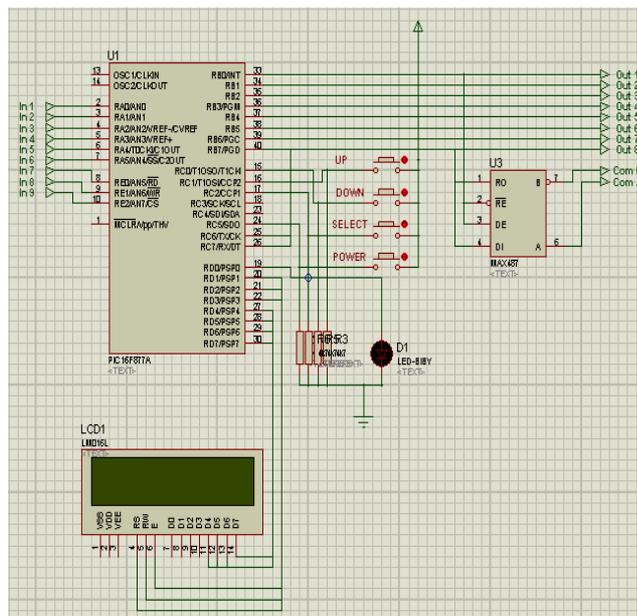


Figura III.5. Esquema de Cerebro 1.0

- **BLOQUE DE RS-485**



Figura III.6. Diagrama de Bloque de RS-485

Se utiliza este protocolo debido a que se necesita transmitir a largas distancias o con más altas velocidades que RS-232. Utilizando enlaces con RS-485 no hay limitación para conectar más de dos dispositivos.

Dependiendo de la distancia, velocidad de transmisión y los circuitos integrados que utilizemos, se pueden conectar hasta 32 nodos con un simple par de cables.

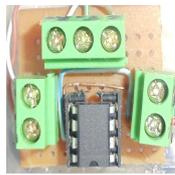


Figura III.7. RS-485

- **BLOQUE DE CONFIGURACIÓN Y SELECCIÓN**



Figura III.8. LCD y Bloque de Configuración y Selección

A: LCD

B: Pulsadores

La siguiente figura se refiere al adaptador DC 12 V utilizada para los sistemas principales.



Figura III.9. Adaptador DC 12V

3.2.1.1.2. CEREBRO 2.0

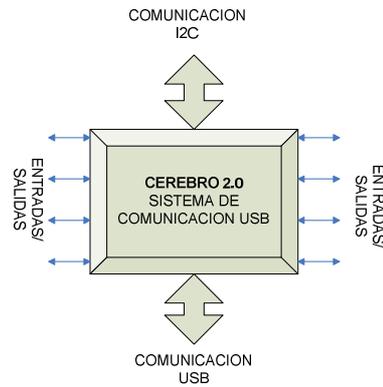


Figura III.10. Diagrama de Bloque Cerebro 2.0

Puede realizar las tareas de master o esclavo, en este proyecto se utiliza para el sistema de comunicación USB; recibe la información a través del protocolo I2C y la envía a través del puerto USB sirviéndonos de convertidor

El avance tecnológico y los sistemas computarizados ha absorbido los puertos paralelos de las computadoras por lo que, para el sistema de monitoreo se ha determinado la utilización del puerto Universal Serial Bus.

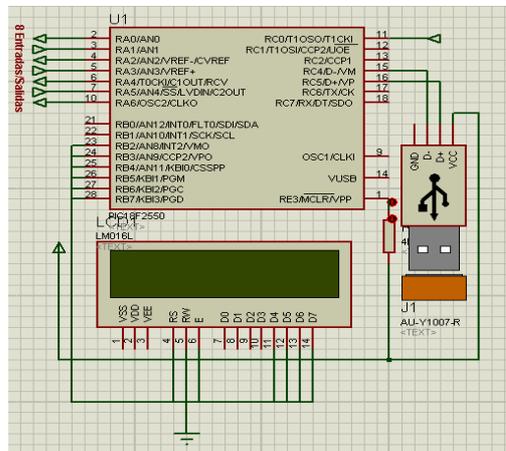


Figura III.11. Esquema de Cerebro 2.0

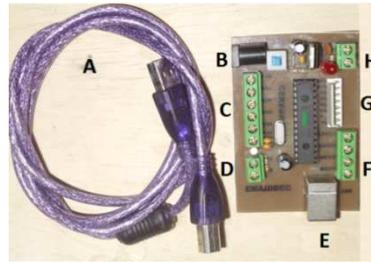


Figura III.12. Cerebro 2 del Sistema USB

- A:** Cable USB Tipo B
- B:** Alimentación de 12V
- C y D:** Pines de Entrada y Salida
- E:** Conector USB
- F:** Conectores de Transmisión
- G:** Conector LCD
- H:** Fuente de 5V

3.2.2. ACONDICIONAMIENTO DE SISTEMAS

3.2.2.1. SISTEMA POZO

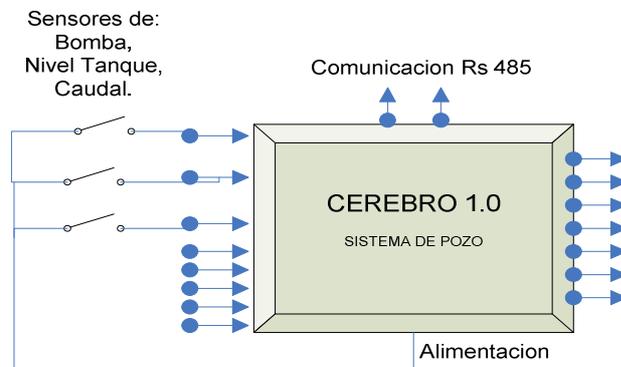


Figura III.13. Diagrama de Bloque Sistema Pozo

El sistema de pozo lee las entradas (sensores) como es el sensor de bomba, de caudal y el sensor de nivel de tanque recolector. A través del cerebro se analizan las entradas según los parámetros de configuración y se configuran las salidas, además permite visualizar los datos ingresados, los parámetros de configuración y salidas.

Para el monitoreo, el sistema tiene la capacidad de realizar la comunicación a través de los protocolos de comunicación RS-232 e I²C, además para comunicación industrial está configurado para trabajar con RS-232 sobre Max 485 para aumentar la distancia de comunicación y evitar el ruido eléctrico industrial.



Figura III.14. Sistema Pozo

3.2.2.1.1. DESCRIPCIÓN DE SENSORES

Se tiene tres tipos de sensores en el sistema de pozo, pero el sistema de pozo tiene la capacidad de leer hasta 8 sensores, sean estos, analógicos o digitales como entradas.

- **SENSOR DE CAUDAL:** Se basa en un final de carrera el cual se acondiciona mediante un sistema mecánico, que nos permite detectar si existe o no caudal de agua en la tubería de salida de la bomba de extracción.

El objetivo de este sensor es evitar que la bomba de extracción esté funcionando sin que exista agua en el pozo o las tuberías de extracción se encuentren obstruidas por cualquier motivo evitando daños en las partes mecánicas de la bomba o daño del sistema eléctrico. Si este sensor está desactivado esta señal se envía al cerebro el cual debe desactivar la bomba de extracción.

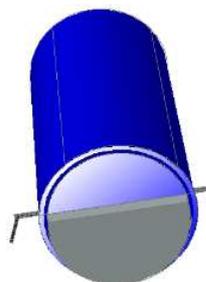


Figura III.15. Sensor de Caudal

- **SENSOR DE NIVEL DE TANQUE:** Está ubicado en la parte superior del tanque recolector del pozo, es un sensor de nivel de agua magnético el que trabaja como un switch o sistema On/Off se activa o desactiva a través de un flotador, permite conocer si el nivel de agua en el tanque supera la altura límite.

El movimiento del flotador hace que el pistón magnético pueda abrir y cerrar el interruptor, ya que este se mueve por la acción del pistón magnético sobre el imán. Este tipo de instrumento se utiliza en aplicaciones del nivel límite de líquidos, para producir señales de alarma, o control del tipo ON-OFF, normalmente se emplean en aplicaciones de alarmas por alto o bajo nivel.



Figura III.16. Sensor de Nivel de Tanque

Ventajas:

- Fácil instalación
- Método de medición probado y confiable
- No requiere calibración
- Adecuado para aplicaciones de altas presiones.
- Adecuado para aplicaciones en altas temperaturas, hasta 70°C.
- Turbulencia y espuma en la superficie del líquido no afectan de manera significativa la medición.

Desventajas

- El encostramiento o depósito de materiales sobre el flotador pueden impedir la operación de algunos flotadores.
- La exactitud está limitada normalmente a 1^{1/4} “
- No son adecuados para aplicaciones de líquidos viscosos

- Las partes móviles están sujetas a desgastes requiriendo mantenimiento frecuente
- **SENSOR DE BOMBA:** La bomba de extracción se activa eléctricamente mediante contactores trifásicos, para tomar esta señal lo hacemos mediante un contacto auxiliar.



Figura III.17. Sensor de Bomba

3.2.2.1.2. CONFIGURACIÓN DE SALIDAS

Las salidas en el sistema de pozo están restringidas a 8 salidas las cuales pueden ser configuradas como sistema On / Off o PWM(Tren de pulsos).

Cada salida o pin del cerebro puede activar, desde un led hasta la activación de un motor trifásico de 440 Volt, para las activaciones de alta potencia necesitamos un bloque de potencia que consta de relés de estado sólido o transistores de potencia dependiendo de la necesidad.

3.2.2.1.3. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA POZO

El cerebro del pozo está configurado para leer tres entradas las cuales se puede visualizar a través de una pantalla de cristal líquido (LCD), la misma que muestra dos pantallas diferentes; la primera visualiza el estado del sensor de caudal (si este está activado o desactivado) e indica si el nivel del tanque recolector está bajo o normal, la segunda pantalla visualiza el estado de la bomba de extracción, si esta se encuentra activada o desactivada.

Para la comunicación se tiene un led indicador el que es activado cuando el sistema master requiere la información actual o el dato del sistema de pozo.El sistema tiene la

dirección almacenada en el microcontrolador la cual es como un mac address cada sistema va a tener una nueva dirección.



Figura III.18. Pantallas de Cristal Líquido

3.2.2.1.4. ENCRIPCIÓN Y TRANSMISIÓN DE DATOS

- **ENCRIPCIÓN:** Para la comunicación de datos es necesario encriptar los datos para que la información sea más confiable.

En el sistema de pozo se tiene tres sensores on/off por lo que se utiliza los tres primeros bits el D1, D2, D3 cuando se va a transmitir información se debe activar el bit de comunicación y desactivar el bit de dirección por lo que mínimo valor que va a tomar el dato es 64 que significa que todos los sensores están desactivados y el máximo valor que puede tomar es 71.

D1	D2	D3	D4	D5	D6	COMUNICACIÓN	DIRECCIÓN
1	2	4	8	16	32	64	128

- **TRANSMISIÓN DE DATOS:** El sistema se encuentra en espera hasta que el máster envíe su dirección entonces responder con el dato actual.

3.2.2.1.5. PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA POZO

- **Bloque de Configuración de Parámetros:** este bloque ayuda a configurar los parámetros de monitoreo.
- **Bloque de Proceso:** es el bloque que lee los sensores de monitoreo como son; el sensor de caudal, sensor de bomba y el sensor de nivel de tanque recolector como entradas digitales dependiendo de los sensores se activará o no las salidas la principal es la activación o desactivación de la bomba de extracción. La información obtenida desde los sensores es traducida como dato actual

- **Bloque de Comunicación:** el master envía direcciones mac a través del bus RS-485 la cual es leída como dato de ingreso si este es igual a la dirección del esclavo entonces va a enviar como dato el dato actual sino fuese su dirección entonces no envía nada y continua con su proceso normal.

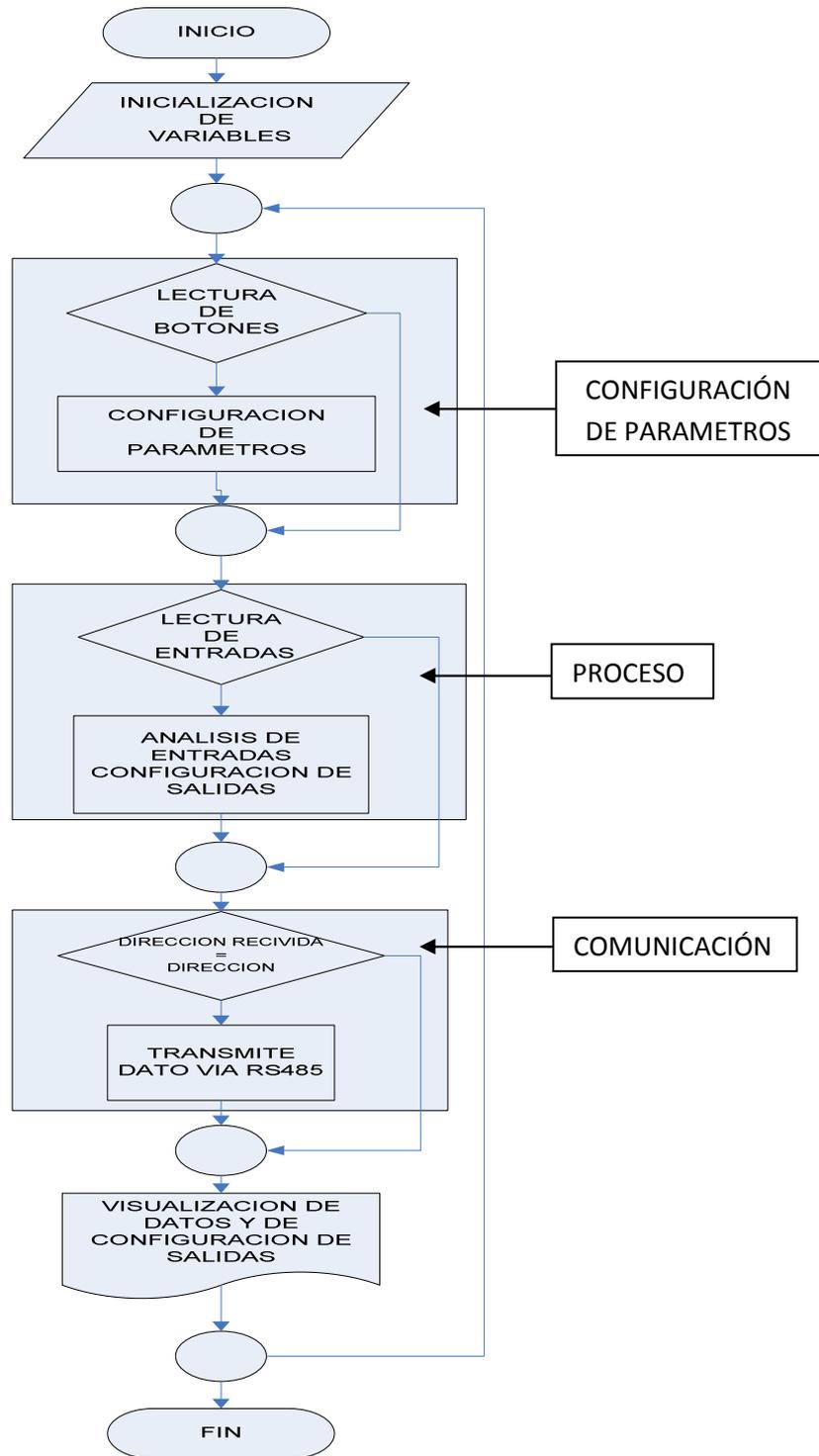


Figura III.19. Diagrama de Flujo del Sistema Pozo

3.2.2.2. SISTEMA DEL T_ALMACENAMIENTO

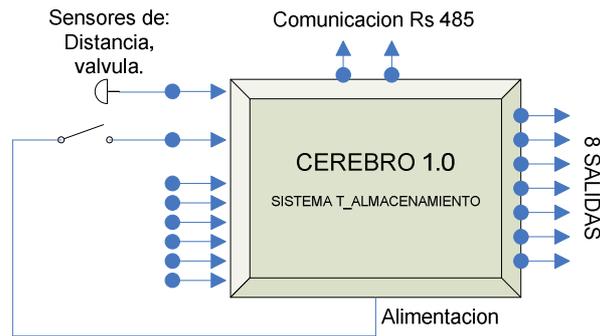


Figura III.20. Diagrama de Bloque de Tanque de Almacenamiento

Este sistema tiene activado dos entradas una analógica para el sensor de distancia y otra digital para un sensor de válvula o final de carrera que indica si la válvula de salida esta activada o no.

Además cuenta con un sistema de configuración, el que permite activar o desactivar un sistema de emergencia en el tanque de almacenamiento.

Este sistema de emergencia consta de la activación o desactivación de alarma o luces de alarma cuando el nivel de agua en el tanque sobrepasa el nivel máximo configurado o el nivel sea menor que el nivel mínimo configurado.



Figura III.21. Sistema Tanque de Almacenamiento

3.2.2.2.1. DESCRIPCIÓN DE SENSORES

Se utiliza sensores que entregan y reciben valores reales, son fáciles de utilizarlos, tiene una gran fiabilidad en la recepción de datos y su costo es reducido, son de fácil configuración y adquisición.

- **SENSOR ULTRASÓNICO**

Este sensor va a medir el nivel del agua. Se van a utilizar en los tanques de almacenamiento. Para este proyecto se utiliza el MaxSonar-EZ1 por las siguientes características.

El MaxSonar-EZ1 es el sonar más pequeño y de menos consumo del mercado. Es capaz de detectar objetos desde 0 hasta 254 pulgadas (0 a 6.45 metros) y proporcionar una información de salida de la distancia medida en el rango de 6 a 254 pulgadas con una resolución de 1”.

Los obstáculos presentes a una distancia inferior a 6” proporcionan una lectura mínima de 6”. La distancia medida se ofrece en tres formatos de salida: anchura de pulso, tensión analógica y salida digital en serie. Gracias a estos tres formatos de salida el sonar MaxSonar-EZ1 se puede conectar con cualquier sistema basado en microcontrolador de forma fácil y flexible.

VENTAJAS

- Sonar de muy bajo coste.
- Ocupa la mitad de espacio que otros dispositivos de esta categoría.
- Virtualmente no presenta zonas muertas.
- Haz ultrasónico de alta calidad.
- Circuito impreso con orificios para el montaje.
- Consumo muy reducido (5V). Ideal para aplicaciones y sistemas alimentados con baterías.
- Cada ciclo de medida se puede disparar e iniciar interna o externamente.
- Los formatos de salida son de lectura directa y no es necesario circuitería auxiliar.
- Ciclos rápidos de cada medida.

