



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA:

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO

TEMA:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y
MONITOREO MEDIANTE LABVIEW PARA UNA PLATAFORMA
GIRATORIA APLICADA A LOS ENLACES TERRESTRE VÍA MICROONDAS
Y A UNA ANTENA DE RECEPCIÓN SATELITAL

AUTORES:

HERNAN XAVIER MORENO ZAMBRANO
MILLER ALFREDO VILLAMAR BRAVO

DIRECTOR:

ING. LUIS CÓRDOVA RIVADENERIA

GUAYAQUIL, MARZO DEL 2015

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, análisis e investigaciones realizadas y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Guayaquil, 3 de Marzo del 2015

(f) _____

Hernán Moreno Zambrano

(f) _____

Miller Villamar Bravo

AGRADECIMIENTO

A Dios, porque sin él no hubiera resultado posible la culminación de mi carrera, a mis padres que con tanto esfuerzo dedicaron su tiempo durante mi crecimiento, a mis hermanos quienes siempre estuvieron presentes en todo momento, a mi esposa Carolina Suriaga quien se volvió un pilar importante en mi vida, a mi sobrino a quien con verlo resultaba un empujón para continuar en el proceso, a mi familia, a la comunidad salesiana, ingenieros docentes, compañeros de quienes termine de aprender a formarme como profesional y como persona.

Hernán Moreno Z.

AGRADECIMIENTO

A mis padres quienes en todo momento estuvieron presentes, a mis hermanos porque fueron un apoyo constante, a mi esposa y demás seres queridos fueron un gran aporte para poder concluir mis estudios y llegar a la meta principal y agradecimiento principal a Dios sobre todas las cosas.

Miller Villamar B.

DEDICATORIA

Este se lo dedico a mi madre quien está en el cielo Delia Victoria Zambrano Hidalgo y a mi padre Segundo Ricardo Moreno Avilés, por ustedes y sin dejar de nombrar a Dios hoy puedo ser un profesional.

Hernán Moreno Z.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi madre Magdalena Bravo, a mi padre Miller Villamar, y a mi esposa Tatiana Constantine.

Miller Villamar B.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	I
AGRADECIMIENTO	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
DEDICATORIA	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	2
1 EL PROBLEMA.....	2
1.1 Planteamiento del problema.	2
1.2 Delimitación del Problema.....	4
1.3 Objetivos.	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.	6
1.4 Justificación.....	6
1.5 Hipótesis.....	7
1.6 Variables e Indicadores.	8
1.6.1 Variables.	8
1.6.2 Indicadores.	8
1.7 Metodología.....	9
1.7.1 Métodos.....	9
1.7.2 Método experimental.	9
1.7.3 Método deductivo.....	9
1.7.4 Método científico.	9
1.7.5 Técnicas.....	9
1.7.6 Técnica de campo.....	10
1.8 Población y Muestra.	10
1.9 Descripción de la Propuesta.	11

1.10	Beneficiarios.....	13
1.11	Impacto.....	13
CAPÍTULO II		14
2	MARCO TEÓRICO.....	14
2.1	Introducción.....	14
2.2	Plataforma Arduino.....	14
2.3	Brújula electrónica	15
2.4	Comunicación serial.....	16
2.5	Software de sistemas de desarrollo NI LABVIEW.....	17
2.5.1	Introducción.....	17
2.5.2	Métodos de aplicaciones.....	19
2.5.3	Funcionamiento de Labview.....	19
2.5.4	Interfaz gráfica Labview	19
2.5.5	Diagrama de bloques.....	20
2.5.6	Herramientas del diagrama de bloques.....	21
2.5.7	Paleta de herramientas (Tools palette).....	21
2.5.8	Paleta de funciones.....	23
2.5.9	Estructuras.....	25
2.5.10	Case Structure.....	26
2.5.11	Sequence Structure.....	27
2.5.12	For Loop.....	28
2.5.13	While Loop.....	29
2.5.14	Formula Node.....	29
2.5.15	Panel frontal.....	31
2.5.16	Paleta de controles.....	31
2.6	Módulos Xbee -Pro S1.....	32
2.6.1	Características de los Xbee-Pro S1.....	33
2.7	Microcontrolador Atmel (AVR).....	35
2.7.1	Introducción.....	35
2.7.2	Tipos de Microcontroladores.....	36
2.7.3	Aplicaciones de los microcontroladores.....	37
2.8	Arquitectura de los microcontroladores AVR.....	37
2.8.1	La CPU del AVR.....	39
2.8.2	El registro de estado.....	39

2.8.3	Registro de propósito general.....	40
2.9	Antenas de transmisión.	41
2.9.1	Características técnicas de las antenas.	43
2.9.2	Ganancia.....	43
2.9.3	Directividad.....	44
2.9.4	Relación Delante/Atrás (D/A).....	44
2.9.5	Frecuencia o banda de trabajo.....	44
2.9.6	Impedancia.	44
2.9.7	Carga al viento.	45
2.10	Antenas parabólicas.....	45
2.10.1	Tipos de antenas parabólicas.....	46
2.10.2	Mediante cálculo matemático.	49
2.10.3	Utilizando los mapas realizados para cada satélite.	50
2.10.4	Mediante Ábaco.	50
2.11	Antenas de microondas.	50
2.11.1	Tipos de antenas para Microondas.....	50
2.12	Radiofrecuencias.	52
2.12.1	Características de las radiofrecuencias.....	52
2.12.2	Fuentes de emisión.....	52
2.13	Transceptor conversor de fibra óptica a Ethernet.....	53
2.13.1	Características.	54
2.13.2	Especificaciones.....	54
2.14	Base giratoria (Rotor).....	55
2.15	Convertidores Serial a ETHERNET.....	56
2.15.1	Características.	57
2.16	Fibra óptica.....	57
2.16.1	Diagrama b-v.....	58
2.16.2	Tipos de fibra.	59
2.16.3	Características generales de la fibra óptica.	59
CAPÍTULO III.....		61
3	DESARROLLO DEL TEMA.....	61
3.1	Introducción.....	61
3.2	Diagrama de bloques del proyecto.	62
3.3	Etapas de alimentación.	62

3.3.1	Fuentes de alimentación sección control.....	62
3.3.2	Diseño de circuito fuente de control 5vdc, 3.3vdc y (12, -12) vdc.	66
3.3.3	Fuente de alimentación sección potencia.....	69
3.3.4	Diseño de circuito de fuente de potencia.	71
3.4	Etapa de conversión.....	73
3.4.1	Convertidor de RS232 a RJ45.....	73
3.4.2	Convertidor de RJ45 a Fibra.	75
3.5	Diseños y funcionamientos de tarjetas impresas de control.....	76
3.5.1	Tarjeta central de comunicaciones.	76
3.5.2	Funcionamiento.....	77
3.5.3	Diseño en Proteus de tarjeta central de comunicaciones.	79
3.5.4	Diseño en Ares de tarjeta central de comunicaciones.....	80
3.5.5	Diseño de la tarjeta central de comunicaciones.	80
3.6	Tarjeta de comunicaciones de cerro del Carmen.....	81
3.6.1	Funcionamiento.....	83
3.6.2	Diseño en Proteus tarjeta de comunicaciones del cerro del Carmen. ..	84
3.6.3	Diseño en Ares de tarjeta de comunicaciones del cerro del Carmen. .	84
3.7	Tarjeta de comunicaciones de la antena de recepción satelital.	86
3.7.1	Funcionamiento.....	87
3.7.2	Diseño en Proteus de tarjeta de comunicaciones de la antena satelital	87
3.7.3	Diseño en Ares de tarjeta de comunicaciones de la antena satelital. ...	88
3.8	Etapa de transmisión y recepción de datos.....	89
3.8.1	Medio físico de transmisión y recepción de datos.	90
3.8.2	Medio inalámbrico de transmisión y recepción de datos.	93
3.9	Etapa de potencia puente H.	95
3.9.1	Funcionamiento.....	96
3.9.2	Motor detenido.	98
3.9.3	Polarización directa.....	98
3.9.4	Polarización inversa.	99
3.10	Sistema de contingencia manual del proyecto.....	101
	CAPÍTULO VI.....	104
4	PROGRAMACIÓN, DISEÑO DE SOFTWARE.	104
4.1	Programación ATMEGA2560 (control técnico).....	104
4.2	Programación ATMEGA328P (antena de satélite).....	106

4.3	Programación ATMEGA328P (rotor cerro del Carmen).....	107
4.4	Programación entorno Labview	108
4.5	Pruebas de programación y mediciones del proyecto.	109
4.5.1	Diseño de tarjetas electrónicas para pruebas, programación de microcontroladores y mediciones.	111
	CONCLUSIONES.....	120
	RECOMENDACIONES.....	121
	PRESUPUESTO.....	122
	CRONOGRAMA.....	125
	BIBLIÓRAFIA.....	126
	ANEXOS 1.....	128
	ANEXOS 2.....	130

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

Tabla 1.1 Pruebas de enlaces de microondas en la ciudad de Guayaquil y alrededores.....	10
---	----

CAPÍTULO II

Tabla 2.1 Pinout Xbee Pro S1.....	34
Tabla 2.2 Características AVR Atmega8.....	36
Tabla 2.3 Dispositivos microcontroladores de la serie AVR.....	38
Tabla 2.4 Banda de frecuencias.....	42
Tabla 2.5 Especificaciones convertidor RJ45 a fibra óptica.....	55

CAPÍTULO III

Tabla 3.1 Tabla entrada de control puente H.....	97
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS.

CAPÍTULO I

Figura 1.1 Antena de transmisión del cerro del Carmen.	2
Figura 1.2 Caseta de control.	3
Figura 1.3 Antena de recepción satelital.	4
Figura 1.4 Delimitación del proyecto.	5
Figura 1.5 Gráfico del nivel de recepción.	11

CAPÍTULO II

Figura 2.1 Plataforma Arduino.	15
Figura 2.2 Brújula electrónica.	15
Figura 2.3 Comunicación serial.	16
Figura 2.4 Interfaz gráfica Labview.	20
Figura 2.5 Diagrama de bloques Labview.	21
Figura 2.6 Paleta de herramientas.	22
Figura 2.7 Paleta de funciones.	23
Figura 2.8 Estructura.	25
Figura 2.9 Case Estructura.	26
Figura 2.10 Estructura stacked sequence	27
Figura 2.11 Función Estructura flat sequence.	27
Figura 2.12 Función For Loop	28
Figura 2.13 Iteraciones For Loop.	28
Figura 2.14 Ecuación con procedimientos aritméticos	30
Figura 2.15 Ecuación aplicando Formula Node.	30
Figura 2.16 Estructura Formula Node.	31
Figura 2.17 Paleta de controles.	32
Figura 2.18 Pinout Xbee Pro S1.	34
Figura 2.19 Modulo Xbee Pro S1	35
Figura 2.20 Arquitectura del AVR.	38
Figura 2.21 Registro de estado.	40
Figura 2.22 Registro de trabajo de propósitos generales del AVR.	41
Figura 2.23 Antenas de transmisión.	42
Figura 2.24 Antena parabólica de foco primario.	46
Figura 2.25 Antena parabólica offset.	47

Figura 2.26 Antena parabólica Cassegrain.....	47
Figura 2.27 Antenas planas.	48
Figura 2.28 Orientación para antena parabólica	48
Figura 2.29 Elevación de antena parabólica	49
Figura 2.30 Polarización antena parabólica	49
Figura 2.31 Antena reflector parabólico	51
Figura 2.32 Antena de recepción satelital y rotor	51
Figura 2.33 Transceptor de fibra óptica a Ethernet.....	54
Figura 2.34 Base giratoria (rotor).....	56
Figura 2.35 Convertidor Serial a Ethernet	56
Figura 2.36 Cable de fibra óptica.	58
Figura 2.37 Enlace simplificado de comunicaciones con fibra óptica.....	60
CAPÍTULO III	
Figura 3.1 Diagrama técnico del proyecto. Por:	62
Figura 3.2 Transistor ajustable positivo LM317k.....	63
Figura 3.3 Transformador con tap central.....	65
Figura 3.4 Diseño de impreso en Proteus de fuente sección control	66
Figura 3.5 Diseño de impreso en Ares de fuente sección control.....	66
Figura 3.6 Impreso de tarjeta de sección control.	68
Figura 3.7 Fuente de sección control para pruebas de proyecto	68
Figura 3.8 Fuente de sección control	69
Figura 3.9 Diseño de impreso en Proteus de la fuente de sección potencia.....	71
Figura 3.10 Diseño de impreso en Ares de la fuente de sección potencia.....	71
Figura 3.11 Fuente de poder sección fuerza para pruebas.	72
Figura 3.12 Fuente de poder final del proyecto para fuerza	72
Figura 3.13 Software de programación para convertidor RS232-RJ45	73
Figura 3.14 Pruebas de envío y recepción de datos en convertidor	74
Figura 3.15 Convertidor de fibra a Ethernet	75
Figura 3.16 Ubicación de tarjeta central de comunicaciones.....	77
Figura 3.17 Atmega 2560.....	78
Figura 3.18 Tarjeta central de comunicaciones.....	79
Figura 3.19 Diseño en Ares de tarjeta central de comunicaciones	80
Figura 3.20 Tarjeta central de comunicaciones para pruebas y mediciones.....	81
Figura 3.21 Tarjeta central de comunicaciones final	81