Tabla.III.2. Características de Conectividad Ultrasónico

Señal	Descripción
GND	Señal tierra de alimentación.
+5V	Señal positiva de alimentación de +5V y 3mA de intensidad
TX	Transmite vía serie el resultado de la distancia medida. La transmisión se realiza en formato RS232 excepto que los voltajes de salida son de 0-5V.
RX	Este pin está permanentemente a nivel "1" mediante una resistencia "pull-Up" interna.
AN	Salida analógica de tensión comprendida entre 0 y 2.55 V que representa el valor de la distancia medida. El factor empleado es de 10mV/pulgada.
PW	Este pin proporciona un pulso de salida cuya duración determina la distancia medida. La distancia se puede calcular usando el facto de 147µS/pulgada.
BW	N.C Reservada, no se debe conectar.

Fuente: Hoja Técnica MaxSonar-EZ1



Figura III.22. Sensor Ultrasónico MaxSonar EZ1

- **SENSOR FINAL DE CARRERA**

En este proyecto se utiliza este sensor para realizar el control de flujo. Cuando se encuentre en *on* indica que no existe flujo del líquido en la tubería que se conecta desde

la bomba de extracción hasta el tanque de recepción, cuando este en *off* este indicará el paso del flujo del líquido por la tubería hasta el tanque de recepción.

Los finales de carrera son interruptores muy útiles para detectar posiciones de palancas, objetos, piezas motorizadas, etc. También se convierten en la última línea de defensa en los sistemas industriales para detectar obstáculos. Cuando los sensores restantes han fallado y no se han detectado los obstáculos, el interruptor nos da una indicación inequívoca y muy segura de que se ha producido una colisión y es hora de cambiar el rumbo. También son muy útiles como medida de seguridad en sistemas industriales con movimiento para evitar daños y atropellos en cuando se detecte un obstáculo.



Figura III.23. Sensor Final de Carrera

3.2.2.2.2. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA T_ALMACENAMIENTO

Está formado de una serie de pulsadores que facilitará la configuración del sistema:

- **Botón Power:** Permite activar la configuración de parámetros en el sistema de tanque de almacenamiento además ayuda como botón de retroceso para aceptar los parámetros ingresados y regresar al menú anterior o salir de la configuración de parámetros.
- **Botón Select:** Ayuda a seleccionar un elemento o ingresar a un menú de configuración del menú que se esté visualizando actualmente en el LCD.
- **Botón Up:** Permite desplazarse de manera ascendente en los menús que se muestren, también permite aumentar el valor de la variable que se muestre en el menú.
- **Botón Down:** Permite desplazarse de manera descendente sobre el menú mostrado en el LCD y también disminuye el valor de la variable que se está configurando.



Figura III.24. Pulsadores

El bloque de visualización consta de un LCD 16x2 en el que normalmente se muestra la distancia medida por el sensor y también el estado de la válvula.



Figura III.25. Pantalla Inicial Sistema Tanque

Cuando se ingresa a la configuración de parámetros del sistema de tanque de almacenamiento se muestra el menú 1 en el cual se tiene 3 elementos a configurar:

1.- Configurar Nivel Máximo: Al ingresar en este elemento se configura el nivel máximo, si el nivel de agua supere el nivel máximo, el cerebro mostrará un mensaje de alerta “ALERTA NIVEL MAYOR A:”



Figura III. 26. Configuración Nivel Máximo



Figura III. 27. Nivel Máximo del Tanque



Figura III. 28. Alerta Nivel Mayor

2.- Configurar Nivel Mínimo:La configuración del nivel mínimo al igual que el nivel mayor muestra un mensaje de alerta cuando el nivel de agua en el tanque recolector sea inferior que el parámetro nivel mínimo.



Figura III. 29. Configuración Nivel Mínimo



Figura III. 30. Nivel Mínimo del Tanque



Figura III. 31. Alerta Nivel Menor

3.- Estado de la válvula: Muestra el estado actual de la válvula de salida.

En cuanto a la comunicación los datos obtenidos son cargados al bus 485.

3.2.2.2.3. ENCRIPCIÓN Y TRANSMISIÓN DE DATOS

- **ENCRIPCIÓN:**Para la comunicación de datos es necesario encriptar los datos para que la información sea más confiable.

Los datos del sensor de distancia va desde 0 hasta 32 para ello utilizamos desde el D1 hasta D5 de la trama de información.

El sexto bit D6 lo utilizamos para receptar el dato del sensor de la válvula.

Para saber si existe comunicación o no utilizamos el bit de comunicación, si existe comunicación se debe desactivar el bit de dirección entonces el mínimo dato va a ser 64 el cual significa que el nivel de agua detectada por el sensor de distancia es 0 y que la válvula se encuentre cerrada y el máximo valor va a ser 127.

D1	D2	D3	D4	D5	D6	COMUNICACIÓN	DIRECCIÓN
1	2	4	8	16	32	64	128

- **TRANSMISIÓN DE DATOS**

El sistema de tanque de almacenamiento está en espera que el dato que envíe el sistema máster sea su dirección para entonces responder con el dato actual.

3.2.2.2.4. PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA T_ALMACENAMIENTO

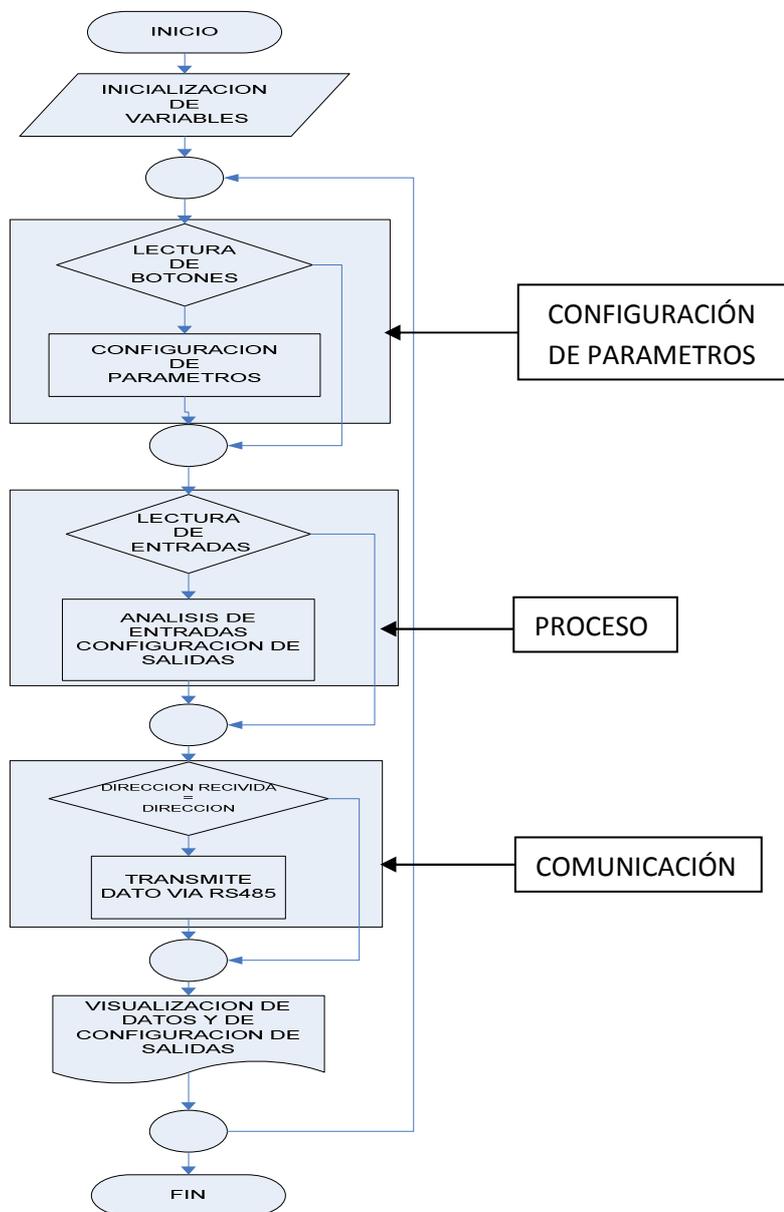


Figura III.32. Diagrama de Flujo del Sistema Tanque

- **Bloque de Configuración de Parámetros:** este bloque ayuda a configurar los parámetros de monitoreo.
- **Bloque de Proceso:** es el bloque que lee los sensores de monitoreo como son; el sensor de distancia como entrada analógica, sensor de válvula como entrada digital, la información obtenida desde los sensores es traducida como dato actual.
- **Bloque de Comunicación:** el master envía direcciones mac a través del bus RS 485 la cual es leída como dato de ingreso si este es igual a la dirección del esclavo entonces va a enviar como dato el dato actual sino fuese su dirección entonces no envía nada y continúa con su proceso normal.

3.2.2.3. SISTEMA MASTER



Figura III.33. Diagrama de Bloque Sistema Máster

Este sistema se encarga de recibir los datos de cada uno de los esclavos a través del bus RS-485, funciona sobre un cerebro 1.0 completo es decir con el bloque de configuración y bloque de transmisión.



Figura III. 34. Sistema Máster

Consta de los siguientes bloques:

- **Bloque de configuración:** consta de 4 pulsadores y un LCD 16x2 como se explicó anteriormente.



Figura III.35. Bloque de Configuración

- **Bloque de transmisión:** de sistema máster consta de dos tipos de protocolos de comunicación para la comunicación industrial utilizamos comunicación RS-232 sobre RS-485 y para la conexión con el computador enviamos los datos a cerebro 2.0 mediante el protocolo de comunicación I²C.



Figura III.36. Bloque de Transmisión

3.2.2.3.1. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA MASTER

La pantalla principal nos muestra la dirección que se está enviando a los esclavos para que ellos emitan sus datos, también se envía la dirección y los datos al cerebro 2.0 para que este lo envíe a la aplicación y se almacene en la base de datos.

Al pulsar el botón Power se ingresa en el modo configuración, se tiene la opción configurar número de esclavos; si se selecciona Select se ingresa a número de esclavos en el cual a través de los botones Up o Down se puede configurar el número máximo de esclavos conectados al sistema máster, para aceptar estos parámetros se debe pulsar power por dos ocasiones y continuará trabajando.



Figura III.37. Pantalla Inicial Sistema Master



Figura III.38. Configuración Número de Esclavos



Figura III.39. Esclavos Existentes

3.2.2.3.2. PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA MASTER

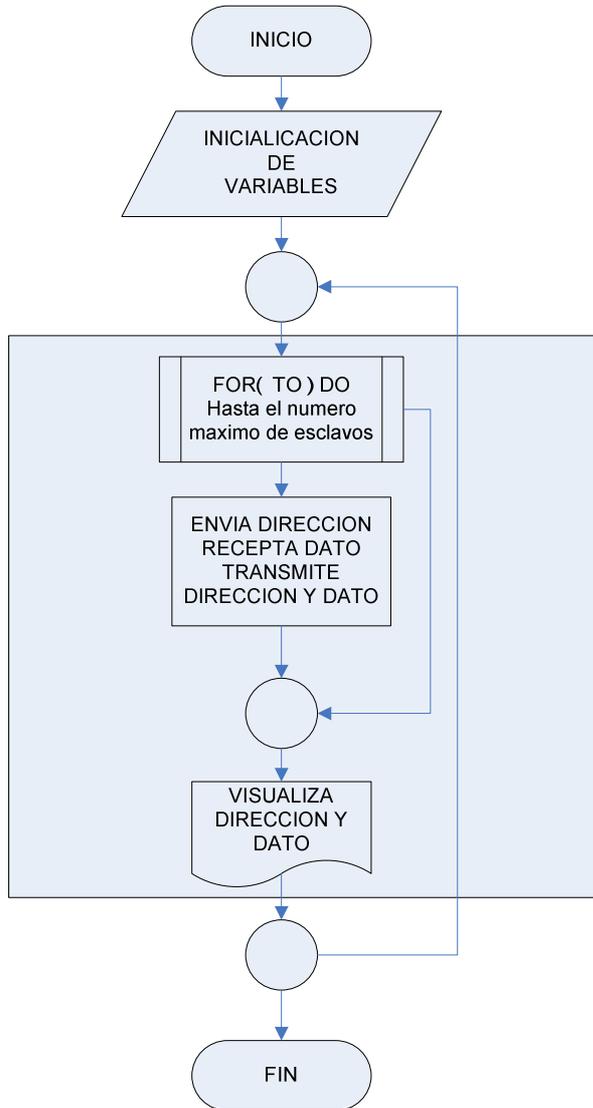


Figura III.40. Diagrama de Flujo del Sistema Master

Se ejecuta el proceso hasta el número de esclavos existentes, envía la dirección del esclavo y recibe los datos de la dirección solicitada.

3.2.2.4. SISTEMA DE CONEXIÓN USB

Este sistema permite transformar la comunicación desde el protocolo I²C al protocolo USB con el objetivo de que los datos enviados por el sistema master (dirección esclavo

o dato recibido del esclavo) vía I²C puedan ser ingresados a una aplicación en una PC vía USB. Es decir comunica los sistemas de microcontroladores con la aplicación en una PC.

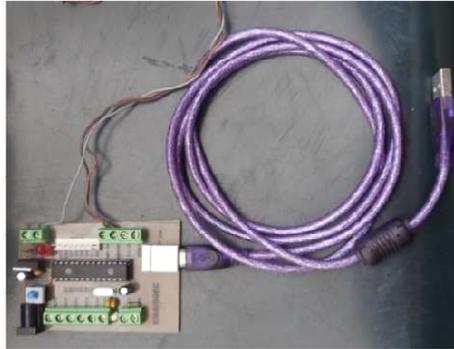


Figura III. 41. Sistema USB

3.2.2.4.1. PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE CONEXIÓN USB

Se recibe un dato vía I²C o transmite mediante comunicación USB.

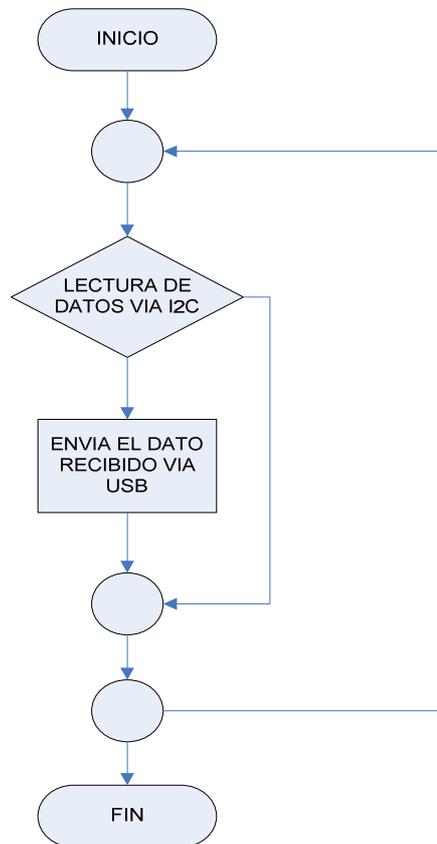


Figura III.42. Diagrama de Flujo USB

3.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO “LLIO COMMUNICATION”

El sistema de monitoreo “LLIO COMMUNICATION” es una aplicación que adquiere los datos de los sistemas de la planta de extracción LLIO de la EP-EMAPAR a través de la red de microcontroladores y los almacena en la base de datos “LLIO_COMMUNICATION”, para luego ser mostrados y analizados.

3.3.1. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS “LLIO_COMMUNICATION”

La base de datos se generó sobre el programa SQL Server 2000.

3.3.1.1. SQL SERVER 2000

SQL Server usa la arquitectura Cliente / Servidor para separar la carga de trabajo en tareas que funcionen en computadoras tipo Servidor y tareas que corran en computadoras tipo Cliente:

- El Cliente es responsable de la parte lógica y de presentar la información al usuario. Generalmente, el cliente corre en una o más computadoras Cliente, aunque también puede correr en una computadora Servidor con SQL Server.
- SQL Server administra Bases de Datos y distribuye los recursos disponibles del servidor (tales como memoria, operaciones de disco, etc.) entre las múltiples peticiones.
- La arquitectura Cliente /Servidor permite desarrollar aplicaciones para realizar en una variedad de ambientes.

3.3.1.1.1. SISTEMA ADMINISTRADOR PARA BASES DE DATOS RELACIONALES (RDBMS)

El RDBMS es responsable de:

- Mantener las relaciones entre la información y la Base de Datos.
- Asegurarse de que la información es almacenada correctamente, es decir, que las reglas que definen las relaciones ente los datos no sean violadas.
- Recuperar toda la información en un punto conocido en caso de que el sistema falle.

3.3.1.1.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- **Integración con Internet:** El motor de base de datos de SQL Server 2000 incluye compatibilidad integrada con XML. También cuenta con las características de escalabilidad, disponibilidad y seguridad necesarias para operar el componente de almacenamiento de datos de los sitios Web de mayor tamaño.
- **Escalabilidad y disponibilidad:** SQL Server 2000 Enterprise admite características como servidores federados, vistas indizadas y soporte para memorias grandes, que le permiten ampliarse a los niveles de rendimiento requeridos por los mayores sitios Web.
- **Características de base de datos corporativas:** El motor de base de datos protege la integridad de los datos a la vez que minimiza la carga de trabajo que supone la administración de miles de usuarios modificando la base de datos simultáneamente.
- **Facilidad de instalación, distribución y utilización:** Incluye un conjunto de herramientas administrativas y de desarrollo que mejora el proceso de instalación, distribución, administración y uso de SQL Server en varios sitios, permitiendo entregar con rapidez aplicaciones de SQL Server que los clientes pueden implementar con un trabajo de instalación y administración mínimo.
- **Almacenamiento de datos:** Incluye herramientas para extraer y analizar datos de resumen para el procesamiento analítico en línea. SQL Server incluye también herramientas para diseñar gráficamente las bases de datos y analizar los datos mediante preguntas en inglés.

3.3.1.2. BASE DE DATOS “LLIO_COMUNICATION”

3.3.1.2.1. TABLAS DE LA BASE DE DATOS

La base de datos de este proyecto consta de 3 tablas principales que se detallan a continuación:

- **T_usuario:** Se detalla como tabla usuario donde almacena los datos relacionados a las personas que podrán acceder a la aplicación y visualización de datos. Cuenta con un Id_usuario que se registra en la tabla automáticamente previo al ingreso de las otras columnas de la tabla, Nombre_usuario se registra el nombre de las personas

que accederán al sistema, Usuario se caracteriza por registrar la letra inicial del nombre seguida del apellido sin ningún espacio en blanco, Clave es una cadena de hasta 15 caracteres que es secreta del usuario, Tipo_usuario se registra si el usuario ingresado es administrador u operario los cuales según la característica tendrá privilegios dentro de la aplicación.

- **T_estacion:** Se caracteriza por tener datos relacionados a los tanques de almacenamiento y pozos. Se detalla el Id_estacion que se registra automáticamente después de ingresar las otras columnas, Desc_estacion se describe el número del tanque de almacenamiento ejemplo tanque de almacenamiento N° n o pozo N° n, dir_estacion describe la dirección mac de los cerebros, Tipo_estacion detalla si es pozo o tanque de almacenamiento.
- **T_dato:** Se caracteriza por almacenar los datos de las estaciones de la tabla T_estacion, almacenará de esta manera todas las entradas, en el caso de ser tanque de almacenamiento almacenará estado de la válvula y sensor de distancia y si es pozo almacena el sensor de caudal, nivel de tanque recolector y estado de la bomba.

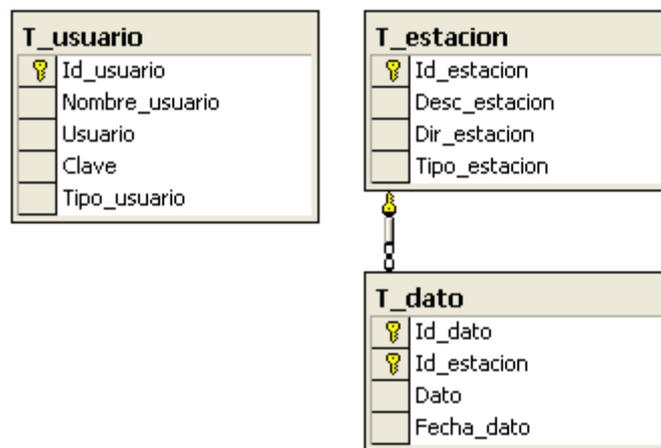


Figura III. 43. Diagrama de Base de Datos LLIO_COMUNICATION

3.3.2. DISEÑO DE LA APLICACIÓN “LLIO COMMUNICATION”

3.3.2.1. C# DE VISUAL ESTUDIO. NET

Visual Studio permite a los desarrolladores crear aplicaciones, sitios y aplicaciones web, así como servicios web en cualquier entorno que soporte la plataforma .NET. Así se

pueden crear aplicaciones que se intercomunican entre estaciones de trabajo, páginas web y dispositivos móviles.

Los formularios Windows Forms sirven para crear aplicaciones de Microsoft Windows en .NET Framework. Este marco de trabajo proporciona un conjunto de clases claro, orientado a objetos y ampliable, que permite desarrollar complejas aplicaciones para Windows. Además, los formularios Windows Forms pueden actuar como interfaz de usuario local en una solución distribuida de varios niveles.

VENTAJAS

- Posee una curva de aprendizaje muy rápida.
- Integra el diseño e implementación de formularios de Windows.
- Permite usar con facilidad la plataforma de los sistemas Windows, dado que tiene acceso prácticamente total a la API de Windows, incluidas librerías actuales.
- Es uno de los lenguajes de uso más extendido, por lo que resulta fácil encontrar información, documentación y fuentes para los proyectos.
- Si bien permite desarrollar grandes y complejas aplicaciones, también provee un entorno adecuado para realizar pequeños prototipos rápidos.

DESVENTAJAS

- No existe forma alguna de exportar el código a otras plataformas diferentes a Windows. Los ejecutables generados son relativamente lentos en VISUAL BASIC 6.0 y anteriores. Por efecto permite la programación sin declaración de variables.
- Su lenguaje no distingue entre mayúsculas y minúsculas como se hace en C++.

3.3.2.2. APLICACIÓN “LLIO COMUNICACION”

ABRIR APLICACIÓN “LLIO COMUNICACION”

Para arrancar la aplicación “LLIO COMUNICACION” se selecciona desde el menú inicio, todos los programas y dar click sobre “LLIO COMUNICACION”.

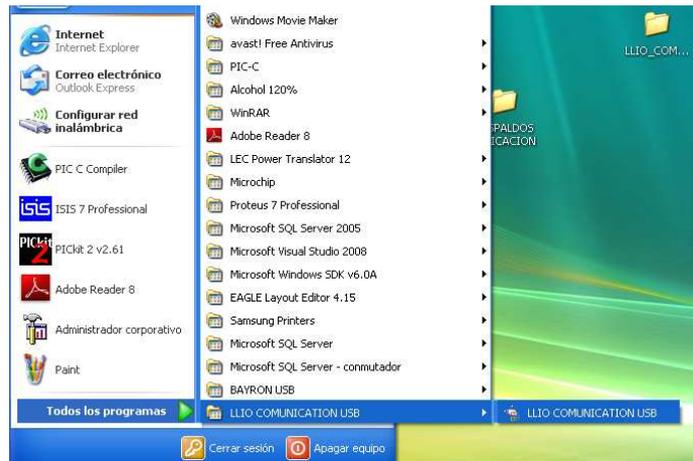


Figura III. 44. Aplicación LLIO_COMUNICACION

- **PANTALLA PRINCIPAL**



Figura III. 45. Pantalla Principal LLIO_COMUNICACION

- ✓ **MENU:**el menú se muestra completamente si ingresa al sistema como administrador, si inicia la sesión como operador solo se activa el control de monitoreo.
- ✓ **CONTROL DE MONITOREO:**se tiene tres pantallas, la principal muestra información básica sobre la Planta de Extracción, en Tanques de

Almacenamiento muestra la información actual del tanque de almacenamiento que se seleccione y en el sistema de pozos igualmente muestra la información actual del pozo que seleccione.

- ✓ **INICIO DE SESION:** activa los sistemas de control dependiendo de los datos que ingrese en inicio de sesión.
- ✓ **DATOS DE LA RED DE MICROCONTROLADORES:** muestran los datos que se están ingresando desde la red de microcontroladores.
- **CERRAR SESION**



Figura III. 46. Cerrar Sesión

Se encuentra en el menú inicio y la utilizamos para cerrar sesión o cambiar de usuario.

- **INGRESAR USUARIO**



Figura III. 47. Ingresar Usuario

Se selecciona el menú Sistema y se pulsa Ingresar Usuario.

A screenshot of a web-based login form titled 'Datos de Usuario'. It contains three text input fields for 'Nombre', 'Usuario', and 'Clave'. Below these is a section for 'Tipo Usuario' with two radio buttons: 'Administrador' and 'Operador', where 'Operador' is selected. At the bottom, there is an 'Ingresar Usuario' button and a yellow warning icon. A separate box labeled 'Salir' has an arrow pointing to the warning icon.

Figura III. 48. Pantalla Principal para Ingresar Usuario

Si se desea ingresar un nuevo usuario se debe llenar los campos en blanco, escoger el tipo de usuario y pulsar el botón Ingresar Usuario, sino desea hacerlo se debe pulsar el botón salir.

- **ACTUALIZAR USUARIO**



Figura III. 49. Actualizar Usuario

Se selecciona sistemas y se pulsa Actualizar Usuario.

A screenshot of the 'Actualizar Usuario' form. The form has a title 'SELECCIONE USUARIO' and a dropdown menu showing 'es Yepez'. Below this, there are fields for 'Nombre' (Andres), 'Usuario' (ayepez), and 'Clave' (andres). There are also radio buttons for 'Tipo Usuario' with 'Administrador' selected. At the bottom, there is an 'Actualizar Usuario' button and a yellow warning icon.

Figura III. 50. Pantalla Principal para Actualizar Usuario

Se debe seleccionar el usuario a ser actualizado, modificar los datos de los casilleros y para actualizar se debe pulsar el botón Actualizar Usuario.

- **ELIMINAR USUARIO**



Figura III. 51. Eliminar Usuario

Seleccione sistemas, pulse Eliminar Usuario.

Figura III. 52. Pantalla Principal para Eliminar Usuario

Se debe seleccionar el usuario a eliminar, verificar los datos que se muestran si está seguro pulse el botón Eliminar usuario sino el botón salir.

- **INGRESAR SISTEMA**



Figura III. 53. Ingresar Sistema

Seleccione Ingresar Sistema desde el menú Sistema

Figura III. 54. Pantalla Principal para Ingresar Sistema

Para ingresar un nuevo sistema se debe llenar los casilleros en blanco y seleccionar el tipo de sistema luego pulsar el botón Ingresar Sistema.

- **ACTUALIZAR SISTEMA**



Figura III. 55. Actualizar Sistema

Seleccione Actualizar Sistema desde el menú Sistema.



Figura III. 56. Pantalla Principal para Actualizar Sistema

Seleccione el sistema que desee modificar, luego debe actualizar los casilleros con la información actual y pulsar el botón Actualizar Estacion.

- **ELIMINAR SISTEMA**



Figura III. 57. Eliminar Sistema

Para eliminar un Sistema debe seleccionar Eliminar Sistema.

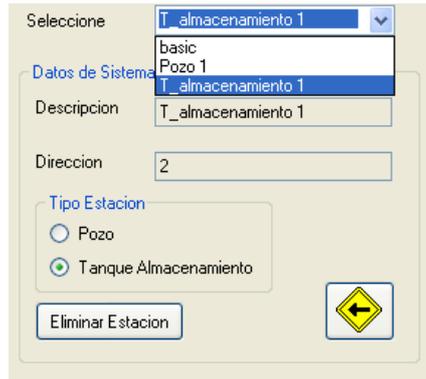


Figura III. 58. Pantalla Principal para Eliminar Sistema

Debe seleccionar el sistema que desee eliminar, verificar la información mostrada en los casilleros luego pulsar el botón Eliminar Usuario.

- **REPORTES**



Figura III. 59. Reportes

Los reportes nos permiten mostrar toda la información almacenada en la base de datos, como son los datos de la tabla T_datos, la información de todos los sistemas ingresados en la tabla T_sistemas y la información de los usuarios almacenados en la tabla T_usuario.

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. APLICACIÓN DE DATOS RECOPIRADOS

4.1. SIMULACIÓN DEL RADIOENLACE EN RADIOMOBILE

Existen diversas herramientas o aplicaciones que facilitan predecir el comportamiento o la factibilidad de diseño de redes inalámbricas. Para el diseño del radioenlace Llio-EMAPAR se utilizó el software de simulación Radiomobile puesto que es una herramienta gratuita y de gran utilidad en lo referente a cálculos de Radioenlaces.

Se establece el diseño de la red de radioenlace microondas utilizando las características de los equipos mencionadas en el Capítulo III. Mediante la simulación se determina que existe señal de transmisión sin mayores pérdidas de la transmisión.

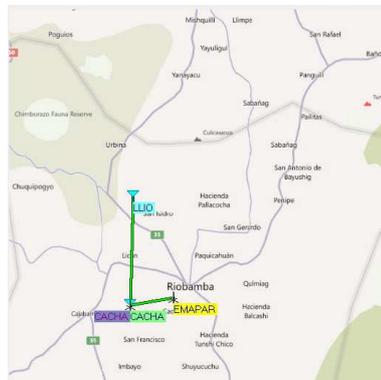


Figura IV.1. Red Fuentes de Llio-EMAPAR

4.1.1. SOFTWARE RADIOMOBILE

Es un software de simulación de radio propagación gratuita desarrollada para predecir el comportamiento de sistemas radio, simular radioenlaces y responder el área de cobertura de una red de radiocomunicaciones.

El software trabaja en el rango de frecuencias de 20 MHz y 20 GHz, está basado en el modelo de propagación ITM o modelo Longley-Rice.

4.1.2. DETALLES DEL RADIOENLACE ENTRE LLIO-CACHA

Utilizando Radiomobile se simuló el radioenlace punto-punto entre la planta de extracción de agua Llio y Cacha y las Figuras IV.3. y IV.4. determinan gráficas correspondientes al umbral del receptor y las estadísticas de éxito para el radioenlace.

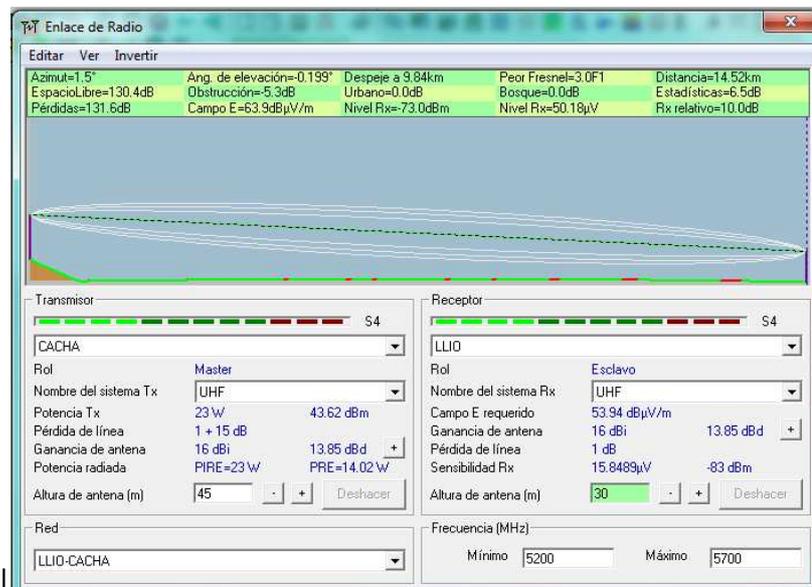


Figura IV.2. Radioenlace Fuentes de Llio-Cacha

Mediante la simulación del radioenlace entre las estaciones de Llio-Cacha se determina que se requiere de torres con altura de 30 m cada una. Se trabajó con transmisión de datos maestro/esclavo; siendo maestro el Backhaul ubicado en Cacha y esclavo el Backhaul ubicado en Llio. Se encuentran a una distancia de 14.5 Km. Trabaja en banda libre de 5.2 GHz a 5.7 GHz.



Figura IV.3. Rango de Transmisión

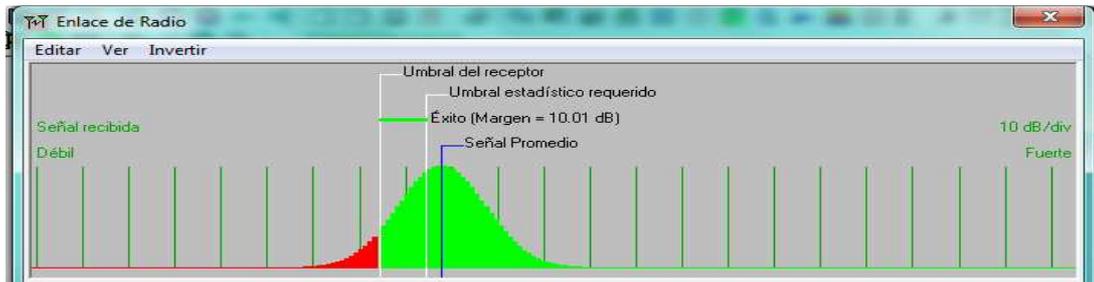


Figura IV.4. Distribución de la Transmisión

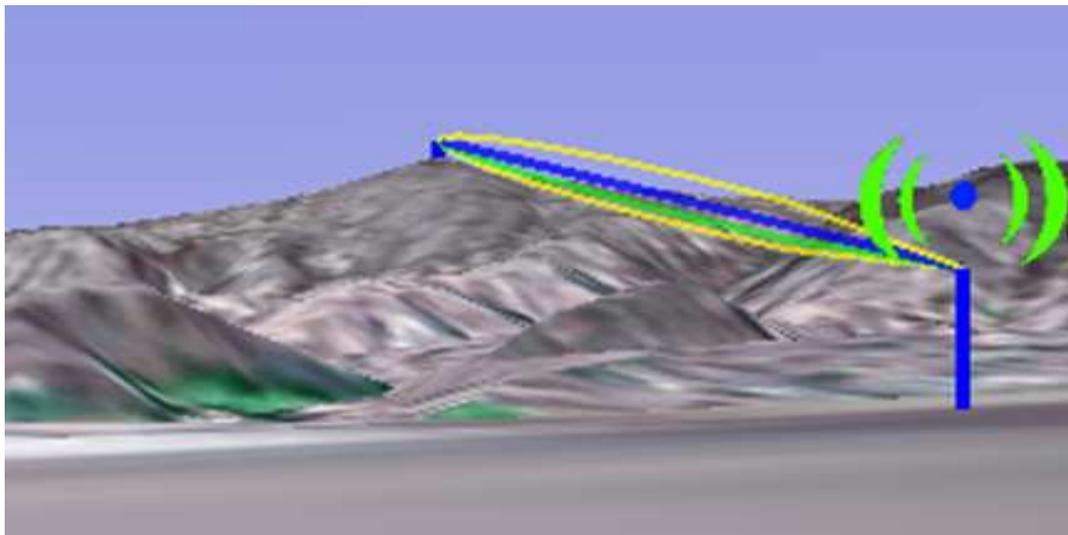


Figura IV.5. Exportación a Google Earth

4.1.2.1. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos en los cálculos previos a la simulación y los obtenidos después de la simulación se resume a continuación:

Tabla.IV.1. Enlace Llio-Cacha

DETALLE	RESULTADO
Distancia Llio-Cacha	14.5 Km (9.0 miles)
Azimut norte verdadero	1.5°
Azimut norte magnético	3.4°
Ángulo de elevación	0.1989°
Frecuencia promedio	5.45 GHz
Espacio libre	130.4 dB
Perdida de propagación total	131.61 dB
Ganancia del sistema Llio- Cacha	141.6 dB
Ganancia de la antena	18 Db
Ganancia del sistema Cacha - Llio	141.6 dB
Ganancia de la antena	7dB

Fuente: autores del Proyecto

4.1.3. DETALLES DEL RADIOENLACE ENTRE CACHA –EMAPAR

Utilizando Radiomobile se simuló el radioenlace punto-punto entre Cacha y EMAPAR las Figuras IV.7. y IV.6. determinan gráficas correspondientes al umbral del receptor y las estadísticas de éxito para el radioenlace.

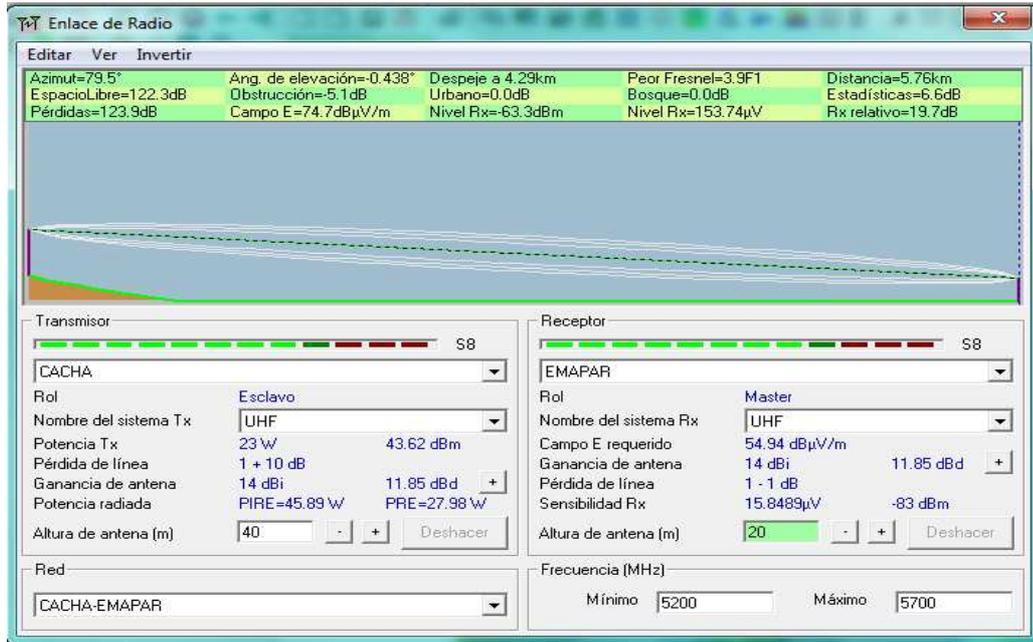


Figura IV.6. Radioenlace Fuentes de Cacha-EMAPAR

Mediante la simulación del radioenlace entre las estaciones de Cacha-EMAPAR se determina que se requiere de torres con altura de 45 y 15 m cada una.