Figura 3.22 Ubicación de tarjeta de control del cerro del Carmen	82
Figura 3.23 Diseño en Proteus de tarjeta de comunicaciones del cerro del Carmen.	84
Figura 3.24 Diseño en Ares de tarjeta de control del cerro del Carmen	85
Figura 3.25 Tarjeta para pruebas de control del cerro del Carmen	85
Figura 3.26 Diseño final de la tarjeta de control del cerro del Carmen.	85
Figura 3.27 Tarjeta control de la antena de satélite	86
Figura 3.28 Diseño en Proteus de tarjeta de control de la antena satelital.....	87
Figura 3.29 Diseño en Ares de tarjeta de comunicaciones de la antena satelital.....	88
Figura 3.30 Tarjeta para pruebas de control de la antena de recepción satelital.....	89
Figura 3.31 Tarjeta final para el control de la antena de recepción satelital.....	89
Figura 3.32 Medio de transmisión	90
Figura 3.33 Medio de transmisión físico (fibra óptica).....	91
Figura 3.34 Envío de información desde Atmega328p del cerro del Carmen al ATMEGA2560.....	92
Figura 3.35 Envío de información desde Atmega2560 hacia los ATMEGA328p ...	92
Figura 3.36 Transmisión inalámbrica de módulos Xbee Pro s1	94
Figura 3.37 Transmisión inalámbrica de módulos Xbee Pro s1	94
Figura 3.38 Envío de información desde Atmega328p antena de recepción satelital al ATMEGA2560.....	95
Figura 3.39 Puente H con MOSFET	95
Figura 3.40 Tarjeta de fuerza puente H.....	97
Figura 3.41 Polarización directa	99
Figura 3.42 Polarización inversa.....	100
Figura 3.43 Control manual-automático para el rotor.....	101
Figura 3.44 Diagrama de conexión para el control manual-automático del rotor ..	102
Figura 3.45 Diagrama de conexión de los fines de carrera del rotor.	102
Figura 3.46 Mando manual de control para la antena de satélite.....	103
Figura 3.47 Diagrama de conexión manual de control para la antena de satélite...	103
CAPÍTULO IV	
Figura 4.1 Diagrama de flujo del programa cargado en el ATMEGA2560 (tarjeta principal de control)	105
Figura 4.2 Diagrama de flujo del programa cargado en el ATMEGA328P (antena)	106
Figura 4.3 Diagrama de flujo del programa cargado en el ATMEGA328P (rotor).	107

Figura 4.4 Panel frontal de la interfaz gráfica del proyecto.....	108
Figura 4.5 Diagrama de flujo del diagrama de bloques del proyecto.	109
Figura 4.6 Diseño de tarjeta principal del proyecto para pruebas y mediciones.....	110
Figura 4.7 Diseño de tarjeta del cerro del Carmen para pruebas y mediciones.....	110
Figura 4.8 Diseño de tarjeta de la antena de satélite para pruebas y mediciones	111
Figura 4.9 Diseño para pruebas y mediciones de tarjetas puente H	112
Figura 4.10 Diseño de fuente de poder de fuerza para pruebas y mediciones.....	112
Figura 4.11 Diseño de fuente de control para pruebas y mediciones.....	112
Figura 4.12 Receptor y transmisor de microondas.....	114
Figura 4.13 Prueba de funcionamiento de rotor y lectura de sensor de corriente....	115
Figura 4.14 Pruebas de comunicación del ordenador a módulo arduino.....	116
Figura 4.15 Control principal de la planta	116
Figura 4.16 Sistema de control antena de satélite	116
Figura 4.17 Control Técnico, ubicación del control principal	117
Figura 4.18 Monitoreo y control en ordenador	117
Figura 4.19 Instalación control de antena de satélite	117
Figura 4.20 Antena controlada por medio de Labview.....	118
Figura 4.21 Control del rotor, y rotor ubicado a 50m de altura de la caseta de control	118
Figura 4.22 Cúpula que protege al rotor de los fenómenos atmosféricos.....	119
Figura 4.23 Rotor dentro de la cúpula en la antena de transmisión	119

RESUMEN

AÑO	ALUMNO	DIRECTOR DE TESIS	TEMA DE TESIS
2014	Moreno Zambrano, Hernán Xavier Villamar Bravo, Miller Alfredo	ING. LUIS CÓRDOVA RIVADENEIRA	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO MEDIANTE LABVIEW PARA UNA PLATAFORMA GIRATORIA APLICADA A LOS ENLACES TERRESTRES VÍA MICROONDAS Y A UNA ANTENA DE RECEPCIÓN SATELITAL

El tema presentado se refiere al diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo mediante Labview para una plataforma giratoria aplicada a los enlaces terrestres vía microondas y a una antena de recepción satelital.

Se implementa un sistema de control y monitoreo para hacer girar una plataforma en sentido horizontal y vertical, sobre la cual reposa una antena para enlaces de microondas, la plataforma está provista de sensores tales como una brújula electrónica, potenciómetros, sensores de corriente y fines de carrera, adicionalmente se agrega un sensor de temperatura y humedad para determinar el área de trabajo donde estará ubicada la electrónica del proyecto.

La electrónica esta principalmente conformada por integrados microcontroladores de la familia Atmel, quienes serán programados en lenguaje de programación C, usando el software arduino.

También es parte del proyecto una antena de recepción satelital quien es controlada por un motor para generar movimiento vertical de la antena, el circuito de control

está compuesto por un integrado microcontrolador programado también con el uso del software arduino.

Los datos obtenidos de la plataforma y de la antena de satélite, convergen a un tercer integrado microcontrolador de mayor capacidad que los mencionados anteriormente, este último procesa la información y la envía a un ordenador desde donde se puede interactuar entre los dispositivos y el operador a través del software Labview.

PALABRAS CLAVE:

Sistema de control, plataforma, brújula electrónica, microcontrolador, arduino, antena, ordenador, interactuar, Labview.

ABSTRACT

YEAR	AUTHORS	ADVISOR	TITLE
2014	Moreno Zambrano, Hernán Xavier Villamar Bravo, Miller Alfredo	LUIS CÓRDOVA RIVADENEIRA ENGINEER	DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A MONITORING AND CONTROL SYSTEM USING LABVIEW FOR TURNTABLE APPLIED TO LAND ROUTE LINKS AND MICROWAVE ANTENNA SATELLITE RECEPTION

The issue presented concerns the design and implementation of a monitoring and control system using Labview for a turntable applied via terrestrial microwave links and satellite receiving antenna.

A system of monitoring and control is implemented to spin a platform horizontally and vertically, on which rests an antenna for microwave links, the platform is provided with sensors such as an electronic compass, potentiometers, current sensors and limit switches additionally a temperature sensor and humidity is added to determine the workspace where electronics project will be located.

The electronics is mainly composed of integrated microcontrollers from Atmel family, who are programmed in C programming language, using the Arduino software.

Is also part of the project satellite receiving antenna who is controlled by an engine to generate vertical motion of the antenna, the control circuit consists of an integrated microcontroller also programmed with software Arduino use.

The data obtained from the platform and satellite antenna, converge to a third integrated microcontroller greater capacity than those mentioned above, the latter processes the information and sends it to a computer where you can interact with devices and operator through the Labview software.

KEYWORDS:

Control system, platform, electronic compass, microcontroller, arduino, satellite, computer, interact, Labview.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad muchas empresas están aprovechando el avance tecnológico, como la robótica, la automatización, domótica, de las cuales se está tomando provecho, aquí nace la idea de diseñar e implementar un sistema tal que sea capaz de controlar una plataforma o rampa mecánica sobre la cual reposara un equipo de transmisión de microondas, así como también la idea de controlar una antena de recepción satelital.

La necesidad de poder hacer trabajar estos equipos y la de renovar su método de trabajo fue el principal objetivo por el cual se realiza el proyecto para estar acorde a la época y a la de maximizar los trabajos y minimizar los riesgos laborales de la parte humana.

El detalle de este sistema se lo desarrolla en 4 capítulos, siendo el capítulo 1 el problema, su planteamiento, objetivos, metodología y técnicas de investigación, su delimitación y la razón por el cual es viable.

La parte conceptual corresponde al capítulo 2, donde se enfoca en el marco teórico, se profundiza en conceptos sobre todo lo relacionado con el proyecto.

Los estudios realizados, programación de lo microcontroladores, fabricación de dispositivos, tarjetas electrónicas y demás actividades forman parte del desarrollo del proyecto en el capítulo 3.

Las pruebas, simulaciones, mediciones de sensores, su detalle en el capítulo 4.

CAPÍTULO I

1 EL PROBLEMA.

1.1 Planteamiento del problema.

En la empresa RELAD S.A se necesita poder suplir con alguna vía mejorada el trabajo de posicionamiento de una de sus antenas satelitales que cubra menor tiempo de trabajo y menor carga operativa así como también de una base giratoria (rotor) para los enlaces terrestres vía microondas.

Para los enlaces terrestres vía microondas es necesario que al menos 5 personas realicen este trabajo, una persona desde la planta principal, dos personas desde el cerro del Carmen y dos personas más desde algún punto cualquiera dentro de la ciudad donde se requiera realizar dicho enlace. Al realizar estos enlaces la señal es dirigida por una antena transmisora hacia el cerro del Carmen.



Figura 1.1 Antena de transmisión del cerro del Carmen. **Por:** Canal Uno, (2014).

En la figura 1.1 se muestra la antena de transmisión de 50 metros, situada en el cerro del Carmen, donde reposa en la parte superior el rotor y la parte de control manual y

automático está ubicada en la parte baja en el cuarto de control. La caseta de control en la figura 2.2.



Figura 1.2 Caseta de control. **Por:** Canal Uno, (2014).

En el cerro del Carmen están dos operadores, el operador 1 estará a 50 metros de altura desde la caseta dirigiendo la plataforma giratoria hacia el lugar donde se está transmitiendo. El segundo operador ubicado en la caseta, estará comunicándose con el primer operador hasta lograr la mayor recepción. Este enlace se recibe y nuevamente se transmite hacia la planta principal CANAL 1 desde un segundo enlace fijo establecido.

Todo este trabajo toma su tiempo y si la comunicación falla entre algunos de los puntos durante los enlaces, se extiende realizar la transmisión y malestar laboral hasta que los operadores nuevamente recuperen la comunicación.

En cuanto al proceso de recepción satelital depende del monitoreo absoluto del espectro que este captando la antena reflejada en un monitor de espectro, por lo que

se necesita un sistema que permita controlar y a la vez monitorear la posición actual de la parábola.

El control actual de la parábola está basado en botoneras y contactos, debido al uso de esta parábola, dichos elementos sufren desgaste y no proporcionan la precisión que se requiere para la ubicación de la antena. En la figura 1.3 se ilustra la antena de recepción satelital.

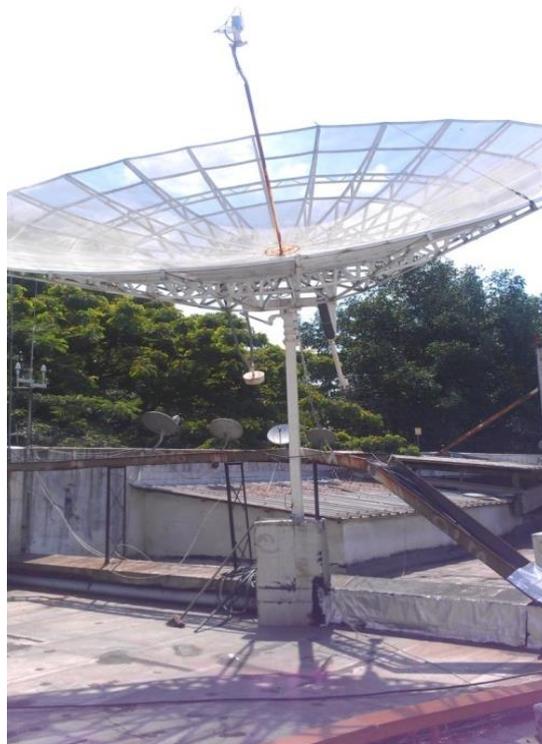


Figura 1.3 Antena de recepción satelital. **Por:** Andrews, (2014).

El operador requiere de algún tiempo para orientar la parábola hacia algún satélite definido y mucho más cuando no tiene ningún tipo de monitoreo.

1.2 Delimitación del Problema.

El proyecto se lo realizó en el periodo 2014-2015, en la empresa RELAD S.A(CANAL 1), ubicada en la ciudad de Guayaquil en la Av. Francisco de Orellana y Av. José Santiago Castillo dentro del departamento de ingeniería, una parte del

proyecto fue instalada en una de las antenas de recepción satelital la cual está ubicada en la terraza del edificio de la planta principal, véase en la figura 1.1, mientras que la parte de la base giratoria para la antena de microondas fue instalada en el cerro del Carmen en la caseta de operación de la misma empresa ubicada adjunta al área de la antena de transmisión .

Se emplea un primer software Arduino versión 1.0.3, con el cual se programaron los microcontroladores y el segundo software Labview versión 2013 con cual se desarrolló la interfaz gráfica para el control y monitoreo del proyecto.

Las pruebas de los equipos fueron realizadas en el taller del departamento técnico y en la caseta del cerro del Carmen.

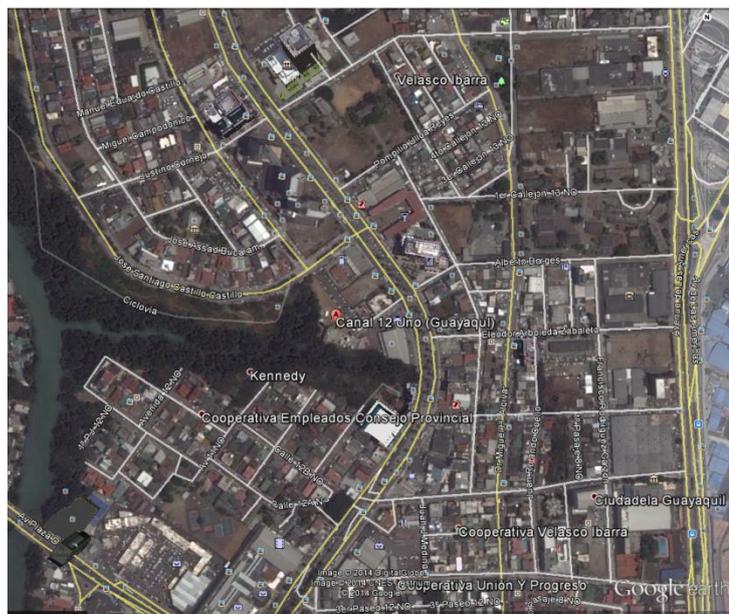


Figura 1.4 Delimitación del proyecto. Por: Google Earth (2014).

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo general.

Diseñar un sistema de posicionamiento para una base giratoria y una antena satelital en la empresa Relad S.A (CANAL 1) capaz de controlar remotamente mediante

Labview el direccionamiento de las mismas, para lograr un trabajo rápido y eficiente en un medio inalámbrico corto y en un medio físico a gran distancia.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Diseñar la interfaz gráfica para el control y monitoreo en Labview.
- Diseñar y fabricar las tarjetas electrónicas de control para la comunicación entre el ordenador y el rotor y entre el ordenador y la antena de satélite para realizar las pruebas y mediciones del proyecto.
- Programar los microcontroladores que tienen cada una de las tarjetas electrónicas para la debida comunicación entre la computadora y las interfaces del rotor y antena satelital.
- Diseñar y fabricar las fuentes de alimentación para las tarjetas de control y fuerza para pruebas de equipos.
- Diseñar las tarjetas electrónicas de fuerza para el funcionamiento de los motores en el rotor y en la antena de satélite.
- Diseñar tarjeta de control para lectura de sensores y transmisión de datos.
- Programar las interfaces para la comunicación entre dispositivos remotos.

1.4 Justificación.

La Empresa RELAD S.A (CANAL 1) en una de sus instalaciones ubicada en el cerro del Carmen donde se encuentran sus antenas repetidoras, cuenta con un enlace vía microondas desprovisto de un moderno sistema de control y monitoreo, el cual es usado para los diversos “enlaces portátiles”, en diferentes puntos de la ciudad. Para realizar estos enlaces deben estar al menos dos operadores en el cerro del Carmen, un

operador moviendo manualmente a unos 50 metros de altura la base giratoria donde reposa una antena de microondas, esta se encuentra conectada a un receptor de microondas al otro extremo de la base giratoria, este receptor recibirá la señal emitida desde un transmisor de microondas en algún punto de la ciudad. Para saber si el receptor tiene la mejor señal se tiene como única guía en el mismo equipo (receptor) un juego de diodos leds que a mayor nivel de ganancia de señal los leds encienden en forma ascendente o descendente, este monitoreo lo lleva el segundo operador. Todo esto ocurre en el cerro del Carmen.

Así mismo la empresa tiene una antena de recepción satelital ubicada en la planta principal en la Av. Francisco de Orellana, la cual cuenta con un sistema de control básico de una de sus parábolas que usan para la recepción satelital. Para este proceso se usa un monitor de espectro, el cual le indica al operador si está moviendo correctamente la parábola, en ocasiones este monitor es retirado de las instalaciones para transmisiones en exteriores, lo que deja al operador sin monitoreo de la ganancia de recepción. En este caso el operador se queda sin una guía de la parábola lo cual obliga a registrar el mayor nivel de señal en los receptores satelitales, lo que provoca mayor cantidad de tiempo requerido e incrementa el recurso humano para dicha labor.

Por tal razón, se justifica la elaboración del presente proyecto de tesis, haciendo uso de la tecnología para poder garantizar y acelerar el proceso de las comunicaciones de forma eficiente con la menor cantidad de operadores posible tanto en el cerro del Carmen así como en la planta principal. Cabe recalcar que en el cerro del Carmen se pretende que el movimiento de la base giratoria tenga dos vías de trabajo uno llamado manual, siendo este operado desde el cerro del Carmen y el otro automático operado desde la planta principal.

1.5 Hipótesis

Con el presente proyecto de tesis se reduciría los riesgos laborales por parte de los trabajadores, se disminuiría el desgaste físico de los equipos y se logrará mayor rapidez para los enlaces vía microondas terrestres, en cuanto al enlace de recepción

por satélite, se ahorraría tiempo en el momento de realizar un trabajo de estos. Se podría generar un servicio de una manera eficiente optimizando el tiempo, variable muy importante en los enlaces de microondas.

1.6 Variables e Indicadores.

1.6.1 Variables.

- ✓ Grados de rotación de la plataforma que serán controlados por un micro controlador desde un ordenador.
- ✓ Grados de elevación de la plataforma de igual manera controlada por un micro controlador previamente conectado desde una computadora.
- ✓ Grados de elevación de la antena de recepción satelital.
- ✓ Grados de Temperatura ambiente.
- ✓ Humedad.
- ✓ Nivel de recepción del receptor de microondas para determinar la ganancia del equipo.

1.6.2 Indicadores.

- ✓ Software gráfico instalado en una computadora desde donde se logra monitorear las actividades realizadas por la plataforma giratoria y la antena de satélite.
- ✓ Brújula digital permite el reconocimiento de coordenadas sobre la posición de la base en cuestión.
- ✓ Monitor de espectro, medio por el cual se obtiene información sobre los satélites.

1.7 Metodología.

1.7.1 Métodos.

De acuerdo al desarrollo del proyecto los métodos utilizados son:

1.7.2 Método experimental.

Previo al desarrollo de la actividad como método experimental se realizaron pruebas en computadora usando el software Proteus, Labview y Arduino para poder determinar funcionamiento, (medición y control).

1.7.3 Método deductivo.

Realizando análisis e investigaciones, llevándolos consigo a las pruebas con los dispositivos en el medio de trabajo, se puede determinar el funcionamiento del modelo en estudio, se puede deducir mediciones de las variables tales como grados de temperatura, movimiento, niveles de recepción y de la graficación de los indicadores.

1.7.4 Método científico.

La investigación del proyecto se la realizo desde un punto de vista crítico donde se necesitaba saber el resultado concreto de las mediciones para determinar los ajustes necesarios basándonos en procedimientos necesarios.

1.7.5 Técnicas.

Para el desarrollo de la investigación se utilizó la técnica de campo, su explicación a continuación.

1.7.6 Técnica de campo.

Esta técnica permitió realizar un análisis de la viabilidad del proyecto, se pudo obtener información sobre los costos del material, de los dispositivos que el proyecto demandaba. El presupuesto de la tesis se lo obtuvo de esta técnica.

1.8 Población y Muestra.

Se toma como población la ciudad de Guayaquil donde irradiaría un enlace de microondas terrestre dentro del rango de frecuencia de las 2 Giga Hertz. La muestra se ha tomado de diferentes enlaces realizados en diferentes sitios de la ciudad norte, sur, este, oeste, suroeste y noroeste de la misma donde se recabo información.

Se realizaron enlaces de microondas donde se pudo hacer con respecto a los valores obtenidos una gráfica representativa de los rangos de valores recibidos en el receptor de microondas.

A continuación el detalle en la tabla 1.1 diferenciando enlaces realizados en diferentes puntos de la ciudad (norte, sur, este o este) y en la figura 1.5 un mapeo.

TABLA 1.1

Pruebas de enlaces de microondas en la ciudad de Guayaquil y alrededores.

Ubicación portátil	Plataforma (rotor)	Potencia de transmisión	Nivel de recepción(SS)
Norte	Cerro del Carmen	Alta	14
Noreste	Cerro del Carmen	Alta	12
Este	Cerro del Carmen	Alta	11
Sur	Cerro del Carmen	Alta	12
Suroeste	Cerro del Carmen	Alta	12
Oeste	Cerro del Carmen	Alta	14
Noroeste	Cerro del Carmen	Alta	11

Nota: Estas muestras determinan el nivel de recepción del receptor de microondas.

Por: Elaboración propia basada en estudios.

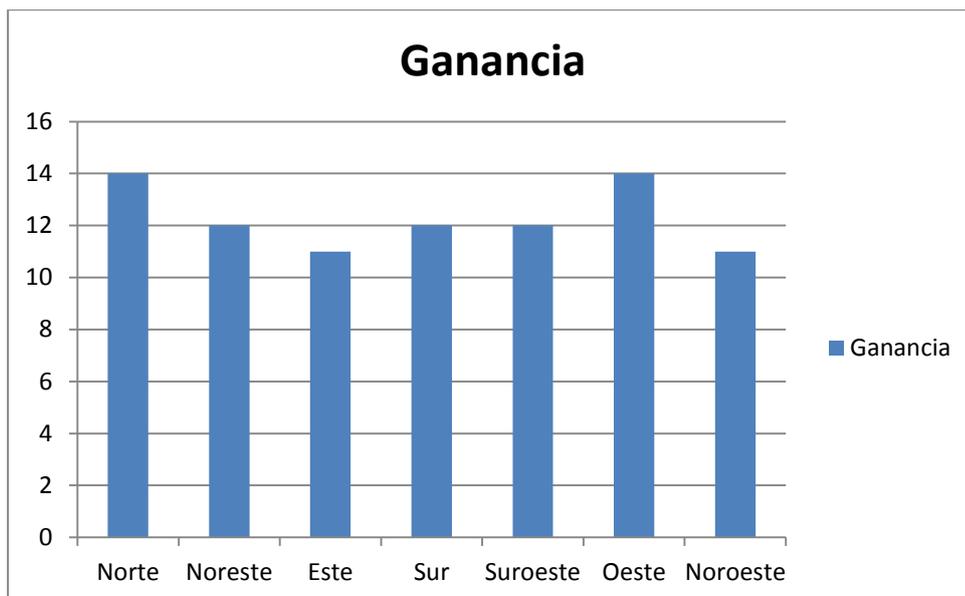


Figura 1.5 Gráfico del nivel de recepción. **Por:**
Elaboración propia basada en estudios.

1.9 Descripción de la Propuesta.

RELAD S.A (Canal 1), medio de comunicación televisivo el cual necesita de una infraestructura modernizada tanto en su campo electrónico como electro-mecánico, haciendo uso de las telecomunicaciones (microondas y satélites), para lograr cumplir con sus objetivos como medio de comunicación. En la empresa RELAD S.A año 2014 el departamento de ingeniería tiene que suplir con alguna vía mejorada el trabajo de posicionamiento de sus antenas satelitales y su base giratoria o rotor que cubra menor tiempo de trabajo y menor carga operativa.

El proyecto consiste en controlar y monitorear remotamente mediante un ordenador la posición de una plataforma giratoria comúnmente llamada rotor, usada para enlaces terrestres vía microondas y de una antena de recepción satelital, se trabaja con una interfaz gráfica diseñada con el software Labview, en la cual el operador podrá seleccionar la posición a la que desea orientar tanto la base giratoria así como la antena satelital, según el requerimiento.

El control de la base giratoria está en la planta principal ubicada en la Av. Francisco de Orellana y Av. José Santiago Castillo y un control manual ubicado en la caseta del

cerro del Carmen donde reposan todos los equipos de transmisión, este último como un medio de contingencia, en la plataforma giratoria se utilizan dos potenciómetros lineales los cuales están ubicados en dos motores uno que mueve la base en sentido horizontal (azimut) y otro en sentido vertical (elevación), estos dos potenciómetros son los encargados de indicar el posicionamiento del rotor cuya información es procesada por un micro controlador quien a través de un transceptor en el cerro del Carmen se comunicara a otro transceptor que estará en la planta principal con la finalidad de poder mostrar los datos en un ordenador, así el operador en dicha área sabrá dónde está dirigida la base giratoria en el cerro del Carmen. Para poder mover el rotor hacia un nuevo punto de la ciudad, el operador ingresara datos de posicionamiento en azimut como elevación en la computadora, quien a través de un micro controlador y del segundo transceptor mencionado enviara estos datos hacia el cerro del Carmen, aquí esta información se recibe se procesa y es enviada hacia un circuito de fuerza el cual permitirá el movimiento de la base según las órdenes recibidas del operador en la planta principal. El rotor cuenta con un control manual de contingencia en caso de fallos en la parte automática.

En la antena satelital para captar la posición de la misma, se hace uso de un acelerómetro para definir el grado de elevación de la parábola. Se trabaja con un sensor de temperatura y humedad el cual monitorea el medio donde está instalada el control automático de la antena, también se emplean dos módulos de comunicación inalámbrica XBEE-PRO S1.

Tanto el acelerómetro como el sensor de humedad se comunicaran con un circuito electrónico que cuenta con un micro-controlador el cual estará conectado al módulo xbee-pro, el cual transmitirá los datos vía inalámbrica hacia otro módulo xbee-pro situado en el área de control técnico desde donde serán operados los equipos.

El circuito electrónico que recibirá los datos del acelerómetro y sensor de humedad y temperatura también recibirá los datos con las coordenadas a las que se desea que se ubique la antena. Este sistema será capaz de controlar el motor de corriente continua de la antena satelital mediante drivers de potencia. La elevación de la parábola será controlada mediante las lecturas de un acelerómetro. La antena de satélite también

esta provista de un sistema de contingencia de trabajo manual en caso de algún inconveniente en la parte automática. En los dos circuitos electrónicos se usaran micro controladores de la familia Atmel, los cuales serán los encargados de recibir y transmitir datos.

1.10 Beneficiarios.

El trabajo terminado da como resultado el avance tecnológico en el cual se puede realizar a partir del mismo muchos más estudios, el uso de los medios inalámbricos medios guiados en este caso la fibra óptica han permitido que el proyecto sea muy eficiente.

Luego de haber concluido con resultados satisfactorios el beneficiario del proyecto es el medio de comunicación Relad S.A, conocido como Canal Uno.

1.11 Impacto.

El resultado de finalizar el proyecto permite al departamento técnico poder trabajar con mayor rapidez, en este caso la eficiencia de poder recibir señales de microondas sin ningún problema y con mayor rapidez, el manejo remoto reduciendo la mano de obra humana, quienes pueden dedicarse a realizar otros tipos de trabajos presentes en la empresa.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO.

2.1 Introducción.

Todo medio de comunicación debe estar provisto de equipos de transmisión que faciliten la recepción y emisión de información. En el proyecto se hace uso del avance tecnológico el cual consiste en controlar y monitorear remotamente desde una computadora la posición de una base o plataforma giratoria llamada también rotor y de una parábola satelital, se usara una interfaz gráfica diseñada en Labview, en la cual el operador podrá definir la posición a la que desea orientar tanto el rotor como la antena satelital mediante el funcionamiento de motores en cada uno de los dispositivos.

El proyecto es fundamentado por el marco teórico donde se definen conceptos de los dispositivos, herramientas, programas informáticos y demás componentes que forman parte del sistema.