Se trabaja con transmisión de datos maestro/esclavo; siendo esclavo el Backhaul ubicado en Cacha y maestro el Backhaul ubicado en EMAPAR. Se encuentra a una distancia de 5.76 Km. Trabaja en banda libre de 5.2 GHz a 5.7 GHz.



Figura IV.7. Rango de Transmisión

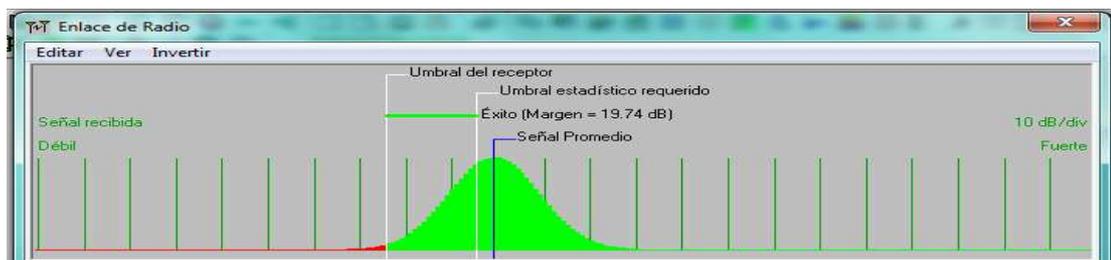


Figura IV.8. Distribución de la Transmisión



Figura IV.9. Exportación a Google Earth

4.1.3.1. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos en los cálculos previos a la simulación y los obtenidos después de la simulación se resume a continuación:

Tabla.IV.2. Enlace Cacha-EMAPAR

DETALLE	RESULTADO
Distancia Cacha – EMAPAR	5.8 Km (3.6 miles)
Azimut norte verdadero	79.5°
Azimut norte magnético	81.4°
Ángulo de elevación	0.4379°
Frecuencia promedio	5.45 GHz
Espacio libre	122.3 Db
Perdida de propagación total	123.9 dB
Ganancia del sistema Cacha-EMAPAR	147.6 dB

Ganancia de la antena	15 dB
Ganancia del sistema EMAPAR - CACHA	140.6 dB
Ganancia de la antena	7dB

Fuente: autores del Proyecto

4.2. ANÁLISIS DE LA RED DE MICROCONTROLADORES

El Sistema de Monitoreo LLIO COMMUNICATION no es un sistema crítico por lo que el ingreso de los datos no debe ser tan rápido para evitar la saturación de la base de datos.

4.2.1. DATOS DEL SISTEMA TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Tabla.IV.3.Datos Tanque de Almacenamiento

# Transmisión	Dirección	Recepción			Correcto
		Master	USB	Pc	
1	2	si	Si	Si	SI
2	2	si	Si	si	SI
3	2	si	Si	si	SI
4	2	si	Si	si	SI
5	2	si	Si	si	SI
6	2	si	Si	si	SI
7	2	si	Si	si	SI
8	2	si	Si	si	SI
9	2	si	Si	si	SI
10	2	si	Si	si	SI

Fuente: Autores del Proyecto

Estos datos de la tabla son una muestra de las lecturas que se llevó a cabo en las pruebas realizadas, teniendo como resultado que todos los datos enviados son recibidos por el Sistema Máster.

4.2.2. DATOS DEL SISTEMA POZO

Esta tabla es un resumen de los datos obtenidos desde el Sistema Pozo 1 con dirección 3, es una muestra tomada de 500 datos ingresados en el sistema.

Dando como resultado que todos los datos enviados llegan desde el sistema pozo hasta el Sistema Máster.

Tabla.IV.4. Datos Pozo

# Transmisión	Dirección	Recepcion			Correcto
		Master	USB	Pc	
1	3	Si	Si	si	Si
2	3	Si	Si	si	Si
3	3	Si	Si	si	Si
4	3	Si	Si	si	Si
5	3	Si	Si	si	Si
6	3	Si	Si	si	Si
7	3	Si	Si	si	Si
8	3	Si	Si	si	Si
9	3	Si	Si	si	Si
10	3	Si	Si	si	Si

Fuente: Autores del Proyecto

4.2.3. DATOS DEL SISTEMA MASTER

El sistema máster envía cada 500ms una dirección diferente a través del bus RS-485 para recibir los datos del esclavo que concuerde con la dirección enviada.El tiempo de retardo permite recibir todos los datos enviados por los sistemas esclavos.Todos los datos recibidos mediante RS 485 son enviados por PC

4.2.4. DATOS DEL SISTEMA USB

El sistema USB sirve como un transformador de comunicación convierte la comunicación PC a USB.

Para esta sistema de monitoreo no se necesita que la velocidad de transmisión sea muy rápida dando como resultado que todos los datos que son recibidos puedan ser transformados y enviados a través de USB.

4.3. ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN LLIO_COMUNICATION

4.3.1. ANÁLISIS DEL INGRESO DE DATOS

La aplicación pide datos a la red de microcontroladores cada 5 milisegundos pero solo se ingresan los datos cuando estéalmacenada la dirección y se reciba un dato.

El 100% de los datos enviados desde la Red de Microcontroladores son leídos por la aplicación e ingresados a la base de dato.

4.3.2. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE MONITOREO“LLIO_COMUNICATION”

4.3.2.1. SISTEMA DE MONITOREO

El sistema de monitoreo permite visualizar el estado actual del sistema seleccionado.

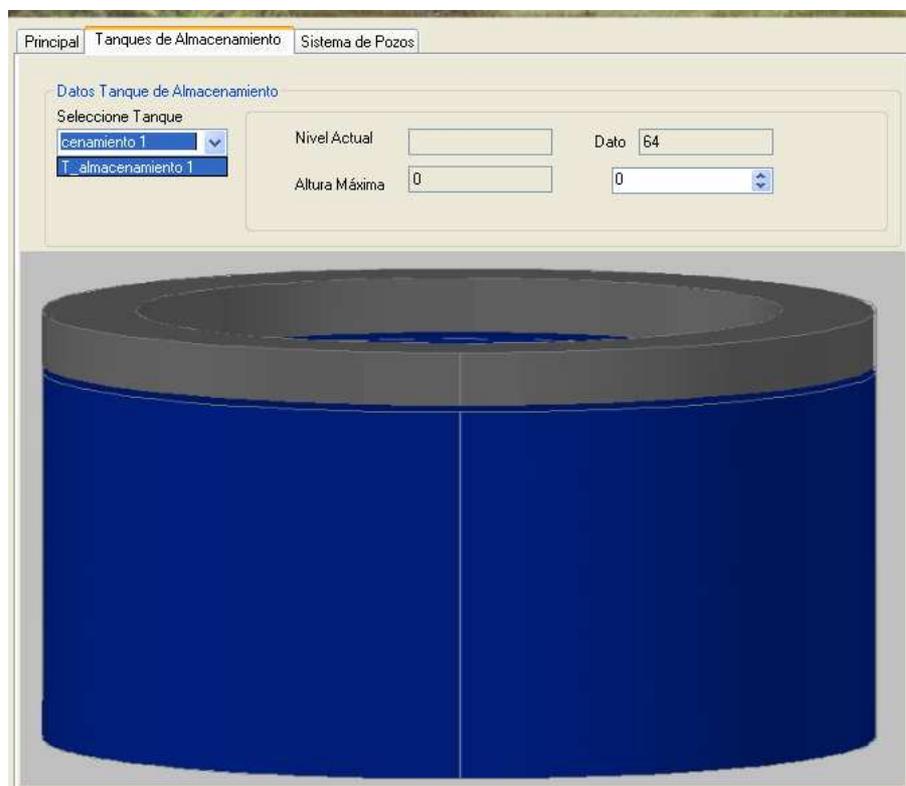


Figura IV.10. Sistema de Monitoreo Tanque de Almacenamiento

Esta ilustración permite observar el estado actual del sistema de tanque seleccionado, principalmente muestra el nivel de agua en el tanque.

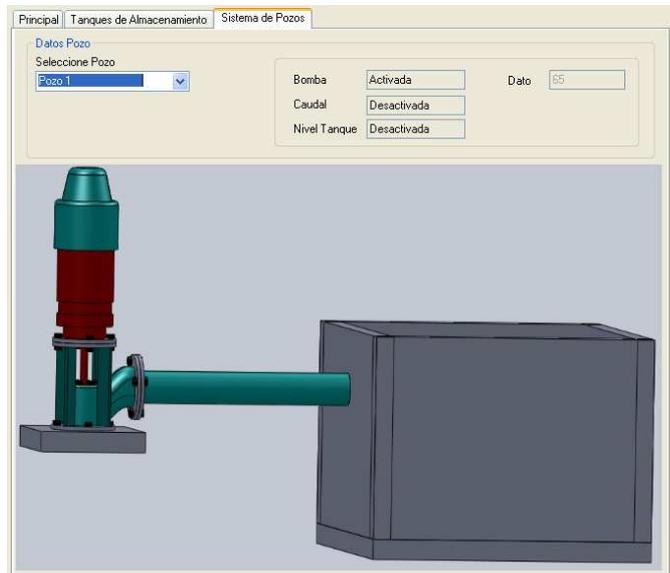


Figura IV.11. Sistema de Monitoreo Pozos

El sistema de monitoreo de los pozos muestra el estado actual del pozo seleccionado, además de mostrar el último dato ingresado se analiza este dato y se muestra el estado de la bomba, si el caudal de salida está activado o no y si nivel del tanque es bajo o normal.

4.3.2.2. REPORTES DEL SISTEMA DE MONITOREO

Este sistema permite emitir tres reportes a los cuales podemos imprimirlos, exportar con tipos de formatos como son: .doc, .xls, .pdf, .rpt(Crystal report) y .rtf.

- **REPORTE USUARIO**

Muestra los datos de todos los usuarios ingresados al sistema.

23/10/2011			
Id	Nombre	usuario	Clave
1	Administrador	Admin	Admin
2	Bayron Iglesias	bayroniglesias	123
3	Jessica Usca	jessicausca	111
4	Jose	iglesias	2222
8	Teofilo	figlesias	111
14	Andres Yopez	ayopezv	andres
15	usuario	usuario	usuario

Figura IV.12. Reporte usuario

- **REPORTE ESTACIÓN**

Muestra la información de todas las estaciones.

23/10/2011			
<u>Id_estacion</u>	<u>Desc_estacion</u>	<u>Dir_estacion</u>	<u>Tipo_estacion</u>
1	basic	1	3
2	Pozo 1	3	1
3	T_almacenamiento 1	2	2

Figura IV.13. Reporte Estación

- **REPORTE DATOS**

Es el principal reporte debido a que se puede realizar estudios o análisis de trabajo de cada uno de los sistemas.

En este reporte se muestra todos los datos ingresados además están agrupados por el nombre de sistema a los que pertenece.

23/10/2011				
<u>Estacion</u>	<u>Id</u>	<u>Dato</u>	<u>Fecha</u>	
Pozo 1	1497	68	23/10/2011	18:06:55
Pozo 1	1498	67	23/10/2011	18:06:56
Pozo 1	1499	67	23/10/2011	18:06:58
Pozo 1	1500	67	23/10/2011	18:07:01
Pozo 1	1502	68	23/10/2011	18:07:03
Pozo 1	1504	68	23/10/2011	18:07:05
Pozo 1	1506	68	23/10/2011	18:07:08
Pozo 1	1507	67	23/10/2011	18:07:09
Pozo 1	1508	67	23/10/2011	18:07:11
Pozo 1	1509	67	23/10/2011	18:07:13
Pozo 1	1510	68	23/10/2011	18:07:16
Pozo 1	1512	68	23/10/2011	18:07:18
Pozo 1	1514	68	23/10/2011	18:07:20
Pozo 1	1515	67	23/10/2011	18:07:22
Pozo 1	1516	65	23/10/2011	18:07:24
Pozo 1				
T_almacenamiento 1				
T_almacenamiento 1	2	68	18/10/2011	18:46:03
T_almacenamiento 1	3	68	18/10/2011	18:46:10
T_almacenamiento 1	4	68	18/10/2011	18:46:17
T_almacenamiento 1	5	68	18/10/2011	18:46:24
T_almacenamiento 1	6	68	18/10/2011	18:46:31
T_almacenamiento 1	7	68	18/10/2011	18:46:38
T_almacenamiento 1	8	68	18/10/2011	18:46:45
T_almacenamiento 1	9	68	18/10/2011	18:47:02
T_almacenamiento 1	11	68	18/10/2011	18:47:23
T_almacenamiento 1	13	68	18/10/2011	18:47:44
T_almacenamiento 1	15	68	18/10/2011	18:48:06
T_almacenamiento 1	16	68	18/10/2011	18:48:27
T_almacenamiento 1	17	68	18/10/2011	18:48:48
T_almacenamiento 1	19	68	18/10/2011	18:49:09
T_almacenamiento 1	21	68	18/10/2011	18:49:30
T_almacenamiento 1	22	68	18/10/2011	18:49:51

Figura IV.14. Reporte Datos

4.4. DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Las hipótesis científicas son sometidas para determinar si son aceptadas o no, dependiendo de la observación del investigador, no se puede probar si una hipótesis es verdadera o falsa, sino argumentar de acuerdo a ciertos datos obtenidos en la investigación si esta fue apoyada o no para lo cual hay pruebas estadísticas que permiten determinar algunos límites de confianza en la demostración de la hipótesis.

Como las observaciones de esta investigación corresponden a muestras independientes y las mediciones se tienen en escala nominal, la prueba estadística de ji cuadrado es el procedimiento de elección para la demostración de hipótesis. Esta prueba estadística se emplea en el análisis de dos o más grupos y de dos o más variables como corresponde a este caso.

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

➤ HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H_a)

Con el diseño del sistema de monitoreo y adquisición de datos de la planta de extracción de agua LLIO se pretende generar un documento para la EP-EMAPAR que le permitirá implementar el sistema de monitoreo, el cual facilitará el control de la planta de extracción, así como también, la comunicación entre la empresa en Riobamba y Llio en San Andrés que transmitirá los datos adquiridos mediante una red de microcontroladores.

➤ HIPÓTESIS NULA (H_0)

Con el diseño del sistema de monitoreo y adquisición de datos de la planta de extracción de agua LLIO no se pretende generar un documento para la EP-EMAPAR que le permitirá implementar el sistema de monitoreo, el cual facilitará el control de la planta de extracción, así como también, la comunicación entre la empresa en Riobamba y Llio en San Andrés que transmitirá los datos adquiridos mediante una red de microcontroladores.

DETERMINACION DE VARIABLES

➤ VARIABLE DEPENDIENTE

Generar un documento para la EP-EMAPAR.

➤ **VARIABLE INDEPENDIENTE**

Control de la planta de extracción.

Para realizar el análisis de las variables independientes se tomó como muestra 1500 datos transmitidos.

Indicadores de la variable independiente

- *Fiabilidad de Datos*

Nos permite conocer en un valor en porcentaje si los datos enviados fueron recibidos correctamente o no.

Para ello se tomó en cuenta que un dato enviado desde el sistema esclavo llegue correctamente hasta el sistema máster, el sistema USB y a la aplicación en el PC.

- *Tiempo de Transmisión*

El tiempo de transmisión hace referencia al tiempo que tarda en llegar la información desde un sistema máster hasta la aplicación, si el tiempo excede los 500 ms de retardo de lectura de la aplicación este dato enviado no se ingresara al sistema y se lo denomina dato perdido.

- **NIVEL DE SIGNIFICACIÓN**

Para todo valor de probabilidad igual o menor que 0.05 se acepta H_a y se rechaza H_0 .

- **ZONA DE RECHAZO**

Para todo valor de probabilidad mayor que 0.05, se acepta H_0 y se rechaza H_a .

APLICACIÓN DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA.

Tabla.IV.5. Tabla de valores observados

VALORES OBSERVADOS	SIN COMUNICACIÓN	CON COMUNICACIÓN	TOTAL
FIABILIDAD DE DATOS	30.00	99.00	129.00
TIEMPO DE TRANSMISIÓN	2.00	98.00	100.00
TOTAL	32.00	197.00	229.00

Fuente: Autores del Proyecto

Para la aplicación del Ji cuadrado

La fórmula es:

$$X^2 = \sum_{N=1}^H \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Donde:

X^2 = valor estadístico de ji cuadrado.

f_o = frecuencia observada.

f_e = frecuencia esperada

Calculo de los valores teóricos para cada casilla.

Tabla.IV.6. Tabla de valores esperados

VALORES ESPERADOS	SIN COMUNICACIÓN	CON COMUNICACIÓN
FIABILIDAD DE DATOS	18.03	110.97
TIEMPO DE TRANSMISIÓN	13.97	86.03

Fuente: autores del proyecto

Una vez obtenidos los valores teóricos, aplicamos la fórmula.

Tabla.IV.7. Resultados de JI CUADRADO

	(O - E)²/E
	7.95
	10.26
	1.29
	1.67
X²	21.17

Fuente: Autores del Proyecto

Cálculo de los grados de libertad (gl).

$$gl = (K - 1) (H - 1) = (2 - 1) (2 - 1) = 1$$

$$\alpha = 0.05$$

El valor crítico de ji cuadrado con 1 grados de libertad más cercano al calculado es de 10.828, con una probabilidad igual a 0.001.

DECISIÓN

El estadístico calculado de 21.17 con 1 grados de libertad tiene una probabilidad inferior a 0.001 y menor que 0.05, cayendo en el nivel de significancia. Por lo tanto, se acepta H_a y se rechaza H_o .

INTERPRETACIÓN.

Con el diseño del sistema de monitoreo y adquisición de datos de la planta de extracción de agua LLIO se generara un documento para la EP-EMAPAR que le permitirá implementar el sistema de monitoreo, el cual facilitará el control de la planta de extracción, así como también, la comunicación entre la empresa en Riobamba y Llio en San Andrés que transmitirá los datos adquiridos mediante una red de microcontroladores. Este es el análisis tomado en base a la prueba estadística desarrollada teniendo un nivel de confianza de p menor que 0.001.