2.2 Plataforma Arduino.

Arduino nació en el instituto Italiano de diseño interactivo Ivrea en el año 2005, una escuela donde los estudiantes centraban sus experimentos en la interacción con dispositivos, muchos de ellos basados en microcontroladores. La idea era crear una herramienta simple, barata y sencilla de usar. Fue así como se empezó a desarrollarla bajo la licencia open source, para que todo el mundo pudiera ayudar y contribuir, de tal manera tuviera una expansión a nivel mundial.(Aranda, 2014).

"Es una plataforma de código abierto basado en prototipos de electrónica flexible y fácil de usar hardware y software. Está pensado para artistas, diseñadores, aficionados y cualquier persona interesada en la creación de objetos interactivos o entornos."(Arduino, 2014).

La plataforma Arduino puede comunicarse con el software que se ejecuta en un ordenador por ejemplo, Flash, Processing, MaxMPS, Labview. Los tableros pueden ser contruidos ala mano o comprados pre-ensamblado; el software se puede descargar de forma gratuita. Los diseños de referencia de hardware (archivos CAD) están disponibles bajo una licencia de código abierto, usted es libre de adaptarlos a sus necesidades.



Figura 2.1 Plataforma Arduino. **Por:** Arduino, (2014).

2.3 Brújula electrónica

La brújula electrónica, desempeña una funcionalidad análoga a la brújula magnética. El número de ejes determinan si la brújula es horizontal (2 ejes) o en cualquier plano (3 ejes). La brújula electrónica funciona aunque estemos detenidos, pero su correcto funcionamiento puede cambiar, si estamos en recintos (ascensor, avión, etc.) o junto a objetos que influyan en la recepción correcta del campo magnético de la tierra. (López, 2010).

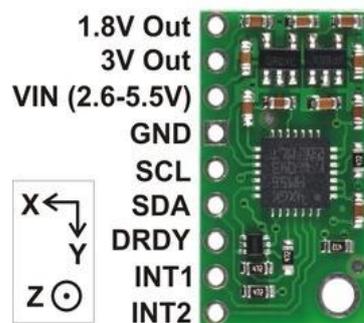


Figura 2.2 Brújula electrónica. **Por:** (Pololu Corporations, 2015). Recuperado de: <https://www.pololu.com/product/1273>

Para el proyecto se está trabajando con la brújula electrónica Pololu cmp01a, la figura 2.2 muestra la brújula.

2.4 Comunicación serial.

El puerto serial envía y recibe bytes de información un bit a la vez. Aun y cuando esto es más lento que la comunicación en paralelo, que permite la transmisión de un byte completo por vez, este método de comunicación es más sencillo y puede alcanzar mayores distancias. (National Instrument, Comunicación Serial , 2014)

En la figura 2.3 se establece la comunicación serial entre una computadora y un microcontrolador a través de un integrado MAX 232, quien permite el acoplamiento entre dispositivos. Las condiciones de trabajo de los microcontroladores en el proyecto guardan similitud en el gráfico mencionado.

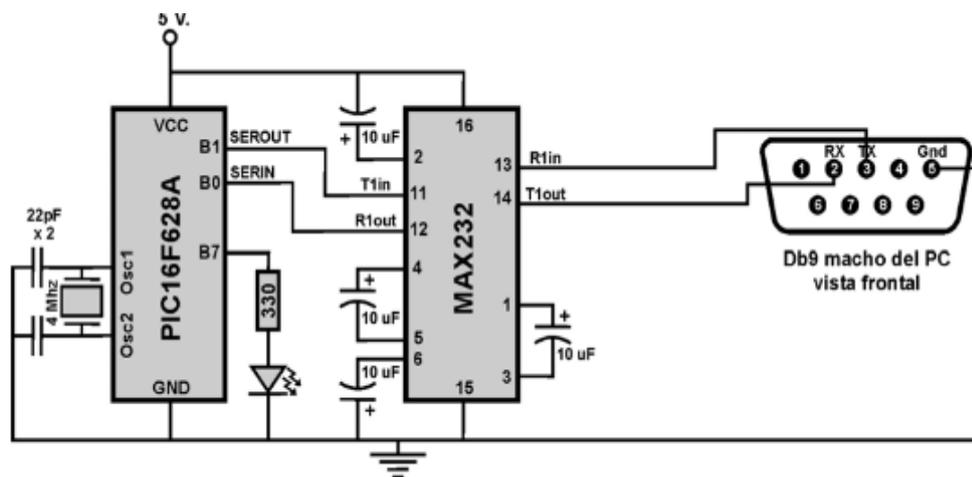


Figura 2.3 Comunicación serial. Por: (Reyes, 2008), Microcontroladores Pic Programación en Basic, 3ª Ed.

Típicamente, la comunicación serial se utiliza para transmitir datos en formato ASCII. Para realizar la comunicación se utilizan 3 líneas de transmisión: (1) Tierra (o referencia), (2) Transmitir, (3) Recibir. Debido a que la transmisión es asíncrona, es posible enviar datos por un línea mientras se reciben datos por otra. Las características más importantes de la comunicación serial son la velocidad de transmisión, los bits de datos, los bits de parada, y la paridad. Para que dos puertos se puedan comunicar, es necesario que las características sean iguales.

Velocidad de transmisión: Indica el número de bits por segundo que se transfieren, y se mide en baudios (*bauds*). Por ejemplo, 300 baudios representan 300 bits por segundo. Cuando se hace referencia a los ciclos de reloj se está hablando de la velocidad de transmisión. Por ejemplo, si el protocolo hace una llamada a 4800 ciclos de reloj, entonces el reloj está corriendo a 4800 Hz, lo que significa que el puerto serial está muestreando las líneas de transmisión a 4800 Hz.

Bits de datos: Se refiere a la cantidad de bits en la transmisión. Cuando la computadora envía un paquete de información, el tamaño de ese paquete no necesariamente será de 8 bits. El número de bits que se envía depende en el tipo de información que se transfiere. Por ejemplo, el ASCII estándar tiene un rango de 0 a 127, es decir, utiliza 7 bits; para ASCII extendido es de 0 a 255, lo que utiliza 8 bits.

Bits de parada: Usado para indicar el fin de la comunicación de un solo paquete. Los valores típicos son 1, 1.5 o 2 bits. Debido a la manera como se transfiere la información a través de las líneas de comunicación y que cada dispositivo tiene su propio reloj, es posible que los dos dispositivos no estén sincronizados.

Paridad: Verificar si hay errores en la transmisión serial. Existen cuatro tipos de paridad: par, impar, marcada y espaciada. La opción de no usar paridad alguna también está disponible. Para paridad par e impar, el puerto serial fijará el bit de paridad (el último bit después de los bits de datos) a un valor para asegurarse que la transmisión tenga un número par o impar de bits en estado alto lógico.

2.5 Software de sistemas de desarrollo NI LABVIEW.

2.5.1 Introducción.

Labview constituye un revolucionario sistema de programación gráfico para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos. Las ventajas que proporciona el empleo de Labview se resumen en las siguientes características:

- Se reduce el tiempo de desarrollo de las aplicaciones al menos de 4 a 10 veces, ya que es muy intuitivo y fácil de aprender.
- Dota de gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- Da la posibilidad a los usuarios de crear soluciones completas y complejas.
- Con un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.
- El sistema está dotado de un compilador gráfico para lograr la máxima velocidad de ejecución posible.
- Tiene la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes.

Labview es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan lenguaje C o Basic. Sin embargo, Labview se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que Labview emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques.

Para el empleo de Labview no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones. Por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación.

Labview posee extensas librerías de funciones y subrutinas. Además de las funciones básicas de todo lenguaje de programación, Labview incluye librerías específicas para la adquisición de datos, control de instrumentación VXI, GPIB y comunicación serie, análisis presentación y guardado de datos. Labview también proporciona potentes herramientas que facilitan la depuración de los programas. Labview es ideal para cualquier sistema de medidas y control y el corazón de la plataforma de diseño de NI. Al integrar todas las herramientas que los ingenieros y científicos necesitan para construir una amplia variedad de aplicaciones en mucho menos tiempo, NI Labview es un entorno de desarrollo para resolver problemas, productividad acelerada y constante innovación.

2.5.2 Métodos de aplicaciones.

Labview se puede aplicar en los siguientes campos:

NI Labview para Automatizar Medidas y Procesar Datos de Señales.

Labview para Control de Instrumentos.

NI Labview para Diseñar Sistemas Embebidos de Control y Monitoreo.

Labview para Automatizar Sistemas de Pruebas y Validación.

NI Labview para Educación Superior (Universidad/Facultad).

Las Razones Principales para Usar Labview para Enseñanza Académica.

Obtenga Acceso a Cientos de Descargas Gratis de Cursos de Labview.

Prepare a los estudiantes con habilidades y herramientas estándares en la industria.

Labview es una potente herramienta grafica que se acopla a cualquier proceso.

(National Instrument, 2014).

2.5.3 Funcionamiento de Labview.

Los programas desarrollados mediante Labview se denominan Instrumentos virtuales (VIs), porque su apariencia y funcionamiento imitan los de un instrumento real. sin embargo son análogos a las funciones creadas con los lenguajes de programación convencionales. Los Vis tienen una parte interactiva con el usuario y otra parte de código fuente, y aceptan parámetros procedentes de otros VIs.

Todos los Vis tienen un panel frontal y un diagrama de bloques. Las paletas contienen las opciones que se emplean para crear y modificar los Vis.(Amaya, 2008).

2.5.4 Interfaz gráfica Labview

“Es una herramienta de programación gráfica. Originalmente este programa estaba orientado a aplicaciones de control de instrumentos electrónicos usadas en el desarrollo de sistemas de instrumentación, lo que se conoce como instrumentación virtual “.(Lajara & Pelegrí, 2007)

Se trata de la representación gráfica del Vi en el ordenador donde el usuario monitorea y opera los dispositivos. En esta interfaz se muestran las entradas (sensores) procedentes del proyectos y las salidas proporcionadas en el programa (indicadores). Un panel frontal está formado por una serie de botones, pulsadores, potenciómetros, gráficos, etc. Cada uno de ellos puede estar definido como un control o un indicador (véase figura 2.4). Los primeros sirven para introducir parámetros al VI, mientras que los indicadores se emplean para mostrar los resultados producidos, ya sean datos adquiridos o resultados de alguna operación.

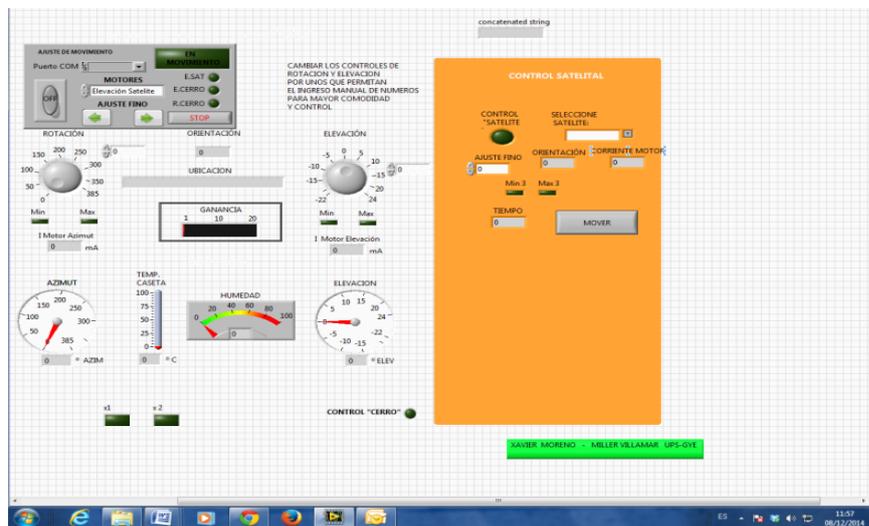


Figura 2.4 Interfaz gráfica Labview. **Por:** Labview, (2013).

2.5.5 Diagrama de bloques.

El diagrama de bloques constituye el código fuente del VI, es donde se realiza la implementación del programa del VI para controlar o realizar cualquier procesado de las entradas y salidas que se crearon en el panel frontal. El diagrama de bloques incluye funciones y estructuras integradas en las librerías que incorpora Labview. En la figura 2.6 se muestra el diagrama de bloques en Labview. El diagrama de bloques se construye conectando los distintos objetos entre sí, como si de un circuito se tratara. Los cables unen terminales de entrada y salida con los objetos correspondientes, y por ellos fluyen los datos. Labview posee una extensa biblioteca de funciones, entre ellas, aritméticas, comparaciones, conversiones, funciones de entrada/salida, de análisis, etc.(Lajara & Pelegrí, 2007).

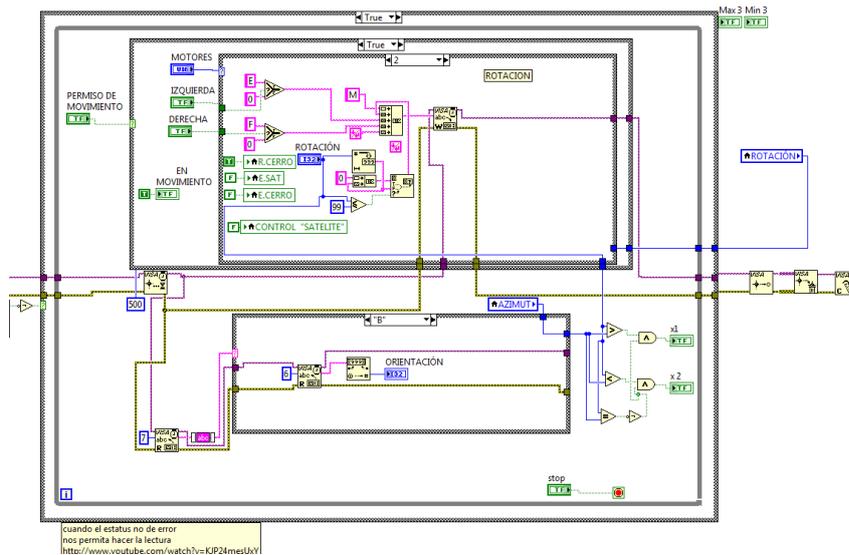


Figura 2.5 Diagrama de bloques Labview. Por: Labview, (2013).

2.5.6 Herramientas del diagrama de bloques.



En este primer grupo de herramientas sirve para controlar la ejecución de un programa en Labview. El primer botón indica si hay errores en el programa, ejecuta una vez el programa. El segundo botón ejecuta de forma continua el programa, como regla general este botón no debe usarse, en su lugar se empleara un bucle en el programa. El tercer botón se lo utiliza para abortar la ejecución de un proceso y el cuarto permite realizar una pausa en el mismo proceso.



El segundo grupo de botones sirve para ayudar a su depuración. El primer botón es Highlight Execution, una de las herramientas más útiles del programa para depurar, ralentiza la ejecución permitiendo ver el camino que siguen los datos en el programa. El siguiente Retain Wire Values permite que al colocar un probe o punta de prueba se obtenga el valor anterior. Los tres siguientes se utilizan para ejecutar el programa paso a paso. (Lajara & Pelegrí, 2007).

2.5.7 Paleta de herramientas (Tools palette).

Las paletas de Labview proporcionan las herramientas que se requieren para crear y

modificar tanto el panel frontal como el diagrama de bloques.

Existen las siguientes paletas:



Figura 2.6 Paleta de herramientas. Por: Labview, (2013).

Contiene las herramientas necesarias para editar y depurar los objetos tanto del panel frontal como del diagrama de bloques (véase figura 2.6). Las opciones que presenta esta paleta son las siguientes:



Herramienta de selección automática. Si esta activada sirve para que se seleccione la herramienta de forma automática dependiendo del elemento sobre el que situé el cursor.



Herramienta de operación, cambia el valor de los controles.



Herramienta de posición, desplaza, cambia de tamaño y selecciona los objetos.



Herramienta de etiquetado, cambia el cursor para editar texto y crea etiquetas.



Herramienta de cableado, une los objetos en el diagrama de bloques.



Menú herramienta objeto emergente, abre el menú desplegable de un objeto.



Herramienta que desplaza la pantalla.



Herramienta que fija puntos de interrupción de la ejecución del programa.



Herramienta sonda. Ventana flotante que muestra el valor que circula por el cable.



Herramienta de copia de color. Obtiene el valor del color de un elemento.



Herramienta de color– Establece el color de fondo y el de los objetos

2.5.8 Paleta de funciones.

La paleta de funciones contiene todos los objetos que se emplean en la implementación del programa del VI, ya sean funciones aritméticas, funciones de entrada/salida de señales, entrada/salida de datos a fichero, adquisición de señales, temporización de la ejecución del programa, estructuras, funciones lógicas.

En su menú contiene herramientas de tipo gráfico y de tipo textual, quienes a su vez despliegan un sub-menú de aplicaciones de desarrollo. En la figura 2.7 el menú de las paletas de funciones se determina sus componentes.

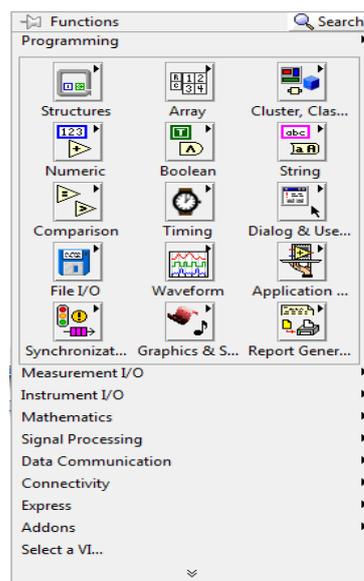


Figura 2.7 Paleta de funciones. **Por:** Labview, (2013).

En esta paleta se puede acceder a las diferentes funciones, subVIs y estructuras disponibles. Al igual que en el menú de controles, en este también existen varios submenús que se dividen dependiendo de la aplicación. Las más usadas son las del submenú Programming.

El primero de los submenús de Programa son las estructuras. Contiene elementos que son equivalentes a las instrucciones de control de los lenguajes convencionales. Los siguientes submenús se dividen según el tipo de datos. Están los datos simples como los numéricos, booleanos y strings (texto), además de los compuestos como los clusters y arrays. Cada uno de estos menús tiene funciones para trabajar con esos datos. (Lajara, & Pelegrí, 2007).

Los datos numéricos se dividen en enteros y de coma flotante y dentro de cada uno puede haber distintos tamaños. Los booleanos pueden únicamente tener dos valores: Verdadero (TRUE) o Falso (FALSE), por eso son los apropiados para crear botones.

Los submenús presentes en la paleta de funciones son los siguientes:

Structures.- Muestra las estructuras de control del programa, junto con las variables locales y globales.

Numeric.- Muestra funciones aritméticas y constantes numéricas.

Boolean.- Muestra funciones y constantes lógicas.

Comparison. Muestra funciones que sirven para comparar números, valores booleanos o cadenas de caracteres.

Time & Dialog.- Contiene funciones para trabajar con cuadros de diálogo, introducir contadores y retardos, etc.

File I/O.- Muestra funciones para operar con ficheros.

Communication.- Muestra diversas funciones que sirven para comunicar varios ordenadores entre sí, o para permitir la comunicación entre distintos programas.

Instrument I/O.- Muestra un submenú de VIs, que facilita la comunicación con instrumentos periféricos que siguen la norma ANSI/IEEE 488.2-1987, y el control del puerto serie.

Data Acquisition.- Contiene a su vez un sub-menú donde puede elegirse entre distintas librerías referentes a la adquisición de datos.

Analysis.-Contiene un submenú en el que se puede elegir entre una amplia gama de funciones matemáticas de análisis.

Tutorial.-Incluye un menú de Vis que se utilizan en el manual Labview Tutorial.

Advanced.- Contiene diversos sub-menús que permiten el control de la ayuda, de los VIs, manipulación de datos, procesado de eventos, control de la memoria, empleo de programas ejecutables o incluidos en librerías DLL, etc. Adicional a estos submenús también están presentes otras funciones como el Measurement I/O, Instrument I/O, Vision and Motion, Signal Processing, Data Communication, Signal Express, Select a VI, Favorites, los cuales tienen sus propias características de trabajo.

2.5.9 Estructuras.

En la paleta de funciones la primera opción es la de las estructuras. Estas controlan el flujo del programa, bien sea mediante la secuenciación de acciones, ejecución de bucles, etc. Las siguientes estructuras se hallan disponibles en el lenguaje G, en la figura 2.8 se muestran las mencionadas.

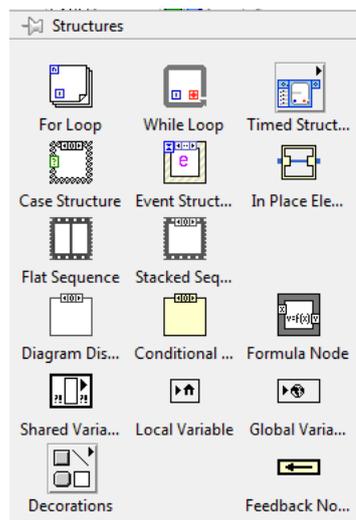


Figura 2.8 Estructura. **Por:** Labview, (2013).

Las estructuras se comportan como cualquier otro nodo en el diagrama de bloques, ejecutando automáticamente lo que está programada en su interior una vez que tiene

disponibles los datos de entrada, y una vez ejecutadas las instrucciones requeridas, suministran los correspondientes valores a los cables unidos a sus salidas. Un subdiagrama es una colección de nodos, cables y terminales situados en el interior del rectángulo que constituye la estructura. El For Loop y el While Loop únicamente tienen un subdiagrama. El Case Structure y el Sequence Structure, sin embargo, pueden tener múltiples subdiagramas, superpuestos como si se tratara de cartas en una baraja, por lo que en el diagrama de bloques únicamente será posible visualizar al tiempo uno de ellos. Los subdiagramas se construyen del mismo modo que el resto del programa.

2.5.10 Case Structure.

Al igual que otras estructuras posee varios subdiagramas, que se superponen como si de una baraja de cartas se tratara. En la parte superior del subdiagrama aparece el identificador del que se está representando en pantalla (ver figura 2.9). A ambos lados de este identificador aparecen unas flechas que permiten pasar de un subdiagrama a otro. En este caso el identificador es un valor que selecciona el subdiagrama que se debe ejecutar en cada momento.

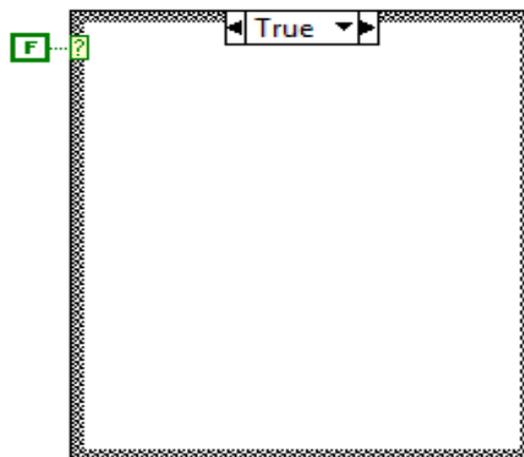


Figura 2.9 Case Estructura. **Por:** Labview, (2013).

La estructura Case tiene al menos dos subdiagramas (True y False). Únicamente se ejecutara el contenido de uno de ellos, dependiendo del valor de lo que se conecte al selector.

2.5.11 Sequence Structure.

Las estructuras de tipo sequence sirven precisamente para dar orden de ejecución del código que está en su interior. Hay dos tipos de sequence: STACKED SEQUENCE y FLAT SEQUENCE. La primera tiene un menú en la parte superior donde indica la numeración del frame que se muestra, el número total de frames que contiene y además da la opción de situarse en otro. Tiene un menú desplegable que sirven para activar o desactivar propiedades. (Figura 2.10).

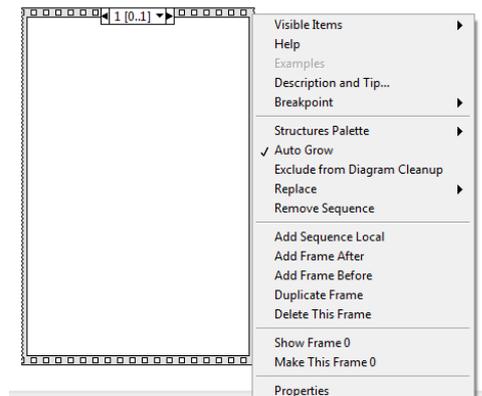


Figura 2.10 Estructura stacked sequence. **Por:** Labview, (2013).

Flat sequence funciona de igual manera, solo que es más visual, los frames se ven a continuación del anterior, se ejecutan de izquierda a derecha. Los datos pueden cablearse entre frames a través de túneles. El menú contextual permite añadir y eliminar frames, se puede cambiar de tipo sequence a otro de forma automática (véase figura 2.11).

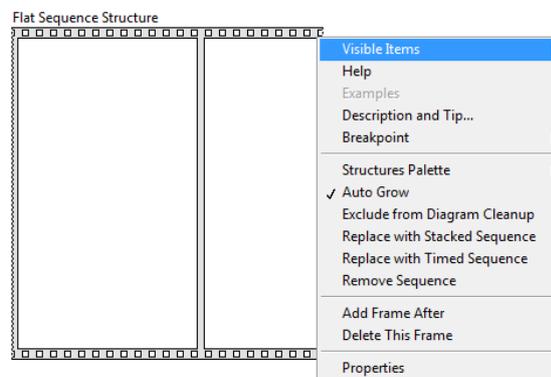


Figura 2.11 Función Estructura flat sequence. **Por:** Labview, (2013).

2.5.12 For Loop

Es el equivalente al bucle for en los lenguajes de programación convencionales. Ejecuta el código dispuesto en su interior un número determinado de veces (véase figura 2.12).

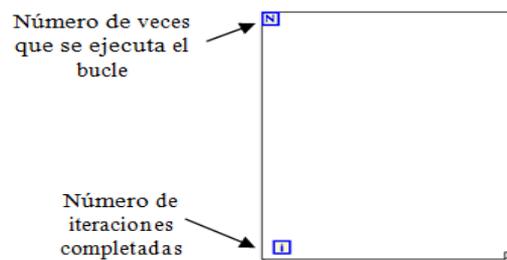


Figura 2.12 Función For Loop. **Por:** Labview, (2013).

Ejecutar el bucle for es equivalente al siguiente fragmento código:

```
For i=0 to N-1  
Ejecutar el subdiagrama del interior del Bucle
```

Para pasar valores de una iteración a otra se emplean los llamados shift register. Para crear uno, se pulsará el botón derecho del ratón mientras éste se halla situado sobre el borde del bucle, seleccionando la opción Add Shift Register. El shift register consta de dos terminales, situados en los bordes laterales del bloque. El terminal izquierdo almacena el valor obtenido en la iteración anterior. El terminal derecho guardará el dato correspondiente a la iteración en ejecución, dicho dato aparecerá, por tanto, en el terminal izquierdo durante la iteración posterior (véase figura 2.13).

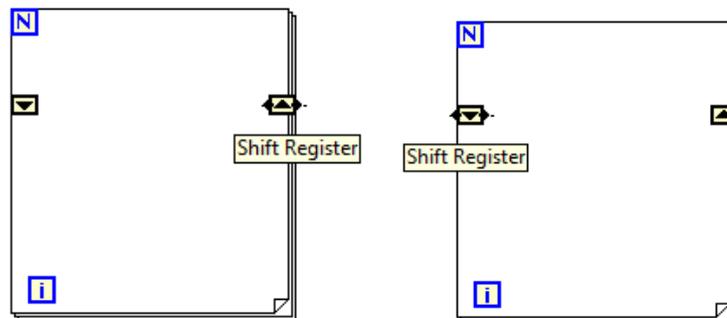


Figura 2.13 Iteraciones For Loop. **Por:** Labview, (2013).

Se puede configurar un-shift register para memorizar valores de varias iteraciones previas. Para ello, con el ratón situado sobre el terminal izquierdo del shift register se pulsará el botón derecho, seleccionando a continuación la opción Add Element.

2.5.13 While Loop.

Es el equivalente al bucle While empleado en los lenguajes convencionales de programación. Su funcionamiento es similar al del bucle for. El bucle While es equivalente al código siguiente:

Do Se ejecuta lo que ay en la línea interior del bloque
While terminal condicional es verdadero.