CONCLUSIONES

1. Los sensores ultrasónicos, sensores magnéticos, finales de carrera y contactos auxiliares de los contactores permiten de manera óptima realizar el monitoreo de la planta de extracción.
2. El protocolo RS-485 como medio de comunicación fortalece la red de microcontroladores evitando interferencia por ruido eléctrico y permite largas distancias de transmisión.
3. La aplicación LLIOCOMUNICACION muestra el estado de la planta de extracción además ingresa los datos receptados desde la red de microcontroladores a la base de datos.
4. El documento del diseño del sistema de monitoreo de la planta de extracción de agua LLIO facilita la instalación de los equipos y sistemas de monitoreo.
5. Con la utilización del simulador de Radioenlaces Radiomobile y utilizando las características específicas de los Backhaul Cannopy se puede concluir que el radioenlace desde Llio a Cacha y desde Cacha a la EMAPAR es factible utilizando estos equipos, no se produce perdidas de trasmisión de la información en el trayectoria lo que garantiza la confiabilidad y seguridad de los dato.
6. Backhaul Cannopys es una propuesta de solución inalámbrica para la comunicación en lugares remotos o de difícil acceso, ya que proporciona confiabilidad con alto rendimiento, seguridad y bajos costos, atraviesa obstáculos, requieren de línea de vista debido a la distancia de cobertura y a condiciones de RF; gracias a la gran gama de equipos Canopy estos equipos se adaptan a la infraestructura que posee, evitando la necesidad de adquirir equipos compatibles.
7. El radioenlace desde la planta de extracción de agua Llio de EMAPAR no requiere de ningún permiso de los organismos de control debido a que los Backhaul Cannopy trabajan en banda libre de frecuencias de 5.7 GHz. Solo se deberá solicitar el certificado de homologación, el cual especificará que los equipos cuentan con los requisitos del reglamento.

RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda la utilización del MaxSonar EZ1 como sensor de nivel para el tanque de almacenamiento por las características técnicas, fiabilidad de los datos y bajo costo.
- 2.** Para la comunicación entre los sistemas de adquisición de datos de la planta se debe utilizar cable multi hilo para evitar daños en el cableado por ende pérdidas en la información.
- 3.** La implementación de la red de microcontroladores en la planta extracción de agua Llio ya que es un proyecto factible que permitirá la recepción de datos reales; y en especial el control de los sistemas de pozo y tanque de almacenamiento; así como también se tendrá acceso a datos reales de los sistemas mencionados.
- 4.** Se recomienda la implementación del Radioenlace que permite la comunicación entre las fuentes de extracción de agua Llio con las oficinas de la EP-EMAPAR, ya que es un proyecto viable que permitirá la recepción de datos reales; y en especial el control de los sistemas de pozos evitando que los equipos se deterioren rápidamente.
- 5.** Que la PC en la cual se va a instalar la aplicación y la base de datos del sistema de monitoreo LLIO COMMUNICATION debe tener un mínimo de 3.2 GHz de velocidad del procesador, 500 Gb de disco duro y 2 Gb en RAM.
- 6.** Se recomienda que para evitar fallos en la comunicación por cortes energéticos se implemente un sistema eléctrico alternativo mediante paneles solares, que alimentarán a sistema de monitoreo.

RESUMEN

El diseño del sistema de monitoreo y adquisición de datos de la planta de extracción de agua LLIO mediante una red de microcontroladores que transmite a través de un radio enlace microonda entre la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Riobamba y Llio permitirá analizar los datos obtenidos a través de los sistemas de adquisición.

Para el desarrollo de esta tesis se utilizó los métodos inductivo, científico y experimental para la investigación y toma de decisiones, el diseño del sistema de monitoreo LLIO COMUNICACION es un documento que facilita la instalación de los componentes del sistema ya sean estos la aplicación creada sobre el lenguaje de programación C# de Visual Studio y la base de datos en Sql Server 2000 además adecuar los equipos y complementos de la red externa que permite el monitoreo desde las oficinas ubicadas en el Cantón Riobamba al sistema de extracción de agua ubicada en la parroquia Llio del cantón Guano mediante un radio enlace microondas, la red interna obtiene los datos a través de sistemas microcontrolados específicos para cada tipo de estación. El sistema de pozo utiliza un sensor magnético que permite detectar el nivel del pozo recolector, un sensor final de carrera detecta si existe caudal y un contacto auxiliar del sistema de control de la bomba de extracción para conocer su funcionamiento. En sistema de tanque de almacenamiento se utiliza un sensor ultrasónico para detectar el nivel de agua almacenada. Estos datos adquiridos son transmitidos mediante los protocolo de comunicación RS - 485 e PC y para el ingreso de datos en la PC se utiliza comunicación USB.

Al realizar el cálculo estadístico aplicando JI Cuadrado el resultado fue 21.17 con 1 grados de libertad tiene una probabilidad inferior a 0.001 y menor que 0.05, cayendo en el nivel de significancia. Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada en esta tesis.

Se concluye que el análisis de los datos obtenidos mediante el sistema de monitoreo le permiten a la EP-EMAPAR detectar futuros daños y solucionarlos a tiempo.

Se recomienda la instalación del sistema de monitoreo con todos los equipos descritos ya que han sido analizados y cumplen con los requerimientos para esta aplicación.

SUMMARY

“Design of a data monitoring and acquisition system for LLIO water extraction plant with microcontrollers network that transmit through a microwave radio link”

The acquisition systems permit to analyze obtained data. This water extraction plant equipment frequently gets damaged; therefore the Municipality of Riobamba needs to improve the water extraction system for Llio plant from the EP-EMAPAR (Public Company Riobamba's Potable Water and Sanitary Sewer Municipal Company).

The main goal is to generate a document that allows EP-EMAPAR the installation and starting of a monitoring system for this extraction plant.

The research used inductive, scientific, experimental methods, and taking of decisions. The monitoring systems LLIO_COMUNICACION design is a document that facilitates the installing of the system components. These components are from the created application on programming language C# from Visual Studio, and data base on SQL Server 2000. Adapting equipment and external network complements permits to monitor from the offices in Riobamba the extraction systems in Llio (Guano Canton) with the use microwave radio links. The internal network obtains data through specific micro controlled systems for each type of station. The system in the well uses a magnetic sensor to detect the level in the collector. At the end of the run another sensor detects the volume of flow and auxiliary contact of the extractor bomb control system to know its functioning. The storage tank system uses an ultrasonic sensor to detect the level of stored water. The communication protocol RS 485 e I²C transmits these data, and communication USB (Universal Serial Bus) input data into the PC (Personal Computer).

Statistical calculation was made applying Chi-squared distribution, and it showed this result: 21.17 with 1 degree of freedom, a probability inferior to 0.001, and less than 0.05; therefore, this is statistically significant and it proves the hypothesis.

In conclusion, the analysis of monitoring system obtained data permits the EP-EMAPAR detect future damages and timing solutions.

The system monitoring installation must be done with all described equipment since this research analyzed all described equipment and they achieved the requirements for this application.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- **GARCIA E**, Compilador C CCS y Simulador Proteus para Microcontroladores Pic, Barcelona - España, Alfaomega. 2008, 276p.
- 2.- **REYES C**. Microcontroladores PIC Programación en Basic, Quito - Ecuador, Rispergraf, 2006, 218p.

BIBLIOGRAFÍA INTERNET

3.- CÁLCULO DE RADIOENLACE

<http://www.radiocomunicaciones.net/radio-enlaces.html>

2011/01/16

http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless_es

2011/03/18

4.- MICROCONTROLADORES

http://www.unicrom.com/Tut_arquitectura_microcontrolador.asp

2011/02/26

http://perso.wanadoo.es/luis_ju/pic/pic03.html

2011/02/28

5.- PERDIDA EN EL ESPACIO LIBRE

http://montevideolibre.org/manuales:libros:mmtk:capitulo_4.2

2011/02/28

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/peredo_a_s/capitulo1.pdf

2011/03/25

http://paginas.fisica.uson.mx/horacio.munguia/aula_virtual

2011/05/02

5.- PROTOCOLO RS 485

<http://www.wut.de/e-6www-11-apes-000.php>

2011/06/14

6.- RADIOENLACE

<http://www.slideshare.net/6IM8/radio-enlace-de-microondas>

2011/04/08

<http://www.ctv.es/USERS/carles/PROYECTO/cap1/cap1.html>

2011/04/25

<http://www.radiocomunicaciones.net/radio-enlaces.html>

2011/04/27

7.- REDES INALAMBRICAS

<http://es.scribd.com/doc/51042113/28/Tipos-de-enlaces-inalambricos>

2011/03/10

8.- SENSORES

<http://www.celduc-relais.com/all/pdfcelduc/PROXes.pdf>

2011/07/07

<http://sensoresdeproximidad.galeon.com/#carrera>

2011/08/23

<http://www.tecnoficio.com/docs/doc60.php>

2011/08/24

<http://www.msebilbao.com/notas/downloads>

2011/08/25

9.- TRANSMISIÓN EN SERIE

<http://perso.wanadoo.es/pictob/comserie.htm>

2011/09/03

10.- SQL

<http://www.uaem.mx/posgrado/mcruz/cursos/miic/sql.pdf>

2011/09/28

11.- ZONA DE FRESNEL

<http://asterion.almadark.com/2008/11/30/>

2011/03/17

<http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:FresnelSVG.svg>

2011/03/18

Anexos

Anexo 1

COSTOS DE BACKHAUL CANOPY

Point to Point Systems > Backhaul 10 & 20 Mbps			
Part Number		Description	Price List (USD)
 2400BHRFDD	HK1070A	2.4 GHz 10 Mbps Backhaul Unit with Reflector	\$ 1,369.50
 2400BHRF20BC	HK1072A	2.4 GHz 20 Mbps Backhaul Unit with Reflector	\$ 1,974.50
 5200BHDD	HK1035A	5.2 GHz 10 Mbps Backhaul Unit	\$ 1,094.50
 5210BHRFDD	HK1085A	5.2 GHz 10 Mbps Backhaul Unit Extended Range with Reflector	\$ 1,259.50
 5210BHRF20DD	HK1087A	5.2 GHz 20 Mbps Backhaul Unit with Reflector	\$ 1,809.50
 5700BHDD		5.7 GHz 10 Mbps Backhaul Unit	\$ 1,259.50
 5700BH20DD	HK1162A	5.7 GHz 20 Mbps Backhaul Unit	\$ 1,864.50

ANEXO 2

ESPECIFICACIONES DE LOS BACKHAUL

ESPECIFICACIONES

Rango de frecuencia de operación U-NII de banda media	5.725 a 5.825 GHz
Método de acceso	TDD/TDMA
Velocidad de señalización	10 Mbps
Tipo de modulación	BFSK de índice alto (optimizado para rechazo de interferencia)
Portadora para la interferencia (C/I) también conocida como fluctuación	3dB 1×10^{-4} BER @ -65 dBm
Sensibilidad del receptor	-89dBm 1×10^{-4} BER
Rango de operación (en todos los climas)	Hasta 2 millas (32 Km.) con antena integrada. Hasta 20 millas (32 Km.) con reflectores pasivos instalados.
Energía del transmisor	Cumple con el límite U-NII ERP de FCC
Corriente DC	24 VCD @ 0.8 Amp (estado activo)
Interfaz	10/100 BaseT, dúplex medio/full Velocidad auto negociada (cumple con 802.3)

ANEXO 3

CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR MAGNÉTICO

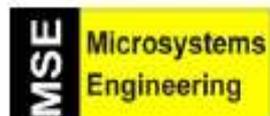
Referencia Producto	PTF01060	PTFA1015	PTFA1103 ⁽¹⁾	PTFA1104 ⁽¹⁾	PTFA1210	PTFA2115 ⁽²⁾
Montaje	Vertical	Vertical Nivel alto y bajo	Vertical Nivel alto	Vertical Nivel bajo	Vertical Nivel alto y bajo	Vertical Nivel alto y bajo
Estado del contacto (flotador abajo)	1NO	1NO	1NC	1NO	1NO+NC	1NO
Tipo de Conexión	2 hilos 600mm	2 hilos 1,5m	2 hilos 300mm	2 hilos 300mm	Cable (3 hilos) 300mm	2 hilos 1,5m
Materiales	Caja	Resina de Poliamida 6/6 con fibra de vidrio	Resina de Poliamida 6/6 con fibra de vidrio	Polipropileno	Polipropileno	Poliamida
	Flotador	Polipropileno	Polipropileno			Poliuretano
Compatibilidad con Líquidos	Agua	Agua	1	1	2	3
Recorrido del flotador	10mm	17mm	9mm	9mm	48,5mm	8mm
Potencia máx. Conmutable	10VA	10VA	10VA	10VA	Máximo : 10VA Mínimo : 3VA	50VA
Tensión máx. Conmutable	100Vdc	100Vdc	100Vdc	100Vdc	Máximo : 200Vdc Mínimo : 100Vdc	300Vac/dc
Corriente máx. conmutable	0,5A	0,5A	0,5A	0,5A	Máximo : 0,5A Mínimo : 0,25A	0,5A
Densidad Mínima	0,8	0,75	0,7	0,7	0,6	0,75
Temperatura de funcionamiento	0 / 70°C	0 / 70°C	-10 / 80°C	-10 / 80°C	-10 / 85°C	0 / 100°C
Rosca	M8 x 1,25	Rosca 3/8" UNC 1,588mm (16 por pulgada)	1/8" GAS (28 por pulgada)	1/8" GAS (28 por pulgada)	Rosca 3/8" UNC 1,588mm (16 por pulgada)	M10 x 1

Referencia Producto	PTF01060	
Montaje	Vertical	
Estado del contacto (flotador abajo)	1NO	
Tipo de Conexión	2 hilos 600mm	
Materiales	Caja	Resina de Poliamida 6/6 con fibra de vidrio
	Flotador	Polipropileno
Compatibilidad con Líquidos	Agua	
Recorrido del flotador	10mm	
Potencia máx. Conmutable	10VA	
Tensión máx. Conmutable	100Vdc	
Corriente máx. conmutable	0,5A	
Densidad Mínima	0,8	
Temperatura de funcionamiento	0 / 70°C	
Rosca	M8 x 1,25	

ANEXO 4

CARACTERÍSTICAS DEL MAX SONAR EZ1

Ingeniería de Microsistemas Programados S.L.
Alda. Mazarredo Nº 47 -1º Dpto 2
48009 Bilbao - Vizcaya (Spain)
Tfno/Fax: 94 4230651
www.microcontroladores.com
info@microcontroladores.com



1.- DESCRIPCION

El MaxSonar-EZ1 es el s3nar m3s peque1o y de menos consumo del mercado. Ver la figura 1. Es capaz de detectar objetos desde 0 hasta 254 pulgadas (0 a 6.45 metros) y proporcionar una informaci3n de salida de la distancia medida en el rango de 6 a 254 pulgadas con una resoluci3n de 1". Los objetos u obst3culos presentes a una distancia inferior a 6" proporcionan una lectura m3nima de 6". La distancia medida se ofrece en tres formatos de salida: anchura de pulso, tensi3n anal3gica y salida digital en serie. Gracias a estos tres formatos de salida el s3nar MaxSonar-EZ1 se puede conectarse con cualquier sistema basado en microcontrolador de una f3cil y flexible.



2.- CARACTERÍSTICAS

- Ganancia variable continua para el control del haz ultras3nico y supresi3n de la dispersi3n.
- Permite detectar objetos con una distancia inferior a 6"
- Alimentaci3n 3nica de +5Vcc con un consumo de 2mA
- Se pueden realizar hasta 20 medidas por segundo (50mS por cada medida).
- Las medidas y salida de informaci3n se puede realizar de forma continua.
- Se puede emplear una se1al externa para iniciar / detener cada nuevo ciclo.
- Formato de salida con protocolo serie de 0 a 5V con 9600 baudios, 8 bits, sin paridad y 1 bit de stop.
- Formato de salida mediante tensi3n anal3gica (10mV/pulgada).
- Formato de salida mediante anchura de pulso (147µS/pulgada).
- Todos los formatos de salida de informaci3n est3 activos simult3neamente y se puede emplear cualquiera de ellos en todo momento.
- Dise1ado para trabajar en interiores.
- Los transductores ultras3nicos trabajan a 42KHz

3.- VENTAJAS

- S3nar de muy bajo coste.
- Ocupa la mitad de espacio que otros dispositivos de su categor3a.
- Virtualmente no presenta zonas muertas.
- Haz ultras3nico de alta calidad.
- Circuito Impreso con orificios para el montaje.
- Consumo muy reducido. Ideal para aplicaciones y sistemas alimentados con bater3as.
- Cada ciclo de medida se puede disparar e iniciar interna o externamente.
- Los formatos de salida son de lectura directa y no es necesario circuiter3a auxiliar.
- Ciclos r3pidos de cada medida.
- Los formatos de salida con la medida de distancia se pueden emplear simult3neamente.

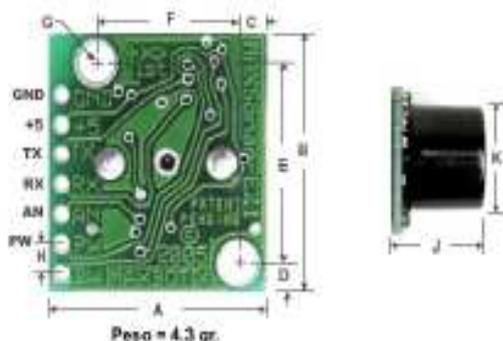
4.- DESCRIPCION DE TIEMPOS

250mS despu3s de conectar la alimentaci3n el MaxSonar-EZ1 est3 listo para aceptar la se1al RX. Si est3 a nivel "1" se ejecuta un ciclo de calibraci3n que dura 49mS y seguidamente comienzan los ciclos de trabajo. Estos consisten en realizar una medida y transmitir la distancia por los tres m3todos disponibles: salida serie por TX, salida anal3gica por AN y salida de pulso por PW. Cada ciclo de trabajo consume 49mS, por lo que el primer ciclo v3lido tras conectar la alimentaci3n se produce al de 100mS.

Cada ciclo de trabajo de 49mS comienza chequeando el estado de RX. Si est3 a "0" se da por finalizado ese ciclo. A continuaci3n se transmite una se1al ultras3nica de 42KHz y la se1al PW se pone a "1". Cuando se detecta un obst3culo PW se pone a "0". Si el tiempo en que esta se1al permanece a "1" es superior a 37.5mS significa que no se ha detectado obst3culo alguno. Durante los siguientes 4.7mS se transmite en serie el valor de

la medida realizada. El resto del tiempo hasta llegar a los 49mS que dura el ciclo se emplea para ajustar la tensión analógica en AN a su nivel apropiado.