El programa comprueba el valor de lo que se halle conectado al terminal condicional al finalizar el bucle. Por lo tanto, el bucle siempre se ejecuta al menos una vez.

Con esta estructura también se pueden emplear los shift registers para tener disponibles los datos obtenidos en iteraciones anteriores (es decir, para memorizar valores obtenidos), su empleo es análogo al de los bucles for, por lo que omitirá su explicación.

2.5.14 Formula Node.

La estructura denominada Formula Node se emplea para introducir en el diagrama de bloques fórmulas de un modo directo. Resulta de gran utilidad cuando la ecuación tiene muchas variables o es relativamente compleja. Por ejemplo, se desea implementar la ecuación (2.1).

$$y = x^2 + x + 1 \quad (2.1)$$

En la figura 2.14 y figura 2.15 se demuestra las formas de resolver la ecuación 2.1 en modelo aritmético y usando formula node. Empleando bloques pertenecientes al lenguaje G quedaría:

Ecuación aritmética

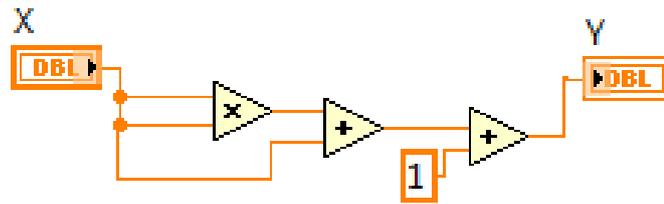


Figura 2.14 Ecuación con procedimientos aritméticos. **Por:** Labview, (2013).

Si se utiliza la formula node, se obtiene:

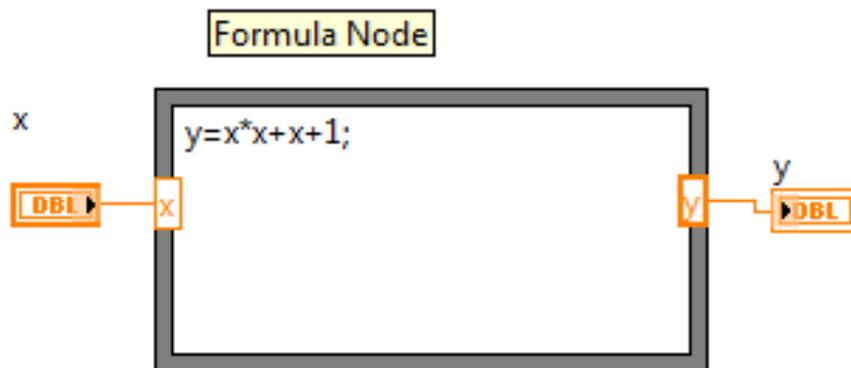


Figura 2.15 Ecuación aplicando Formula Node. **Por:** Labview, (2013).

Para definir una fórmula mediante esta estructura, se actuará del siguiente modo:

En primer lugar, se deben definir las variables de entrada y las de salida. Para ello, se pulsa con el botón derecho del ratón sobre el borde de la formula node. A continuación se seleccionara Add Input o Add Output, según se trate de una entrada o una salida, respectivamente. Aparecerá un rectángulo, en el que se debe escribir el nombre de la variable (se distingue entre mayúsculas y minúsculas). Todas las variables que se empleen deben estar declaradas como entradas o salidas. Las que se empleen como variables intermedias se declararán como salidas, aunque posteriormente no se unan a ningún bloque posterior. Una vez definidas las variables a emplear, se escribirán las fórmulas en el interior del recuadro (para ello se emplea la labeling tool). Cada fórmula debe finalizar con un “;”. Si el valor lógico de la expresión condicional es true se ejecutara expresión. Si, por el contrario fuese false, lo que se aplicara será expresión.

En la figura 2.16 se demuestra la representación de la estructura formula node.

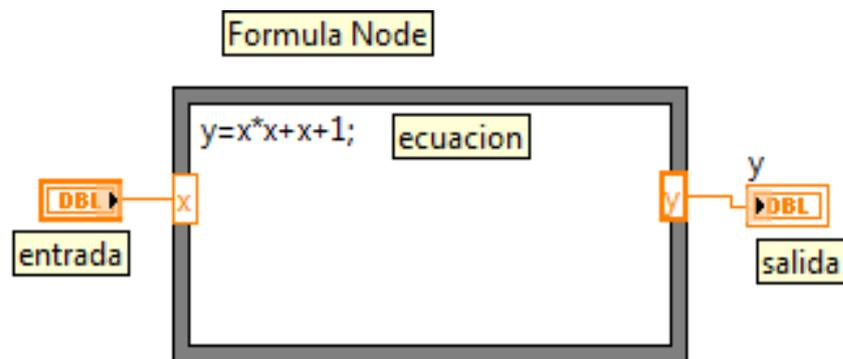


Figura 2.16 Estructura Formula Node. Por: Labview, (2013).

2.5.15 Panel frontal.

Es la parte que ve el usuario, usualmente es de fondo gris.

2.5.16 Paleta de controles.

Se utiliza únicamente en el panel frontal. Contiene todas las herramientas, ya sean herramientas de controles o herramientas de indicadores, las cuales se emplearán para crear la interfaz del Vi con el usuario. Es decir serán visibles en la elaboración de cualquier proceso desarrollado dentro de Labview.

Los terminales se dividen en controles e indicadores, aunque a veces se les suele llamar a todos genéricamente controles. Los controles propiamente dichos son las entradas de datos y los indicadores las salidas. Están clasificados según su estilo en varios submenús: Modernos, Sistemas y Clásicos. Dentro de cada submenú hay otros menús que clasifican los controles por el tipo de dato.

Los más usados son los que sirven para dibujar gráficas y los de primera fila del submenú Modern, estos de izquierda a derecha, corresponden a datos de tipo numérico, booleanos, textos y tipos compuestos. En la figura 2.17 se muestra la ventana de paleta de controles.

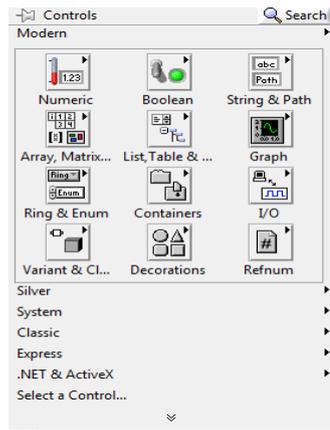


Figura 2.17 Paleta de controles. **Por:** Labview, (2013).

El detalle del trabajo de cada herramienta es:

Numeric. – Para la introducción y visualización de cantidades numéricas.

Boolean. – Para la entrada y visualización de valores booleanos.

String & Path. – Para la entrada y visualización de texto.

List, Table & Ring. –Para visualizar y/o seleccionar una lista de opciones.

Array, Matrix & Cluster. –Para agrupar elementos.

Graph. –Para representar gráficamente los datos.

Path & RefNum. – Para gestión de archivos.

Decorations. – Para introducir decoraciones en el panel frontal. No visualizan datos.

ActiveX. –Para transferir datos y programas de unas aplicaciones.

Select a Control. –Para seleccionar cualquier control.

También están presentes los submenús Silver, System, Classic, Express.

Al seleccionar objetos desde el menú Controls estos aparecen sobre el panel frontal, pueden colocarse donde convenga, y además tienen su propio menú desplegable que permite la configuración de algunos parámetros específicos de cada tipo de control.

2.6 Módulos Xbee -Pro S1.

ZigBee es un protocolo de comunicaciones inalámbrico basado en el estándar de comunicaciones para redes inalámbricas IEEE_802.15.4. Creado por ZigBee Alliance, una organización, teóricamente sin ánimo de lucro, de más de 200 grandes

empresas (destacan Mitsubishi, Honeywell, Philips, _ ODEM_ do, Invensys, entre otras), muchas de ellas fabricantes de semiconductores. ZigBee permite que dispositivos electrónicos de bajo consumo puedan realizar sus comunicaciones inalámbricas. Es especialmente útil para redes de sensores en entornos industriales, médicos y, sobre todo, domóticas. (Oyarce, 2010)

Es un módulo inalámbrico, estos son mucho más poderosos que los módulos Xbee llano, ideal para cuando se necesita más variedad. Lo que nos gusta de los módulos de la Serie 1 es que son tan fáciles de ponerse en marcha. Si tiene dos en rango, formarán automáticamente un enlace serie sin necesidad de configuración, por lo que puede enviar datos TTL serie de ida y vuelta.

2.6.1 Características de los Xbee-Pro S1.

- Corriente pico durante Tx (250 mA)
- Rx Corriente 3.3v; 50 mA.
- Ritmo de datos máximo de 250kbps.
- 60mW de salida (+18dBm).
- 1500m de rango.
- Antena PCB.
- 6 pines de entrada de 10-bit ADC.
- 8 pines digitales de Entrada/Salida.
- Encriptación en 128 bit.
- Set de comandos AT o API. Dimensiones: 27 mm x 33 mm x 9 mm (1 pulgada x 0.9in x 0.3in) 4g (0,15 oz).
- Soporta conexiones de redes punto a punto y multi-punto.
- De acuerdo a la potencia su alcance es controlado.
- ADC, conversión analógico –digital.
- Conexión punto a punto , punto a multipunto

En la gráfica de la figura 2.18 se demuestra el nombre de cada pin del módulo xbee-pro s1 y en la tabla 2.1 el detalle de los mismos pines. Finalmente en la figura 2.19 el modelo real de los Xbee-Pro S1.

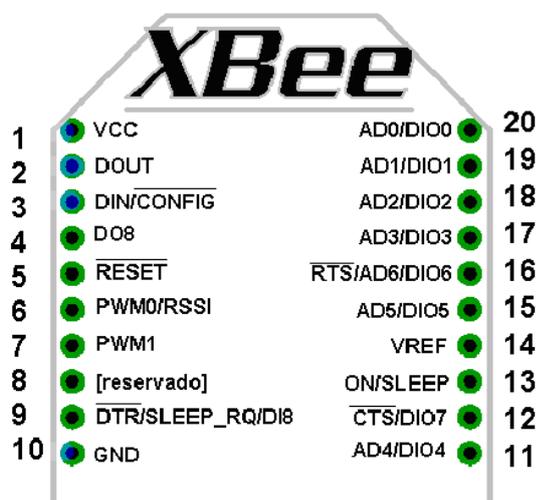


Figura 2.18 Pinout Xbee Pro S1 **Por:** Oyarce. A, (2008), Guía de usuario.

Tabla 2.1
Pinout Xbee Pro S1.

Pin	Nombre	Descripción	Pin	Nombre	Descripción
1	Vcc	Power Out	11	Ad4	Input analógico 4
2	Dout	Uart data On	12	Cts	Flujo de control
3	Din/config	Uart data in	13	On sleep	Indicador de estatus
4	Dos	Digital output	14	Vref	Voltaje referencial
5	Reset	Módulo Reset	15	Ad5	Input analógico 5/digital i/o 5
6	Pwm0	Pwm0	16	Rts/Ad6	Input analógico 6/digital i/o 6
7	Pwm1	Pwm1	17	Ad3	Input analógico 3/digital i/o 3
8	Reservado	Vacío	18	Ad2	Input analógico 2/digital i/o 2
9	Dtr/sleep	Control sleep	19	Ad1	Input analógico 1/digital i/o 1
10	Gnd	Tierra	20	Ad0	Input analógico 0/digital i/o 0

Nota: Para configuración básica se emplean 4 pines de los 10 presentes. **Por:** Oyarce. A,(2008), Guía de usuario. Recuperado de: www.olimex.cl/pdf/Wireless/ZigBee/XBee-Guia_Uusuario.pdf



Figura 2.19 Modulo Xbee Pro S1
Fuente: Oyarce. A, (2008), Guía de usuario.

2.7 Microcontrolador Atmel (AVR).

“Un microcontrolador es un circuito integrado, que incorpora en su interior los bloques básicos para formar un sistema embebido o una PC en menor escala, es decir el microcontrolador es un chip en cuyo interior encontramos una CPU, Memoria, Puertos de Comunicación y Módulos Periféricos de E/S”(Flores, 2009).

2.7.1 Introducción.

Los AVR son una familia de microcontroladores RISC de Atmel. La arquitectura fue concebida por dos estudiantes en el Norwegian Institute of Technology y posteriormente refinada y desarrollada en Atmel Norway, la empresa subsidiaria de Atmel, fundada por los dos arquitectos del chip. El acrónimo AVR fue reportado como Advanced Virtual RISC, pero existen rumores de que se debe a sus diseñadores: Alfand Vegard [RISC]. Aunque Atmel dice que no se refiere a nada particular.

Los microcontroladores Atmel ofrecen una variada combinación de diseños de alta eficiencia y tecnología integrada, probada y es ideal para el avance conectado y productos inteligentes de hoy. En la era actual de la Internet de las cosas, los microcontroladores son una tecnología esencial para las comunicaciones máquina de alimentos a máquina (M2M). Basado en décadas de experiencia y liderazgo en este sector, Atmel ha demostrado arquitecturas y optimizada para bajo consumo de

energía, conectividad de alta velocidad, ancho de banda de datos óptimo y soporte avanzado para interfaces. La familia de microcontroladores AVR es muy numerosa. Por ejemplo las características del atmega8 se ilustran en la tabla 2.2.

Tabla 2.2
Características AVR Atmega8.

Flash(Kbytes)	8	TWI	SI
EEPROM(Kbytes)	0,5	ISP	SI
SRAM(Bytes)	1024	10 bit A/D	8
MAX i/o Pines	23	Comparador análogo	Si
F. max (Mhz)	16	Brown out detector	Si
Vcc (V)	2,7 - 5,5	Watchdog	Si
Timers 16-bits	1	Oscilador	Si
Timer 8-bit	2	Hardware	Si
PWM(canales)	3	Interrupciones	18
RTC	Si	Interrupciones ext.	2
SPI	1	Memoria de programa	Si
UART	1	Encapsulado	MLF 32,PDIP 28

Nota: Se ha tomado como referencia las características del atmega8. **Por:** Atmel, (2013). Recuperado de: http://www.atmel.com/Images/Atmel-2486-8-bit-AVR-microcontroller-ATmega8_L_datasheet.pdf

2.7.2 Tipos de Microcontroladores.

Microcontroladores Atmel AVR de 8 y 32 bits - El Atmel MCU 08:32 bit AVR® ofrecen una combinación única de rendimiento, la eficiencia en el uso de energía y flexibilidad de diseño. Optimizado para acelerar el tiempo de comercialización (time to market) y fácilmente adaptarse a los nuevos requisitos se basan en la arquitectura más eficiente en términos de código de mercado, la programación en C y ensamblador.