5. DIMENSIONES Y CONEXIONADO



A	0.795"	19.9 mm	F	0.510"	12.6 mm
B	0.870"	22.1 mm	G	0.124" <small>tol.</small>	3.1 mm <small>tol.</small>
C	0.100"	2.54 mm	H	0.100"	2.54 mm
D	0.100"	2.54 mm	J	0.645"	16.4 mm
E	0.670"	17.0 mm	K	0.810"	20.5 mm

Se muestra en la figura 2. La tabla adjunta presenta las medidas de las diferentes cuotas expresadas en pulgadas y en milímetros. También se indica que el peso aproximado es de unos 4.3 gr. Según la figura, en el lado izquierdo de la tarjeta impresa vista por el lado de la soldadura, figuran las conexiones disponibles. Son siete y se explican a continuación. Las conexiones se pueden realizar soldando los cables necesarios directamente o bien poniendo algún tipo de tira de pines macho o hembra que permitan conectar o desconectar rápidamente el módulo del circuito de aplicación.

SEÑAL	DESCRIPCIÓN
GND	Señal tierra de alimentación.
+5V	Señal positiva de alimentación de +5V y 3mA de intensidad
TX	Transmite vía serie el resultado de la distancia medida. La transmisión se realiza en formato RS232 excepto que los voltajes de salida son de 0-5V. Se transmiten 5 bytes por cada medida realizada. Empezar con el carácter ASCII "R", continúa con tres caracteres ASCII con los dígitos de la medida propiamente dicha y comprendido entre 006 y 254 y finaliza con el código de retorno de carro (0x0D). La velocidad es de 9600 baudios, con 8 bits de datos, sin paridad y un bit de stop. Si se desea una comunicación RS232 estándar esta señal debe ser invertida y aplicada a un convertidor de niveles como puede ser el MAX232. En este caso podemos conectar directamente el sonar con el canal serie de un PC. Mediante un software de comunicaciones como puede ser el "Hyperterminal" de Windows, podemos visualizar de forma rápida y sencilla las distancias medidas (siempre en pulgadas).
RX	Este pin está permanentemente a nivel "1" mediante una resistencia "pull-Up" interna. En estas condiciones el sonar está realizando medidas de forma continua y transmitiendo la distancia. Sin embargo esta señal se puede emplear para controlar externamente el inicio de una nueva medida. Efectivamente, cuando se pone a "0" el sistema está detenido. Poniéndola a nivel "1" o simplemente al conectar, se inicia una nueva medida.
AN	Salida analógica de tensión comprendida entre 0 y 2.55 V que representa el valor de la distancia medida. El factor empleado es de 10mV/pulgada.
PW	Este pin proporciona un pulso de salida cuya duración determina la distancia medida. La distancia se puede calcular usando el factor de 147µS/pulgada.
BW	N.C Reservada, no se debe conectar.

ANEXO 5

DATASHEET PIC 18F2550

PIC18F2455/2550/4455/4550

TABLE 1-1: DEVICE FEATURES

Features	PIC18F2455	PIC18F2550	PIC18F4455	PIC18F4550
Operating Frequency	DC – 48 MHz			
Program Memory (Bytes)	24576	32768	24576	32768
Program Memory (Instructions)	12288	16384	12288	16384
Data Memory (Bytes)	2048	2048	2048	2048
Data EEPROM Memory (Bytes)	256	256	256	256
Interrupt Sources	19	19	20	20
I/O Ports	Ports A, B, C, (E)	Ports A, B, C, (E)	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C, D, E
Timers	4	4	4	4
Capture/Compare/PWM Modules	2	2	1	1
Enhanced Capture/ Compare/PWM Modules	0	0	1	1
Serial Communications	MSSP, Enhanced USART	MSSP, Enhanced USART	MSSP, Enhanced USART	MSSP, Enhanced USART
Universal Serial Bus (USB) Module	1	1	1	1
Streaming Parallel Port (SPP)	No	No	Yes	Yes
10-Bit Analog-to-Digital Module	10 Input Channels	10 Input Channels	13 Input Channels	13 Input Channels
Comparators	2	2	2	2
Resets (and Delays)	POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT			
Programmable Low-Voltage Detect	Yes	Yes	Yes	Yes
Programmable Brown-out Reset	Yes	Yes	Yes	Yes
Instruction Set	75 Instructions; 83 with Extended Instruction Set enabled			
Packages	28-pin PDIP 28-pin SOIC	28-pin PDIP 28-pin SOIC	40-pin PDIP 44-pin QFN 44-pin TQFP	40-pin PDIP 44-pin QFN 44-pin TQFP

TABLE 1-2: PIC18F2455/2550 PINOUT I/O DESCRIPTIONS (CONTINUED)

Pin Name	Pin Number	Pin Type	Buffer Type	Description
	PDIP, SOIC			
RA0/AN0 RA0 AN0	2	I/O I	TTL Analog	PORTA is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Analog input 0.
RA1/AN1 RA1 AN1	3	I/O I	TTL Analog	Digital I/O. Analog input 1.
RA2/AN2/VREF-/CVREF RA2 AN2 VREF- CVREF	4	I/O I I O	TTL Analog Analog Analog	Digital I/O. Analog input 2. A/D reference voltage (low) input. Analog comparator reference output.
RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+	5	I/O I I	TTL Analog Analog	Digital I/O. Analog input 3. A/D reference voltage (high) input.
RA4/TOCKI/C1OUT/RCV RA4 TOCKI C1OUT RCV	6	I/O I O I	ST ST — TTL	Digital I/O. Timer0 external clock input. Comparator 1 output. External USB transceiver RCV input.
RA5/AN4/SS/ HLVDIN/C2OUT RA5 AN4 SS HLVDIN C2OUT	7	I/O I I I O	TTL Analog TTL Analog —	Digital I/O. Analog input 4. SPI slave select input. High/Low-Voltage Detect input. Comparator 2 output.
RA6	—	—	—	See the OSC2/CLKO/RA6 pin.
RB0/AN12/INT0/FLT0/ SDI/SDA RB0 AN12 INT0 FLT0 SDI SDA	21	I/O I I I I I	TTL Analog ST ST ST ST	Digital I/O. Analog input 12. External interrupt 0. PWM Fault input (CCP1 module). SPI data in. I ² C™ data I/O.
RB1/AN10/INT1/SCK/ SCL RB1 AN10 INT1 SCK SCL	22	I/O I I I/O I/O	TTL Analog ST ST ST	Digital I/O. Analog input 10. External interrupt 1. Synchronous serial clock input/output for SPI mode. Synchronous serial clock input/output for I ² C mode.
RB2/AN8/INT2/VMO RB2 AN8 INT2 VMO	23	I/O I I O	TTL Analog ST —	Digital I/O. Analog input 8. External interrupt 2. External USB transceiver VMO output.
RB3/AN9/CCP2/VPO RB3 AN9 CCP2 ⁽¹⁾ VPO	24	I/O I I/O O	TTL Analog ST —	Digital I/O. Analog input 9. Capture 2 input/Compare 2 output/PWM 2 output. External USB transceiver VPO output.
RB4/AN11/KBI0 RB4 AN11 KBI0	25	I/O I I	TTL Analog TTL	Digital I/O. Analog input 11. Interrupt-on-change pin.
RB5/KBI1/PGM RB5 KBI1 PGM	26	I/O I I/O	TTL TTL ST	Digital I/O. Interrupt-on-change pin. Low-Voltage ICSP™ Programming enable pin.
RB6/KBI2/PGC RB6 KBI2 PGC	27	I/O I I/O	TTL TTL ST	Digital I/O. Interrupt-on-change pin. In-Circuit Debugger and ICSP programming clock pin.
RB7/KBI3/PGD RB7 KBI3 PGD	28	I/O I I/O	TTL TTL ST	Digital I/O. Interrupt-on-change pin. In-Circuit Debugger and ICSP programming data pin.

ANEXO 6

DATASHEET PIC 16F877A

TABLE 1-1: PIC16F87XA DEVICE FEATURES

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

TABLE 1-2: PIC16F873A/876A PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	PDIP, SOIC, SSOP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKI OSC1 CLKI	9	6	I I	ST/CMOS ⁽⁹⁾	Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode; otherwise CMOS. External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins).
OSC2/CLKO OSC2 CLKO	10	7	O O	—	Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP MCLR VPP	1	26	I P	ST	Master Clear (input) or programming voltage (output). Master Clear (Reset) input. This pin is an active low Reset to the device. Programming voltage input.
RA0/AN0 RA0 AN0	2	27	I/O I	TTL	PORTA is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Analog input 0.
RA1/AN1 RA1 AN1	3	28	I/O I	TTL	Digital I/O. Analog input 1.
RA2/AN2/VREF-/ CVREF RA2 AN2 VREF- CVREF	4	1	I/O I I O	TTL	Digital I/O. Analog input 2. A/D reference voltage (Low) input. Comparator VREF output.
RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+	5	2	I/O I I	TTL	Digital I/O. Analog input 3. A/D reference voltage (High) input.
RA4/T0CKI/C1OUT RA4 T0CKI C1OUT	6	3	I/O I O	ST	Digital I/O – Open-drain when configured as output. Timer0 external clock input. Comparator 1 output.
RA5/AN4/SS/C2OUT RA5 AN4 SS C2OUT	7	4	I/O I I O	TTL	Digital I/O. Analog input 4. SPI slave select input. Comparator 2 output.
RB0/INT RB0 INT	21	18	I/O I	TTL/ST ⁽¹¹⁾	Digital I/O. External interrupt.
RB1	22	19	I/O	TTL	Digital I/O.
RB2	23	20	I/O	TTL	Digital I/O.
RB3/PGM RB3 PGM	24	21	I/O I	TTL	Digital I/O. Low-voltage (single-supply) ICSP programming enable pin.
RB4	25	22	I/O	TTL	Digital I/O.
RB5	26	23	I/O	TTL	Digital I/O.
RB6/PGC RB6 PGC	27	24	I/O I	TTL/ST ⁽¹²⁾	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming clock.
RB7/PGD RB7 PGD	28	25	I/O I/O	TTL/ST ⁽¹²⁾	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming data.
RC0/T1OSO/T1CKI RC0 T1OSO T1CKI	11	8	I/O O I	ST	PORTC is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Timer1 oscillator output. Timer1 external clock input.
RC1/T1OSI/CCP2 RC1 T1OSI CCP2	12	9	I/O I I/O	ST	Digital I/O. Timer1 oscillator input. Capture2 input, Compare2 output, PWM2 output.
RC2/CCP1 RC2 CCP1	13	10	I/O I/O	ST	Digital I/O. Capture1 input, Compare1 output, PWM1 output.
RC3/SCK/SCL RC3 SCK SCL	14	11	I/O I/O I/O	ST	Digital I/O. Synchronous serial clock input/output for SPI mode. Synchronous serial clock input/output for I ² C mode.
RC4/SDI/SDA RC4 SDI SDA	15	12	I/O I I/O	ST	Digital I/O. SPI data in. I ² C data I/O.
RC5/SDO RC5 SDO	16	13	I/O O	ST	Digital I/O. SPI data out.
RC6/TX/CK RC6 TX CK	17	14	I/O O I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous transmit. USART1 synchronous clock.
RC7/RX/DT RC7 RX DT	18	15	I/O I I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous receive. USART synchronous data.
Vss	8, 19	5, 6	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	20	17	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

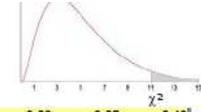
OSC1/CLKI OSC1 CLKI	13	14	30	32	I I	ST/CMOS ⁽⁴⁾	Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode; otherwise CMOS. External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins).
OSC2/CLKO OSC2 CLKO	14	15	31	33	O O	—	Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP MCLR VPP	1	2	18	18	I P	ST	Master Clear (input) or programming voltage (output). Master Clear (Reset) input. This pin is an active low Reset to the device. Programming voltage input.
RA0/AN0 RA0 AN0 RA1/AN1 RA1 AN1 RA2/AN2/VREF-/CVREF RA2 AN2 VREF- CVREF RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+ RA4/T0CKI/C1OUT RA4 T0CKI C1OUT RA5/AN4/SS/C2OUT RA5 AN4 SS C2OUT	2 3 4 5 6 7	3 4 5 6 8	19 20 21 22 23 24	19 20 21 22 23 24	I/O I I/O I I/O I I O I/O I I I/O I I O	TTL TTL TTL TTL ST TTL	PORTA is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Analog input 0. Digital I/O. Analog input 1. Digital I/O. Analog input 2. A/D reference voltage (Low) input. Comparator VREF output. Digital I/O. Analog input 3. A/D reference voltage (High) input. Digital I/O – Open-drain when configured as output. Timer0 external clock input. Comparator 1 output. Digital I/O. Analog input 4. SPI slave select input. Comparator 2 output.
RB0/INT RB0 INT RB1 RB2 RB3/PGM RB3 PGM RB4 RB5 RB6/PGC RB6 PGC RB7/PGD RB7 PGD	33 34 35 36 37 38 39 40	36 37 38 39 41 42 43 44	8 9 10 11 14 15 16 17	9 10 11 12 14 15 16 17	I/O I I/O I/O I/O I I/O I I/O I/O	TTL/ST ⁽¹⁾ TTL TTL TTL TTL/ST ⁽²⁾ TTL/ST ⁽²⁾	PORTB is a bidirectional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs. Digital I/O. External interrupt. Digital I/O. Digital I/O. Digital I/O. Low-voltage ICSP programming enable pin. Digital I/O. Digital I/O. Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming clock. Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming data.

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

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

ANEXO 7

TABLA DE VALORES CRÍTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN JI CUADRADA



	0,001	0,005	0,01	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	
g.d. 1	10,828	7,879	6,635	5,412	5,024	4,709	4,218	3,841	2,706	2,072	1,642	1,323	1,074	0,873	0,708	1
2	13,816	10,597	9,210	7,824	7,378	7,013	6,438	5,991	4,605	3,794	3,219	2,773	2,408	2,100	1,833	2
3	16,266	12,838	11,345	9,837	9,348	8,947	8,311	7,815	6,251	5,317	4,642	4,108	3,665	3,283	2,946	3
4	18,467	14,860	13,277	11,668	11,143	10,712	10,026	9,488	7,779	6,745	5,989	5,385	4,878	4,438	4,045	4
5	20,515	16,750	15,086	13,388	12,833	12,375	11,644	11,070	9,236	8,115	7,289	6,626	6,064	5,573	5,132	5
6	22,458	18,548	16,812	15,033	14,449	13,968	13,198	12,592	10,645	9,446	8,558	7,841	7,231	6,695	6,211	6
7	24,322	20,278	18,475	16,622	16,013	15,509	14,703	14,067	12,017	10,748	9,803	9,037	8,383	7,806	7,283	7
8	26,124	21,955	20,090	18,168	17,535	17,010	16,171	15,507	13,362	12,027	11,030	10,219	9,524	8,909	8,351	8
9	27,877	23,589	21,666	19,679	19,023	18,480	17,608	16,919	14,684	13,288	12,242	11,389	10,656	10,006	9,414	9
10	29,588	25,188	23,209	21,161	20,483	19,922	19,021	18,307	15,987	14,534	13,442	12,549	11,781	11,097	10,473	10
11	31,264	26,757	24,725	22,618	21,920	21,342	20,412	19,675	17,275	15,767	14,631	13,701	12,899	12,184	11,530	11
12	32,909	28,300	26,217	24,054	23,337	22,742	21,785	21,026	18,549	16,989	15,812	14,845	14,011	13,266	12,584	12
13	34,528	29,819	27,688	25,472	24,736	24,125	23,142	22,362	19,812	18,202	16,985	15,984	15,119	14,345	13,636	13
14	36,123	31,319	29,141	26,873	26,119	25,493	24,485	23,685	21,064	19,406	18,151	17,117	16,222	15,421	14,685	14
15	37,697	32,801	30,578	28,259	27,488	26,848	25,816	24,996	22,307	20,603	19,311	18,245	17,322	16,494	15,733	15
16	39,252	34,267	32,000	29,633	28,845	28,191	27,136	26,296	23,542	21,793	20,465	19,369	18,418	17,565	16,780	16
17	40,790	35,718	33,409	30,995	30,191	29,523	28,445	27,587	24,769	22,977	21,615	20,489	19,511	18,633	17,824	17
18	42,312	37,156	34,805	32,346	31,526	30,845	29,745	28,869	25,989	24,155	22,760	21,605	20,601	19,699	18,868	18
19	43,820	38,582	36,191	33,687	32,852	32,158	31,037	30,144	27,204	25,329	23,900	22,718	21,689	20,764	19,910	19
20	45,315	39,997	37,566	35,020	34,170	33,462	32,321	31,410	28,412	26,498	25,038	23,828	22,775	21,826	20,951	20
21	46,797	41,401	38,932	36,343	35,479	34,759	33,597	32,671	29,615	27,662	26,171	24,935	23,858	22,888	21,991	21
22	48,268	42,796	40,289	37,659	36,781	36,049	34,867	33,924	30,813	28,822	27,301	26,039	24,939	23,947	23,031	22
23	49,728	44,181	41,638	38,968	38,076	37,332	36,131	35,172	32,007	29,979	28,429	27,141	26,018	25,006	24,069	23
24	51,179	45,559	42,980	40,270	39,364	38,609	37,389	36,415	33,196	31,132	29,553	28,241	27,096	26,063	25,106	24
25	52,620	46,928	44,314	41,566	40,646	39,880	38,642	37,652	34,382	32,282	30,675	29,339	28,172	27,118	26,143	25
26	54,052	48,290	45,642	42,856	41,923	41,146	39,889	38,885	35,563	33,429	31,795	30,435	29,246	28,173	27,179	26
27	55,476	49,645	46,963	44,140	43,195	42,407	41,132	40,113	36,741	34,574	32,912	31,528	30,319	29,227	28,214	27
28	56,892	50,993	48,278	45,419	44,461	43,662	42,370	41,337	37,916	35,715	34,037	32,620	31,391	30,279	29,249	28
29	58,301	52,336	49,588	46,693	45,722	44,913	43,604	42,557	39,087	36,854	35,139	33,711	32,461	31,331	30,283	29
30	59,703	53,672	50,892	47,962	46,979	46,160	44,834	43,773	40,256	37,990	36,250	34,800	33,530	32,382	31,316	30
31	61,098	55,003	52,191	49,226	48,232	47,402	46,059	44,985	41,422	39,124	37,359	35,887	34,598	33,431	32,349	31
32	62,487	56,328	53,486	50,487	49,480	48,641	47,282	46,194	42,585	40,256	38,466	36,973	35,665	34,480	33,381	32
33	63,870	57,648	54,776	51,743	50,725	49,876	48,500	47,400	43,745	41,386	39,572	38,058	36,731	35,529	34,413	33
34	65,247	58,964	56,061	52,995	51,966	51,107	49,716	48,602	44,903	42,514	40,676	39,141	37,795	36,576	35,444	34
35	66,619	60,275	57,342	54,244	53,203	52,335	50,928	49,802	46,059	43,640	41,778	40,223	38,859	37,623	36,475	35
40	73,402	66,766	63,691	60,436	59,342	58,428	56,946	55,758	51,805	49,244	47,269	45,616	44,165	42,848	41,622	40
60	99,607	91,952	88,379	84,580	83,298	82,225	80,482	79,082	74,397	71,341	68,972	66,981	65,227	63,628	62,135	60
80	124,839	116,321	112,329	108,069	106,629	105,422	103,459	101,879	96,578	93,106	90,405	88,130	86,120	84,284	82,566	80
90	137,208	128,299	124,116	119,648	118,136	116,869	114,806	113,145	107,365	103,904	101,054	98,650	96,524	94,581	92,761	90
100	149,449	140,169	135,807	131,142	129,561	128,237	126,079	124,342	118,498	114,659	111,667	109,141	106,906	104,862	102,946	100
120	173,617	163,648	158,950	153,918	152,211	150,780	148,447	146,567	140,233	136,062	132,806	130,055	127,616	125,383	123,289	120
140	197,451	186,847	181,840	176,471	174,648	173,118	170,624	168,613	161,827	157,352	153,854	150,894	148,269	145,863	143,604	140

ANEXO 8

DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO LLIO COMMUNICATION

Título del proyecto

DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE DATOS DE LA PLANTA DE EXTRACCIÓN DE AGUA LLIO MEDIANTE UNA RED DE MICROCONTROLADORES QUE TRANSMITE A TRAVÉS DE UN RADIOENLACE ENTRE EL EP-EMAPAR Y LLIO.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	FUNDAMENTACIÓN.....	4
2.1.	ANTECEDENTES.....	4
2.2.	JUSTIFICACIÓN.....	5
3.	ÁMBITO.....	6
3.1.	LOCALIZACIÓN.....	6
3.2.	DESTINATARIOS.....	6
4.	OBJETIVOS.....	7
4.1.	Objetivo General.....	7
4.2.	Objetivos Específicos.....	7
5.	METODOLOGÍA.....	7
5.1.	Método Inductivo.....	7
5.2.	Método Científico.....	7
5.3.	Método Experimental.....	8
6.	RECURSOS.....	8
6.1.	RECURSOS HUMANOS.....	8
6.2.	RECURSOS MATERIALES.....	8
6.2.1.	EQUIPOS A UTILIZAR.....	8
6.2.2.	MATERIALES A UTILIZAR.....	8
7.	PRESUPUESTO ECONÓMICO.....	9
7.1.	RED EXTERNA.....	9

7.1.1.	COSTO BACKHAUL.....	9
7.1.2.	EQUIPOS DE COMPUTACIÓN.....	9
7.1.3.	INSTALACIÓN.....	9
7.2.	RED INTERNA.....	10
7.2.1.	COSTO CEREBROS.....	10
7.2.2.	EQUIPOS SENSORES.....	10
7.2.3.	INSTALACIÓN.....	10
7.3.	COSTO TOTAL.....	10
7.4.	FUENTE DE FINANCIAMIENTO.....	10
8.	EVALUACIÓN El sistema de monitoreo LLIO COMMUNICATION.....	10
9.	DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS.....	11
9.1.	RED EXTERNA.....	11
9.2.	RED INTERNA.....	11
9.2.1.	BLOQUE DE RS-485.....	12
9.2.2.	CEREBRO 1.0.....	12
9.2.2.1.	PLACA PRINCIPAL.....	13
9.2.2.2.	BLOQUE DE CONFIGURACIÓN Y SELECCIÓN.....	14
9.2.2.3.	ADAPTADOR DE VOLTAJE.....	14
9.2.2.4.	CABLE PARA LA COMUNICACIÓN.....	15
9.2.2.5.	PROGRAMACION DEL CEREBRO 1.0.....	15
9.2.2.6.	CONEXIÓN Y PUESTA EN MARCHA.....	15
9.2.3.	CEREBRO 2.0.....	16
9.2.3.1.	PLACA PRINCIPAL.....	17
9.2.3.2.	CABLE PARA LA COMUNICACIÓN.....	17
9.2.3.3.	PROGRAMACION DEL CEREBRO 2.0.....	17
9.2.3.4.	CONEXIÓN Y PUESTA EN MARCHA.....	18
9.3.	CONEXIÓN DE LA RED INTERNA.....	18
9.4.	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO LLIO COMMUNICATION.....	18
9.4.1.	INSTALACIÓN DE LA APLICACIÓN LLIO COMMUNICATION.....	18
9.4.2.	INSTALACIÓN DE LA BASE DE DATOS LLIO COMMUNICATION.....	19
9.5.	SISTEMA DE MONITOREO LLIO COMMUNICATION.....	19

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la tecnología ha permitido que todos los lugares del mundo se comuniquen sin importar la distancia, las características geográficas ni climatológicas.

En los sistemas de radiocomunicación el ruido y la interferencia son factores que limitan la calidad de funcionamiento, es por esta razón que los radioenlaces facilitan a las empresas tener comunicación logrando fiabilidad y seguridad en la transmisión de datos alcanzando grandes distancias y permitiendo comunicación en lugares remotos y de difícil acceso.

Los sistemas de extracción de agua son procesos industriales de mucha importancia para el bienestar de la sociedad, por lo cual se debe tener todo el sistema en óptimas condiciones para evitar daños en las maquinarias y equipos de control.

La tecnología ayuda en la modernización, optimización de recursos y otros aspectos que fortalecen los procesos industriales, los sensores tienen cada vez mayores capacidades y costos exequibles así como también los actuadores con mejores prestaciones y seguridades.

Esta unión entre el avance tecnológico y los procesos industriales permiten ofertar mejores servicios ya que se mejora el tratamiento de la materia prima y se optimiza el proceso industrial de manera que se incrementa la calidad del producto final.

Los sistemas de monitoreo analizan las entradas o materia prima para que esta sea de excelente calidad además permite llevar un control de todos los ingresos para realizar los análisis del resultado tomando decisiones para mejorar el producto.

La comunicación es el objetivo de todo sistema de monitoreo ya que transmite los datos desde los sistemas de adquisición hasta los computadores para su análisis, para esto se utiliza redes de comunicación como son Externa e Interna, las redes internas son conocidas como redes industriales porque son las que obtienen la información desde los procesos industriales y la envían a través de protocolos de comunicación industrial como por ejemplo RS485, Modbus, etc. Para la adquisición de datos se utiliza dispositivos electrónicos como por ejemplo un PLC que es un sistema micro controlado.

2. FUNDAMENTOS

2.1. ANTECEDENTES

La Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Riobamba, es una empresa de servicios, y como su prioridad es la atención a sus clientes; por lo cual ha comenzado un proceso de mejoramiento continuo en el servicio a todos y cada uno de sus usuarios.

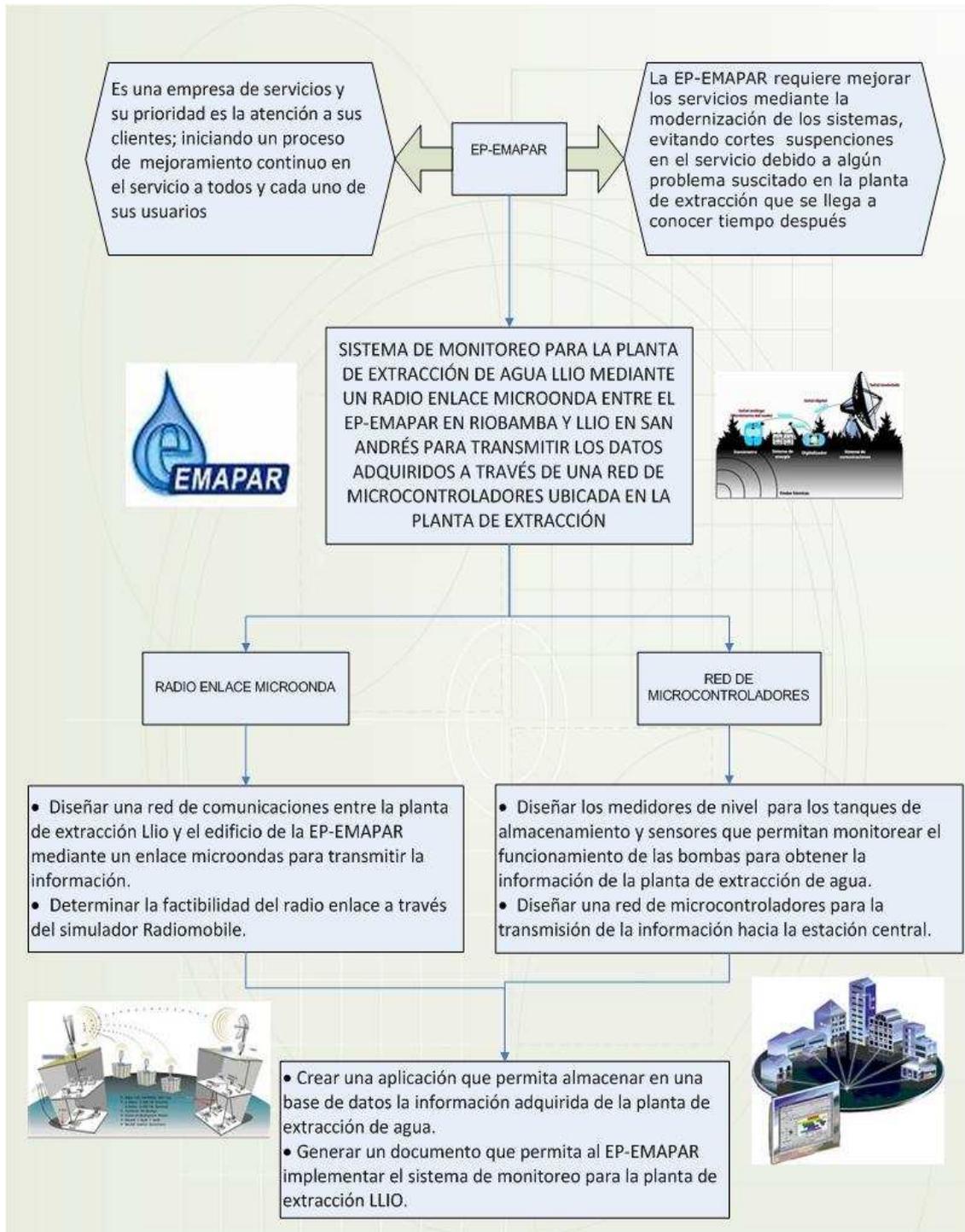
La EP-EMAPAR cuenta con una planta de extracción de agua en la comunidad de Llio en la Parroquia de San Andrés del Cantón Guano en los que se hallan 8 pozos; cada uno de ellos cuenta con su respectiva bomba de extracción de 50 hp a 220 V trifásico y su sistema de arranque además, cada pozo cuenta con un tanque de almacenamiento que sirve para filtrar las impurezas.

La empresa cuenta con dos personas para realizar el control y funcionamiento del sistema de extracción, este proceso se lo realiza de manera rudimentaria, a simple visión. La EP-EMAPAR no tiene un sistema de monitoreo ni registro de funcionamiento del sistema de extracción.

Las bombas de extracción de agua se dañan constantemente por que solo se las revisa cuando estas se funden o tienen algún desperfecto grave y se apagan, creando un gran costo por el mantenimiento correctivo o adquisición de una nueva bomba.

Las instalaciones en Llio requieren de la utilización de radio Handy para comunicarse los trabajadores con los técnicos; mediante esta comunicación se autoriza a los trabajadores que activen o desactiven alguna bomba o de alguna manera se abran o cierren las válvulas de los tanques de almacenamiento en caso de existir alguna falla en los sistemas de distribución y de la misma forma comunican los trabajadores a los técnicos del funcionamiento inadecuado de alguno de los elementos de extracción, los datos del funcionamiento de cada bomba y tanques de almacenamiento se realiza manualmente en cada periodo de visita técnica al lugar, lo que genera cifras erróneas para su análisis y no permiten que los problemas se solucionen correctamente.

2.2. JUSTIFICACIÓN



Esquema General de la Tesis

Mediante el diseño de monitoreo se pretende solucionar inconvenientes que presenta la Empresa Pública- Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Riobamba,

debido a que los procesos de extracción se encuentran alejados de la ciudad resulta para la empresa costoso tener a ingenieros capacitados en las instalaciones de extracción llevando un control de nivel en los tanques de almacenamiento y funcionamiento de las bombas.

El sistema de monitoreo almacenará la información en una base de datos cuando el proceso es normal o encenderá una alarma cuando éste presente alguna falla en el sistema para que se realice el mantenimiento necesario a tiempo y evitar daños en el sistema de extracción y distribución.

Con el proceso de comunicación se realizará la transmisión de los datos adquiridos de la extracción de agua en Llio San Andrés hasta el departamento técnico del EP-EMAPAR ubicado en Riobamba, facilitando a los técnicos realizar los estudios adecuados y a tiempo con datos reales para realizar una corrección o mantenimiento en caso de necesitarlos, evitando daños en los equipos utilizados para la extracción.

3. ÁMBITO

3.1. LOCALIZACIÓN

La planta de extracción de agua Llio de la Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable Riobamba (EP_EMAPAR) se encuentra ubicada en la parroquia Llio cantón Guano provincia de Chimborazo a una altura de 3143 msm y posee las siguientes coordenadas:

Longitud	78°42'47''W
----------	-------------

Latitud	01°33'42''S
---------	-------------

3.2. DESTINATARIOS

Este proyecto está dirigido al departamento técnico de la Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable Riobamba bajo el control del departamento de Sistemas.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

- Diseñar el sistema de monitoreo y adquisición de datos de la planta de extracción de agua LLIO mediante una red de microcontroladores que transmite a través de un radio enlace microonda entre la EP-EMAPAR y Llio.

4.2. Objetivos Específicos

- Diseñar una red de comunicaciones entre la planta de extracción Llio y el edificio de la EP-EMAPAR mediante un enlace microondas para transmitir la información.
- Determinar la factibilidad del radio enlace a través del simulador Radiomobile.
- Diseñar los medidores de nivel para los tanques de almacenamiento y sensores que permitan monitorear el funcionamiento de las bombas para obtener la información de la planta de extracción de agua.
- Diseñar una red de microcontroladores para la transmisión de la información hacia la estación central.
- Crear una aplicación que permita almacenar en una base de datos la información adquirida de la planta de extracción de agua.

5. METODOLOGÍA

5.1. Método Inductivo

Este método nos permite tomar decisiones mediante el análisis de todos los elementos del sistema de monitoreo.

5.2. Método Científico

El método científico es una aproximación sistemática a la resolución del problema, en este caso es el plan para organizar la investigación. Los pasos del método científico que se llevarán a cabo son:

- 1- La observación
- 2- La clasificación

- 3- La medición
- 4- La formulación de hipótesis
- 5- La comprobación experimental

5.3. Método Experimental

Consistirá en las pruebas y mediciones obtenidas a través de la recopilación de datos obtenidos mediante la red de microcontroladores.

6. RECURSOS

6.1. RECURSOS HUMANOS

- **Director del proyecto:** es el encargado de proporcionar todos los datos y llevar el control del desarrollo del proyecto.
- **Ingeniero Electrónicos:** son quienes se encargarán de configurar los cerebros es decir se encargarán de programar los cerebros, determinando los pines de entrada y salida de los sistemas de monitoreo, conectar los sensores y desarrollar la aplicación.
- **Técnico Electrónico:** es el encargado de realizar las instalaciones eléctricas para la alimentación de cada sistema.

6.2. RECURSOS MATERIALES

6.1.1. EQUIPOS A UTILIZAR

- Multímetro Digital
- Programador de Micros
- Computadoras
- Cerebro 1
- Cerebro 2
- 4 antenas de radioenlace
- Switch

6.1.2. MATERIALES A UTILIZAR

A) MATERIA PRIMA

- Sensor ultrasónico
- Finales de carrera

- Sensor magnético
- Cable de 4 hilos blindado
- Cable coaxial
- Conectores
- Bases de antenas

B) MATERIALES DE OFICINA

- Papel
- Copias
- Memory Flash

C) OTROS

- Transporte
- Gastos Varios (luz, teléfono)
- Imprevistos

7. PRESUPUESTO ECONÓMICO

7.1. RED EXTERNA

7.1.1. COSTO BACKHAUL

CANT	EQUIPO	PRECIO UNT(\$)	PRECIO TOTAL(\$)
4	MOTOROLA CANOPPY 5210BHRFDD	1259.50	5038
COSTO TOTAL			5038

7.1.2. EQUIPOS DE COMPUTACIÓN

CANT	EQUIPO	VALOR UNI (\$)	VALOR TOTAL(\$)
1	PC INTEL; CORE I5 Velocidad de procesamiento 3.5 GHz, Pantalla táctil	2000	2000
1	PC INTEL; CORE I5 Velocidad de procesamiento 3.5 GHz	900	900
COSTO TOTAL			2900

7.1.3. INSTALACIÓN

DESCRIP	PRECIO UNT	CANTIDAD	PRECIO TOTAL(\$)
TORRES	500	4	2000
COSTO TOTAL			2000

7.2. RED INTERNA

7.2.1. COSTO CEREBROS

CANTIDAD	EQUIPO	PRECIO UNT(\$)	PRECIO TOTAL(\$)
10	Cerebro 1.0	200	2000
1	Cerebro 2.0	100	100
COSTO TOTAL			2100

7.2.2. EQUIPOS SENSORES

CANT	EQUIPO	PRECIO UNT(\$)	PRECIO TOTAL(\$)
8	Final de carrera industrial	5	40
1	Sensor ultrasónico	60	60
8	Sensor magnético	10	80
COSTO TOTAL			180

7.2.3. INSTALACIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNT	PRECIO TOTAL(\$)
Cable Telefónico Blindado	7 rollos	50	350
Instalación Eléctrica	1	1000	1000
Mano de obra	Ingenieros	1000	2000
	Técnicos	350	350
COSTO TOTAL			37000

7.3. COSTO TOTAL

DESCRIPCIÓN		COSTO
RED EXTERNA		9938
Costos Backhaul	5038	
Equipos de Computación	2900	
Instalación	2000	
RED INTERNA		5980
Costo Cerebros	2100	
Equipos Sensores	180	
Instalación	3700	
TOTAL		15918

7.4. FUENTE DE FINANCIAMIENTO

Para el proceso de investigación el financiamiento es del 100% de la empresa.

8. EVALUACIÓN

El sistema de monitorio LLIO COMMUNICATION debe recibir la información de toda la planta de extracción de agua y enviarla al departamento de sistemas de la EP-EMAPAR para posteriormente ser utilizados por el departamento técnico.

9. DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

9.1. RED EXTERNA

Con el desarrollo de la red externa se logrará comunicar las fuentes de extracción de agua potable con las oficinas centrales de la EP-EMPAR, permitiendo transmitir los datos adquiridos en la red interna.

Para el desarrollo de esta red se utilizará antenas Canopy Backhaul. Se realizará un radioenlace desde Llio hasta el cerro Cacha; por su distancia se utilizará reflectores pasivos tanto en el transmisor como en el reflector siendo, maestro el Backhaul ubicado en Cacha y esclavo el Backhaul ubicado en Llio. De la misma forma para completar el radioenlace se realiza un radioenlace desde cacha hasta la EP-EMAPAR en caso el Backhaul master estará ubicado en la EP-EMAPAR y el esclavo será el que está ubicado en Cacha.