Microcontroladores basados en ARM Atmel® | INTELIGENTE™ - Adición a una variedad de soluciones líderes en el mercado con MCU basado en flash ARM926™, ARM7™ y ARM® Cortex®-M3 y M4, el Atmel ofrece soluciones basadas en MPU ARM Cortex-A5. Esta amplia cartera de soluciones basadas en ARM de 32 bits

puede satisfacer las necesidades del mercado y prácticamente cualquier dispositivo. Soluciones flexibles y altamente integradas basadas en ARM Atmel | inteligentes están diseñados para optimizar el control del sistema, la conectividad tanto por cable como inalámbrica, administración de la interfaz de usuario, bajo consumo de energía y facilidad de uso.

Microcontroladores basados en tecnología 802.15.4 - Para apoyar cada vez más a las aplicaciones de conectividad de hoy, Atmel ofrece una línea completa de soluciones inalámbricas con ZigBee y el cumplimiento de la certificación IEEE 802.15.4. Se basan en la familia avanzada de transceptores de RF y microcontroladores Atmel inalámbricos en un solo chip, Atmel AVR® y ARM® basan en Microcontroladores con Arquitectura 8051 donde la cartera completa de microcontroladores Atmel basadas en el conjunto de instrucciones 8051.

2.7.3 Aplicaciones de los microcontroladores.

Por su diversidad las aplicaciones con los AVR son variadas, entre las principales son tenemos las siguientes:

Automotor.

Automatización de Edificios.

El entretenimiento en casa.

Automatización industrial.

Iluminación, energía inteligente.

Internet de las cosas.

2.8 Arquitectura de los microcontroladores AVR.

La familia de microcontroladores AVR, pertenecen a ATMEL, los cuales poseen una arquitectura moderna. Estos microcontroladores están divididos en tres grupos:

➤ TinyAVR

- AVR clásico
- MegaAVR.

En la figura 2.20 se muestra la arquitectura de los AVR.

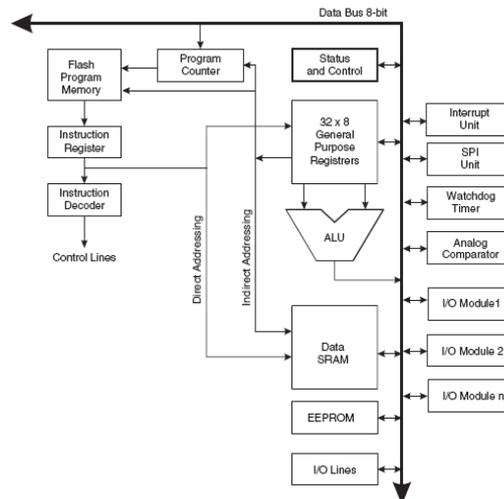


Figura 2.20 Arquitectura del AVR. **Por:**

Bermeo. R, & Moreno. H, (2011), Implementación del prototipo de un sistema de control de acceso electrónico de personal para una organización. Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3954/1/CD-3707.pdf>

Dependiendo del modelo de arquitectura de los microcontroladores AVR están definidos por una capacidad de memoria de tipo flash. En la tabla 2.3 se muestran los dispositivos microcontroladores de la serie AVR.

Tabla 2.3
Dispositivos microcontroladores de la serie AVR.

1 kbyte flash	2 kbyte flash	4 kbyte flash	8 kbyte flash	12kbyte flash	16k kbyte flash	32k/40k byte flash	64kbyte flash	128kbyte flash	256k byte flash
Tiny13	Tiny14	Mega48	Mega8	90vc8544	Mega16	Mega32	Mega648	Mega128	Mega2560
	Tiny25	Tiny45	Mega8515		Mega162	Mega325	Mega645	Mega1280	Mega2561
	Tiny26		Mega8535		Mega169	Mega329	Mega649	Mega1281	
	Tiny2313		Mega88		Mega165	Mega406	Mega644		
									Mega168

Nota: Capacidad de memoria de los AVR. **Por:** Bermeo. R, & Moreno. H, (2011), Implementación del prototipo de un sistema de control de acceso electrónico de personal para una organización. Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3954/1/CD-3707.pdf>

2.8.1 La CPU del AVR.

La función principal del núcleo de la CPU es asegurar una correcta ejecución del programa, por lo tanto debe acceder a memorias, realizar cálculos, controlar periféricos y manejar interrupciones. A fin de maximizar el desempeño y el paralelismo, el AVR es una arquitectura de Harvard, con memorias y buses separados para el programa y para los datos.

Las instrucciones que están en la memoria de programa se ejecutan con un solo nivel de transmisión por conducto. Mientras se ejecuta la instrucción se extrae la siguiente instrucción de la memoria de programa. Este concepto permite que las instrucciones se ejecuten en cada ciclo de reloj.

La memoria de programa es la memoria flash reprogramable en el sistema. El archivo de registro de acceso rápido contiene 32 registros de trabajo de propósito general de 8 bits con un tiempo de acceso de un solo ciclo de reloj. Esto permite la operación de la unidad de aritmética lógica (ALU) en un solo ciclo. En una típica operación de la ALU se toman 2 operandos del archivo de registros, se ejecuta la operación, y el resultado se almacena nuevamente en el archivos de registro en un ciclo reloj. La ALU soporta operaciones aritméticas y lógicas entre registros o entre una constante y un registro. Las operaciones de un solo registro también se pueden ejecutar en la ALU. La mayoría de las instrucciones de los AVR tienen un solo formato de palabra de 16 bits. Cara dirección de memoria de programa contiene una instrucción de 16 a 32 bits.(Bermeo & Moreno, 2011).

2.8.2 El registro de estado.

Contiene información sobre el resultado de la instrucción recientemente ejecutada. Esta información puede ser usada para alterar el flujo del programa a fin de ejecutar operaciones condicionales. El registro de estado se actualiza después de las operaciones de la ALU. Esto en muchos casos evita el uso de instrucciones de comparación especiales, resultando un código más compacto y más rápido. El

registro de estado no se almacena automáticamente cuando se ingresa a una rutina de interrupción y se vuelve a almacenar cuando se regresa de una interrupción. Esto se maneja mediante el software. El registro de estado SREG, tiene una estructura como la muestra la figura 2.21.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x3F	I	T	H	S	V	N	Z	C	SREG
Read/Write	R/W								
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Figura 2.21 Registro de estado. **Por:**

Bermeo. R, & Moreno. H, (2011), Implementación del prototipo de un sistema de control de acceso electrónico de personal para una organización. Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3954/1/CD-3707.pdf>

2.8.3 Registro de propósito general.

El Archivo de Registros se optimiza para el conjunto de instrucciones RISC mejorado del AVR. A fin de lograr el desempeño y la flexibilidad requeridos, el Archivo de Registros soporta los siguientes esquemas de E/S:

- Un operando de salida de 8 bits y una entrada de resultados de 8 bits.
- Dos operandos de salida de 8 bits y una entrada de resultados de 8 bits.
- Dos operandos de salida de 8 bits y una entrada de resultados de 16 bits.
- Un operando de salida de 16 bits y una entrada de resultados de 16 bits.

La figura 2.22 muestra la estructura de los 32 registros de trabajo de propósito general de la CPU. La mayoría de las instrucciones que operan en el Archivo de Registros tienen acceso directo a todos los registros, y la mayoría de ellas son instrucciones de un solo ciclo. Como se ve en la figura, a cada registro se le asigna una dirección de memoria de Datos, las cuales se mapean directamente en las primeras 32 posiciones del Espacio de Datos del usuario. Aunque no se implementan físicamente como posiciones de memoria de SRAM, esta organización de memoria proporciona una gran flexibilidad en el acceso de los registros, ya que los registros apuntadores X, Y, Z pueden apuntar a cualquier

registro del archivo. Los Registros X,Y,Z. (Bermeo & Moreno, 2011)

	7	0	Addr.	
General Purpose Working Registers	R0		0x00	
	R1		0x01	
	R2		0x02	
	...			
	R13		0x0D	
	R14		0x0E	
	R15		0x0F	
	R16		0x10	
	R17		0x11	
	...			
	R26		0x1A	X-register Low Byte
	R27		0x1B	X-register High Byte
	R28		0x1C	Y-register Low Byte
	R29		0x1D	Y register High Byte
	R30		0x1E	Z-register Low Byte
	R31		0x1F	Z-register High Byte

Figura 2.22 Registro de trabajo de propósitos generales del AVR. **Por:**

Bermeo. R, & Moreno. H, (2011), Implementación del prototipo de un sistema de control de acceso electrónico de personal para una organización. Recuperado de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3954/1/CD-3707.pdf>

2.9 Antenas de transmisión.

Las ecuaciones de Maxwell relacionan los campos eléctricos y magnéticos con las cargas y corrientes que los crean. La solución a las ecuaciones da lugar a formas de onda, Guiadas (líneas de transmisión, guías de ondas) y Libres en el espacio (antenas). El IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) define una antena como aquella parte de un sistema transmisor o receptor diseñada específicamente para radiar o recibir ondas electromagnéticas (Anguera & Pérez, 2008).

Las ondas electromagnéticas se caracterizan por su frecuencia (f) y longitud de onda. El conjunto de todas las frecuencias (espectro de frecuencias) se divide en bandas, cada una presenta características que dan origen a la tipología de las antenas

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (2.2)$$

Donde c es la velocidad de la propagación de la luz en el medio $3 \cdot 10^8$ m/s.

Tabla 2.4

Banda de frecuencias.

BANDA	F	λ	Denominación
ELF	<3 KHz	> 100 km	Extremely Low Frequency
VLF	3 - 30 kHz	100 - 10 km	Very Low Frequency
LF	30 - 300 kHz	10 - 1 km	Low Frequency
MF	0,3 - 3 MHz	1000 - 100 m	Medium Frequency
HF	3 - 30 MHz	100 - 10 m	High Frequency
VHF	30 - 300 MHz	10 - 1 m	Very High Frequency
UHF	0,3 - 3 GHz	100 - 10 cm	Ultra High Frequency
SHF	3 - 30 GHz	10 - 1 cm	Super High Frequency
EHF	30 - 300 GHz	1 - 0,1 cm	Extremely High Frequency

Nota: Se trabajara en el rango de las frecuencias de las 2Ghz. **Por:**

Anguera. J, & Pérez. A, (2008), Teoría de Antenas, España. Recuperado de:

http://www.salleurl.edu/semipresencial/ebooks/ebooks/ebook_teoría_antenas.pdf

Son diversos los factores que intervienen a la hora de decidir la utilización de una línea de transmisión o antena pero, de forma general: Se utilizan líneas de transmisión para bajas frecuencias y pequeñas distancias. Se utilizan antenas para altas frecuencias y largas distancias. Existen una variada cantidad de antenas que estarán determinadas por el uso que se les dé. (Figura 2.23).



Figura 2.23 Antenas de transmisión. **Por:** (Anguera & Pérez, 2008), Teoría de antenas.

Las antenas se caracterizan eléctricamente por observar algunas condiciones generales como ser el diagrama de radiación, el ancho de banda, la directividad, la ganancia, la polarización y la anchura de haz, entre las más importantes. Las antenas de hilo son aquellas cuyos elementos radiantes son conductores de hilo que ostentan una parte despreciable respecto a la longitud de onda de trabajo. En el caso de las antenas de apertura, se diferencian de las anteriores porque utilizan superficies o aperturas para dirigir el haz electromagnético, de manera que concentran tanto la emisión como la recepción de su sistema radiante en una sola dirección.

2.9.1 Características técnicas de las antenas.

Las características que más interesan en una antena son: Ganancia, Directividad, Relación Delante/Atrás, Frecuencia o banda de trabajo, Impedancia, Carga al viento.

2.9.2 Ganancia.

La ganancia de una antena es la relación entre la tensión máxima captada por la antena y la tensión máxima captada por un dipolo.

$$g = \frac{v.antena}{v.dipolo}$$

$$g = 20 \log \frac{v.antena}{v.dipolo} \text{ en dB} \quad (2.3)$$

“Tanto la directividad como la ganancia son funciones que dependen de las coordenadas esféricas θ y φ . Su definición es similar, pero la comparación no se establece con la potencia radiada, si no con la potencia entregada a la antena. La ganancia pone de manifiesto el hecho de que una antena real no radia toda la potencia que se le suministra, si no que parte de ésta se disipa en forma de calor ($R\Omega$). Por lo tanto, la ganancia y la directividad están relacionadas por la eficiencia de la antena” (Anguera & Pérez, 2008).

2.9.3 Directividad.

La directividad D de una antena se define como la relación entre la densidad de potencia radiada en una dirección, a una distancia dada, y la densidad de potencia que radiaría a esa misma distancia una antena isótropa que radiase la misma potencia que la antena.(Cardama, Roca, Rius, Romeu, & Blanch, 2002).

La directividad es una característica que nos indica el ángulo en que una antena puede recibir.

2.9.4 Relación Delante/Atrás (D/A).

Es la relación, expresada en dB entre la ganancia máxima del lóbulo principal de la antena y la ganancia máxima de cualquier lóbulo comprendido entre 90° y 270° respecto al lóbulo principal. Sin embargo, los fabricantes suelen suministrar el dato respecto a 180° (por detrás) del lóbulo principal.(Martín & Alba, 2012).

2.9.5 Frecuencia o banda de trabajo.

El margen de frecuencias sobre el que una antena puede trabajar se denomina "ancho de banda pasante" o banda de trabajo.