Transmitirá en el rango de frecuencias libre de 5.2 GHz – 5.7 GHz.

Utiliza un método de acceso múltiple por división de tiempo (TDD). Se puede administrar la red mediante HTTP, TELNET, FTP, SNMP. Para todos los casos transmitirá a una velocidad de 7.5 Mbps ó 14 Mbps. La tensión de corriente alterna que utilizará es de 100 V – 240 V~, 0.7 A – 0.35 A.

Las torres que se utilizarán para el radioenlace serán las siguientes:

Torre antena Llio: 30 m

Torre antena Cacha: 45 m

Torre antena EP-EMAPAR: 20 m

9.2. RED INTERNA

Los equipos a utilizar en la red interna o red de microcontroladores han sido diseñados y probados por los autores de este diseño.

9.2.1. BLOQUE DE RS-485



Diagrama de Bloque de RS-485

Se utiliza este protocolo debido a que se necesita transmitir a largas distancias o con altas velocidades que RS-232. Utilizando enlaces con RS-485 no hay limitación para conectar más de dos dispositivos.

Dependiendo de la distancia, velocidad de transmisión y los circuitos integrados que utilizemos, se pueden conectar hasta 127 nodos con un simple par de cables.



RS-485

9.2.2. CEREBRO 1.0

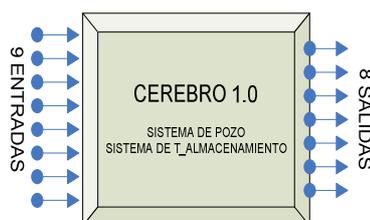


Diagrama de bloque de Cerebro 1.0

Este dispositivo electrónico es capaz de analizar 9 señales como entradas las cuales pueden ser configuradas como analógicas o digitales.

Además cuenta con doce salidas que pueden ser tren de pulsos o salidas on-off, de las cuales dos se pueden configurar para trabajar con comunicación I²C y otras dos para comunicación USART.

Para comunicación industrial se requiere utilizar un bloque de RS-485 conectados a los pines de la comunicación USART más un pin de salida como control para la comunicación. Esta configuración permite tener hasta 127 esclavos y un máster.

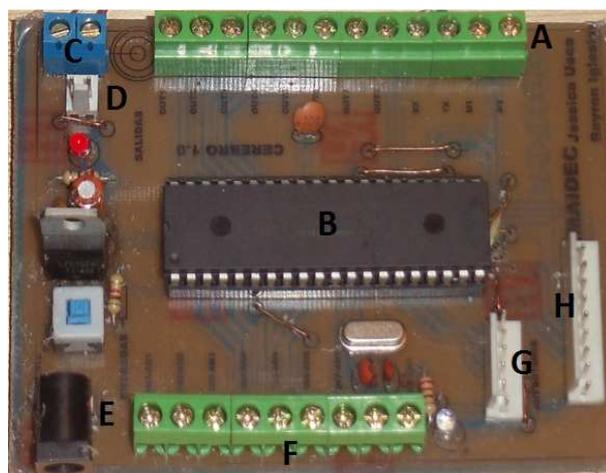
El cerebro 1.0 puede ser configurado como:

- Sistema máster
- Sistema pozo
- Sistema tanque de almacenamiento

Utiliza un protocolo de comunicación RS485, posee un bloque de configuración conformado por un LCD el cual permite desplazarse en los menús de configuración además de configurar parámetros.

El cerebro 1.0 está compuesto por los siguientes bloques:

9.2.2.1. PLACA PRINCIPAL



Cerebro 1 del Sistema Esclavo

A: Pines de Salida

B: Microcontroladores

C: Fuente de 5V

D: Conector de Fuente de 5V

E: Alimentación de 12V

F: Pines de Entrada

G: Conector de Pulsadores

H: Conector de LCD

9.2.2.2. BLOQUE DE CONFIGURACIÓN Y SELECCIÓN



LCD y Bloque de Configuración y Selección

A: LCD

B: PULSADORES

9.2.2.3. ADAPTADOR DE VOLTAJE

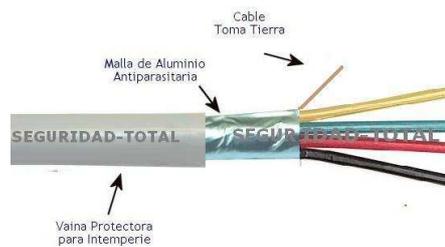
La siguiente figura se refiere al adaptador DC 12 V utilizada para los sistemas principales.



Adaptador DC 12V

9.2.2.4. CABLE PARA LA COMUNICACIÓN

El cable que se debe utilizar es el RS 485 pero por su costo elevado y dificultad para adquirirlo se realizaron pruebas con otro tipo de cables, dando como resultado que se debe utilizar cable de 4 hilos con blindaje.



CABLE DE 4 HILOS CON BLINDAJE

9.2.2.5. PROGRAMACION DEL CEREBRO 1.0

La programación del cerebro 1.0 se debe realizar con cualquier lenguaje de programación de microcontroladores como puede ser: Microcode, Micro C, Mplab y otros. En este diseño se utilizó el lenguaje de Programación Picc de CCS por las utilidades que ofrece.

9.2.2.6. CONEXIÓN Y PUESTA EN MARCHA

VERIFICACION DE LA PLACA PRINCIPAL

- 1.-Revisar que el microcontrolador esté bien conectado.
- 2.- Comprobar que la fuente de alimentación esté conectada.
- 3.- Verificar que el indicador de voltaje este activado (Indicador rojo).
- 4.- Para configuración de la programación del microcontrolador se debe tener cuidado con los pines.
- 5.- El cerebro 1.0 debe estar en un lugar con protecciones climáticas.

6.- Para realizar cualquier c) instalación de un equipo nuevo se debe apagar el dispositivo.

CONEXIÓN

- 1.- Conectar los sensores a los pines de entrada respectivos de la placa principal.
- 2.- Conectar los actuadores a los pines de salida que corresponda.
- 3.- Verificar la conexión de la fuente de alimentación de voltaje.
- 4.- Encender y checar en el lcd que se muestre la información de los sensores conectados, si a isor estuviera fallando se debe apagar el dispositivo y revisar el sensor que está fallando.
- 5.- Conectar el cable de comunicación a los pines A y B de la placa RS 485.
- 6.- Verificar la comunicación entre dispositivos.

9.2.3. CEREBRO 2.0

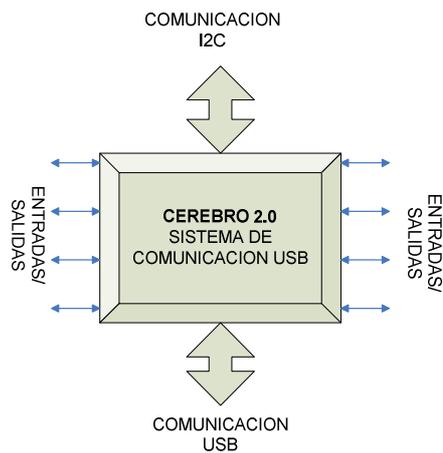
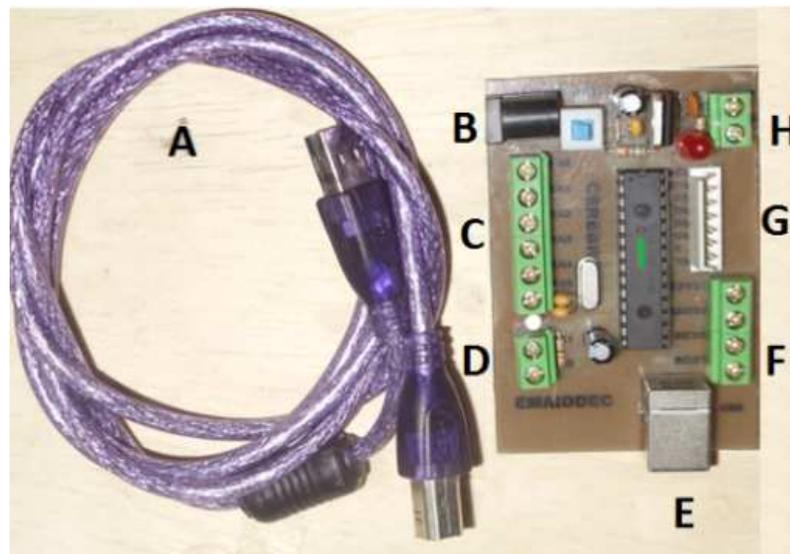


Diagrama de Bloque Cerebro 2.0

Puede realizar las tareas de máster o esclavo, en este proyecto se utiliza para el sistema de comunicación USB, recibe la información a través del protocolo I2C y la envía a través del puerto USB sirviéndonos como convertidor de comunicación.

El avance tecnológico y los sistemas computarizados ha absorbido los puertos paralelos de las computadoras por lo que para el sistema de monitoreo se ha determinado la utilización del puerto Universal Serial Bus.

9.2.3.1. PLACA PRINCIPAL



Cerebro 2 del Sistema USB

- A:** Cable USB Tipo B
- B:** Alimentación de 12V
- C y D:** Pines de Entrada y Salida
- E:** Conector USB
- F:** Conectores de Transmisión
- G:** Conector LCD
- H:** Fuente de 5V

9.2.3.2. CABLE PARA LA COMUNICACIÓN

Se debe utilizar un cable de 4 hilos, cada hilo debe ser multi hilo para evitar ruptura.

9.2.3.3. PROGRAMACION DEL CEREBRO 2.0

La programación del cerebro 2.0 es similar a la programación del cerebro 1.0.

9.2.3.4. CONEXIÓN Y PUESTA EN MARCHA

VERIFICACION DE LA PLACA PRINCIPAL

- 1.-Revisar que el microcontrolador esté bien conectado.
- 2.- Comprobar que la fuente de alimentación o el cable USB esté conectado.
- 3.- Verificar que el indicador de voltaje este activado (Indicador rojo).
- 4.- Para configuración de la programación del microcontrolador se debe tener cuidado con los pines.
- 5.- El cerebro 2.0 debe estar en un lugar con protecciones climáticas.

CONEXIÓN

- 1.- Conectar el cable I2c en los pines correspondientes.
- 2.- Conectar el cable USB.

9.3. CONEXIÓN DE LA RED INTERNA

La red interna o red de microcontroladores es la encargada de la adquisición de datos de todos los sistemas, nos permite enviar los datos de los sistemas.

Se conecta a través del bus RS 485 mediante un cable de 4 hilos con blindaje, este cable debe tener varios colores en los cables internos para la conexión se debe conectar en todos los sistemas el pin A del bloque de comunicación así como también el pin B.

9.4. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO LLIO COMMUNICATION

El sistema de monitoreo es una aplicación sobre C# de Visual Studio .Net que trabaja con una base de datos sobre Sql Server 2000.

9.4.1. INSTALACIÓN DE LA APLICACIÓN LLIO COMMUNICATION

La instalación del sistema de monitoreo se lo realiza como cualquier aplicación, se debe correr el Setup y listo.



Descripción: Setup
Versión del archivo: 9.0.21022.8
Fecha de creación: 15/10/2011 14:14
Tamaño: 377 KB

Dar doble click sobre Setup y listo.

Aceptar los términos de la instalación y pulsar siguiente.

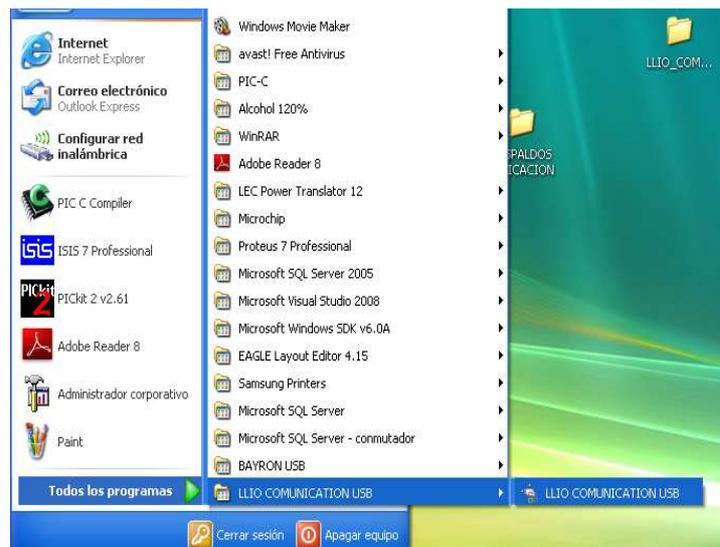
9.4.2. INSTALACIÓN DE LA BASE DE DATOS LLIO COMMUNICATION

- 1.- Se debe instalar Sql server 2000.
- 2.- Crear una base de datos con el nombre LLIO_COMUNICACION.
- 3.- Importar Base de datos desde CD de instalación.

9.5. SISTEMA DE MONITOREO LLIO COMMUNICATION

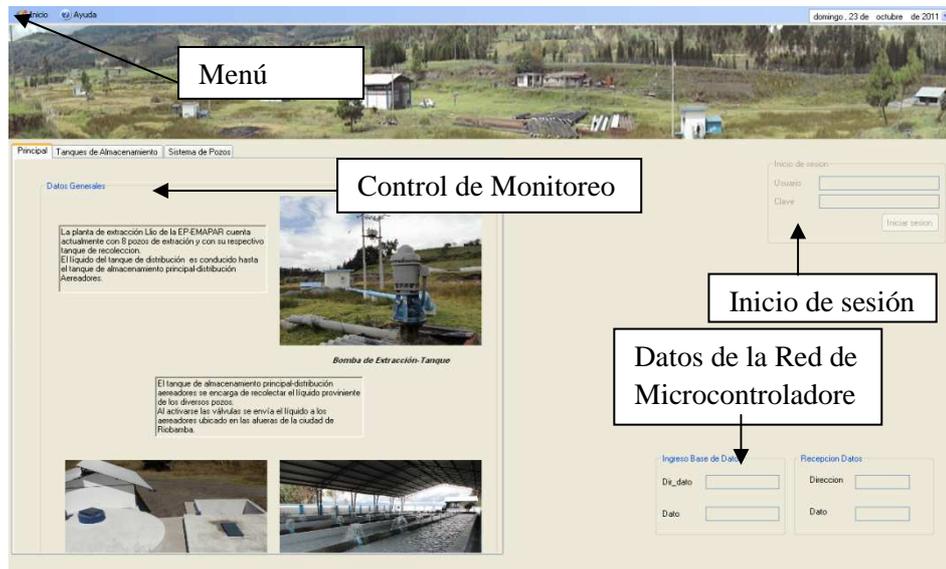
ABRIR APLICACIÓN “LLIO COMMUNICATION”

Para arrancar la aplicación “*LLIO COMMUNICATION*” se selecciona desde el menú inicio, todos los programas y dar click sobre “LLIO COMMUNICATION”.



Aplicación LLIO_COMUNICACION

- **PANTALLA PRINCIPAL**



Pantalla Principal LLIO_COMMUNICATION

MENU: el menú se muestra completamente si ingresa al sistema como administrador, si inicia la sesión como operador solo se activa el control de monitoreo.

CONTROL DE MONITOREO: se tiene tres pantallas, la principal muestra información básica sobre la Planta de Extracción, en Tanques de Almacenamiento muestra la información actual del tanque de almacenamiento que se seleccione y en el sistema de pozos igualmente muestra la información actual del pozo que seleccione.

INICIO DE SESION: activa los sistemas de control dependiendo de los datos que ingrese en inicio de sesión.

DATOS DE LA RED DE MICROCONTROLADORES: muestran los datos que se están ingresando desde la red de microcontroladores.

CERRAR SESION



Cerrar Sesión

Se encuentra en el menú inicio y la utilizamos para cerrar sesión o cambiar de usuario.

INGRESAR USUARIO



Ingresar Usuario

Se selecciona el menú Sistema y se pulsa Ingresar Usuario.

A screenshot of a web form titled 'Datos de Usuario'. The form contains three text input fields labeled 'Nombre', 'Usuario', and 'Clave'. Below these fields is a section for 'Tipo Usuario' with two radio button options: 'Administrador' and 'Operador'. The 'Operador' option is selected. At the bottom of the form, there are two buttons: 'Ingresar Usuario' and 'Salir'. The 'Salir' button has a yellow warning icon next to it.

Pantalla Principal para Ingresar Usuario

Si se desea ingresar un nuevo usuario se debe llenar los campos en blanco, escoger el tipo de usuario y pulsar el botón Ingresar Usuario, sino desea hacerlo se debe pulsar el botón salir.

ACTUALIZAR USUARIO



Actualizar Usuario

Se selecciona sistemas y se pulsa Actualizar Usuario.

Pantalla Principal para Actualizar Usuario

Se debe seleccionar el usuario a ser actualizado, modificar los datos de los casilleros y para actualizar se debe pulsar el botón Actualizar Usuario.

ELIMINAR USUARIO



Eliminar Usuario

Seleccione sistemas, pulse Eliminar Usuario.

Pantalla Principal para Eliminar Usuario

Se debe seleccionar el usuario a eliminar, verificar los datos que se muestran si está seguro pulse el botón Eliminar usuario sino el botón salir.

INGRESAR SISTEMA



Ingresar Sistema

Seleccione Ingresar Sistema desde el menú Sistema

A screenshot of a form titled 'Ingresar Sistema'. The form is divided into two sections: 'Datos de Estacion' and 'Tipo Sistema'. Under 'Datos de Estacion', there are two text input fields: 'Descripcion' and 'Direccion'. Under 'Tipo Sistema', there are two radio button options: 'Pozo' and 'Tanque Almacenamiento', with 'Tanque Almacenamiento' selected. At the bottom, there is a button labeled 'Ingresar Sistema' and a yellow diamond-shaped button with a black arrow pointing left.

Pantalla Principal para Ingresar Sistema

Para ingresar un nuevo sistema se debe llenar los casilleros en blanco y seleccionar el tipo de sistema luego pulsar el botón Ingresar Sistema.

ACTUALIZAR SISTEMA



Actualizar Sistema

Seleccione Actualizar Sistema desde el menú Sistema.

Pantalla Principal para Actualizar Sistema

Seleccione el sistema que desee modificar, luego debe actualizar los casilleros con la información actual y pulsar el botón Actualizar Estacion.

ELIMINAR SISTEMA



Eliminar Sistema

Para eliminar un Sistema debe seleccionar Eliminar Sistema.

Pantalla Principal para Eliminar Sistema

Debe seleccionar el sistema que desee eliminar, verificar la información mostrada en los casilleros luego pulsar el botón Eliminar Usuario.

REPORTES



Reportes

Los reportes nos permiten mostrar toda la información almacenada en la base de datos, como son los datos de la tabla T_datos, la información de todos los sistemas ingresados en la tabla T_sistemas y la información de los usuarios almacenados en la tabla T_usuario.