2.9.6 Impedancia.

“La antena ha de conectarse a un transmisor y radiar el máximo de potencia posible con un mínimo de pérdidas en ella. Se adaptan para una máxima transferencia de potencia. Habitualmente el transmisor se encuentra alejado de la antena y la conexión se hace mediante una línea de transmisión, que participa también en esa adaptación, debiéndose considerar su impedancia característica”(Cardama, Roca, Rius, Romeu, & Blanch, 2002)

El transmisor produce corrientes y campos que pueden ser medibles en puntos característicos de la antena. En todo el texto los valores de corrientes, tensiones y campos serán eficaces. A la entrada de la antena puede definirse la impedancia de entrada Z mediante relación es tensión-corriente en ese punto. En notación fasorial de régimen permanente sinusoidal poseerá una parte real R y una imaginaria X , ambas dependientes en general de la frecuencia. Si Z no presenta una parte reactiva a una frecuencia, se dice que es una antena resonante.

Dado que la antena radia energía, hay una pérdida neta de potencia hacia el espacio debida a radiación, que puede ser asignada a una resistencia de radiación R , definida como el valor de la resistencia que disiparía óhmicamente la misma potencia que la radiada por la antena.

2.9.7 Carga al viento.

Es el efecto que tiene el viento sobre la antena. El fabricante la suele dar para 120 Km/h y dicha carga se suele calcular en Newton (N).

2.10 Antenas parabólicas.

La antena parabólica es un tipo de antena que se caracteriza por llevar un reflector parabólico. Su nombre proviene de la similitud a la parábola generada al cortar un cono recto con un plano paralelo a la directriz. Las antenas parabólicas pueden ser usadas como antenas transmisoras o como antenas receptoras.

En las antenas parabólicas transmisoras el reflector parabólico refleja la onda electromagnética generada por un dispositivo radiante que se encuentra ubicado en el foco del reflector parabólico, y los frentes de ondas que genera salen de este reflector en forma más coherente que otro tipo de antenas, mientras que en las antenas receptoras el reflector parabólico concentra la onda incidente en su foco donde también se encuentra un detector. Suelen ser utilizadas a frecuencias altas y tienen una ganancia elevada.

2.10.1 Tipos de antenas parabólicas.

Los tipos de antenas parabólicas más importantes son:

a) Antena parabólica de foco primario.

“En este tipo de antena el foco se encuentra ubicado en el centro del reflector parabólico, Para ello la unidad exterior (LNB y alimentador) se encuentran sujeta mediante 3 o más varillas al disco. Estos soportes producen zona de sombra en la recepción de las señales que afectan negativamente en el rendimiento. En las antenas de foco primario el alimentador y el LNB se presentan como elementos separados” (Martín & Alba, 2012).

La figura 2.24 muestra la antena parabólica de foco primario.



Figura 2.24 Antena parabólica de foco primario. **Por:** Martín & Alba, (2012), Infraestructuras comunes de telecomunicación en viviendas y edificios.

b) Antena parabólica offset.

En este tipo de antena el foco se encuentra ligeramente desplazado hacia abajo. La unidad exterior (LNB y alimentador) se apoya en un solo soporte que sale de la parte inferior del disco. Eso evita que se produzcan zonas de sombra en la recepción de las señales, haciendo que este tipo de antenas tenga un rendimiento más alto que las de foco primario y un tamaño menor del disco entre 40 y 150 cm (Martín & Alba, 2012). En la figura 2.25 se ilustra la antena de tipo parabólica offset.



Figura 2.25 Antena parabólica offset. **Por:** Martin & Alba, (2012), Infraestructuras comunes de telecomunicación en viviendas y edificios.

c) Antena parabólica CASSEGRAIN.

Es similar a la de foco primario, tiene dos reflectores; el mayor apunta al lugar de recepción, y las ondas al chocar, se reflejan y van al foco donde está el reflector menor al chocar las ondas van al foco último, donde estará colocado el detector (véase figura 2.26).

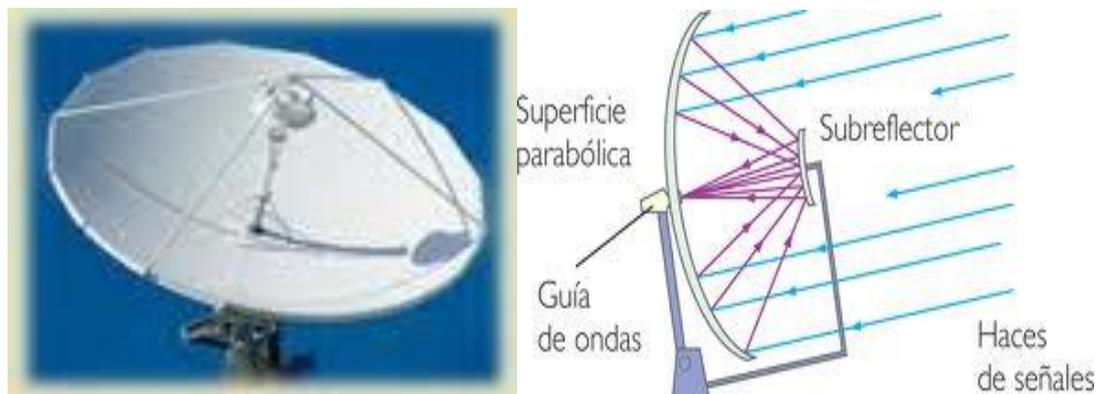


Figura 2.26 Antena parabólica Cassegrain. **Por:** Conceptos de antenas parabólicas. Recuperado de: <http://dspace.universia.net/bitstream/2024/857/1/CONCEPTOS+DE+ANTENAS+PARABOLICAS.docx>

d) Antenas planas.

Este tipo de antena no requiere un apuntamiento al satélite tan preciso como las estudiadas anteriormente, se caracterizan por ser más pequeñas que las parábolas

convencionales y no llevar LNB externo, sin embargo tienen el inconveniente de funcionar solamente con los satélites de alta potencia, en la figura 2.27 se muestra el tipo de antena. (Martín & Alba, 2012).



Figura 2.27 Antenas planas. **Por:**

Martin& Alba (2012), Infraestructuras comunes de telecomunicación en viviendas y edificios.

Necesitamos tres datos para lograrlo: azimut, elevación y polarización del LNB:

Azimut: Es el ángulo horizontal al que hay que girar la antena teniendo como referencia 0 grados norte. En la figura 2.28 se muestra el movimiento rotacional de la antena.

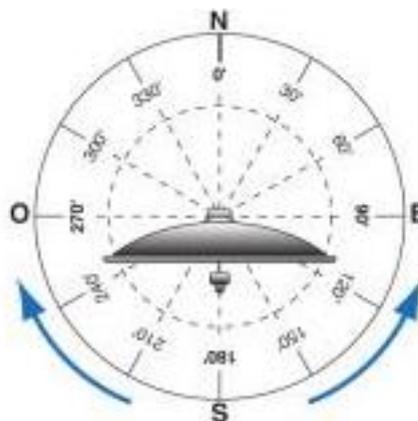


Figura 2.28 Orientación para antena parabólica. **Por:**

Martin& Alba (2012), Infraestructuras comunes de telecomunicación en viviendas y edificios.

Elevación: Es la inclinación en la que llega el haz de señal del satélite hasta nuestra parabólica. Se mide en grados y valiéndose de lo que venga marcado en el soporte del plato (véase figura 2.29).

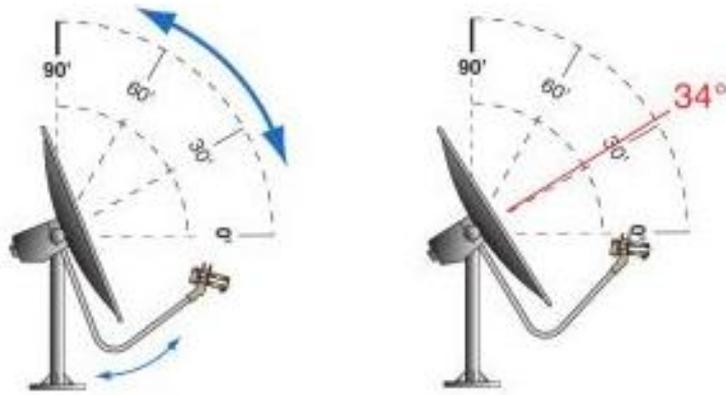


Figura 2.29 Elevación de antena parabólica. Por: Martin& Alba (2012), Infraestructuras comunes de telecomunicación en viviendas y edificios.

Polarización: Es la rotación que debe tener el LNB respecto a la vertical del suelo para que las ondas electromagnética incidan correctamente sobre él .Se mide en grados (véase figura 2.30).

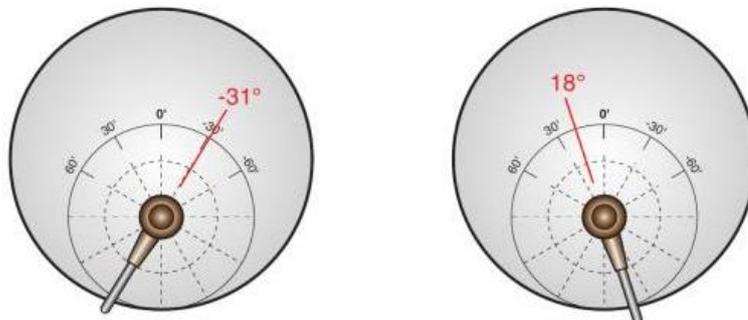


Figura 2.30 Polarización antena parabólica
Martin& Alba (2012), Infraestructuras comunes de telecomunicación en viviendas y edificios.

Para la instalación de una antena de acuerdo al azimut, elevación y polarización se lo puede realizar de tres maneras:

2.10.2 Mediante cálculo matemático.

Presenta la ventaja de poder calcular cualquier punto para cualquier satélite, conociendo sólo las coordenadas del lugar de recepción y el satélite que desea recibir. Su inconveniente, es utilizar las fórmulas adecuadas.

2.10.3 Utilizando los mapas realizados para cada satélite.

En estos mapas llamados de Iso-Elevación, Iso-Azimut e Iso-Polarización realizados para cada satélite se obtienen directamente los valores de elevación, azimut y desplazamiento de polarización.

2.10.4 Mediante Ábaco.

Se trata de utilizar un arco en el cual aparecen los ejes de coordenada en latitud y diferencia de longitud y se obtiene como resultado el acimut y la Elevación. Este ábaco esta realizado para estaciones receptores en el hemisferio norte y partiendo de la antena orientada hacia el polo Sur.

2.11 Antenas de microondas.

2.11.1 Tipos de antenas para Microondas.

Una de las características que presentan este tipo de antenas es que deben ser muy direccionales, su ganancia es considerada aparente debido a que se debe concentrar la potencia irradiada en un haz delgado para ser transmitido de igual forma en todas direcciones. Para el caso de antenas de microondas, es común encontrar aberturas de haz a mitad de potencia inferiores a un grado. Las antenas de UHF se encuentran en el rango de frecuencia entre 0.3 y 3 GHz en el caso de las microondas entre 1 a 100 GHz. Las antenas de microondas presentan tres características importantes: la eficiencia direccional, acoplamiento espalda con espalda y acoplamiento lado a lado.

La eficiencia direccional o relación de frente a espalda consiste en la relación de ganancia máxima en dirección delantera con respecto a la ganancia máxima en dirección trasera; este valor puede ser inferior a 20 dB y es fundamental para el momento de su diseño.

En el caso de los acoplamientos de lado a lado y espalda con espalda, indican las

perdidas por acoplamiento entre antenas se expresan en dB. Se recomienda que las pérdidas por acoplamiento sean altas para evitar que una señal de transmisión de una antena interfiera con una señal de recepción de otra antena.

Las antenas de microondas deben ser muy direccionales deben enfocar su energía en un haz angosto el cual se puede dirigir hacia una antena receptora prácticamente a línea vista, permite aumentar varias veces la magnitud de la potencia irradiada a comparación de otro tipo de antenas en donde el tipo más común de antena tanto para transmisión como para recepción es el reflector parabólico (véase figura 2.31).

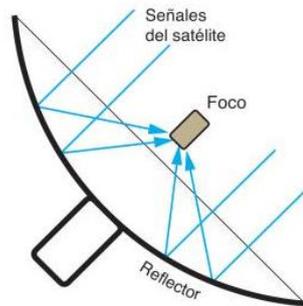


Figura 2.31 Antena reflector parabólico. **Por:** Martin & Alba (2012), Infraestructuras comunes de telecomunicación en viviendas y edificios.

En la figura 2.32 se tiene imágenes de la antena de satélite y del rotor para microondas.



Figura 2.32 Antena de recepción satelital y rotor. **Por:** Andrews & Microwave, (2015).

2.12 Radiofrecuencias.

Las radiaciones ionizantes son aquellas que al interactuar con la materia la ionizan, es decir, producen átomos y/o restos de moléculas con carga eléctrica (iones). Las radiaciones no ionizantes carecen de la energía suficiente para producir ionización. Las microondas y las radiofrecuencias son radiaciones electromagnéticas que pertenecen a la categoría de radiaciones no ionizantes. Son emitidas por aparatos eléctricos, electrónicos, los utilizados en radiocomunicaciones (inclusive vía satélite), emisiones de TV, radio AM-FM, radares, etc.(Cricyt, 2013)

Las radiofrecuencias son el conjunto de frecuencias situado entre los 3 Hz y 300 Ghz, correspondiente a la parte menos energética del espectro electromagnético. Se propaga de transmisor a receptor. Entre estos últimos no siempre existe lo que se conoce como línea de vista, la señal sufre ciertos efectos antes de llegar a su destino.(Canga, 2011).

2.12.1 Características de las radiofrecuencias.

- a. Frecuencia: cantidad de veces por segundo en que se repite una variación de corriente o tensión. Se mide en ciclos por segundo, su unidad es el hertzio (Hz). (kilo Hertz o kHz son 1000Hz, mega Hertz o MHz son 1.000.000 Hz, y giga Hertz o GHz son 1.000.000.000 Hz).
- b. Potencia: “energía” de emisión. Se mide en watts (W) y sus múltiplos y submúltiplos.
- c. Intensidad: del campo eléctrico se mide en voltios por metro (V/m^{-1}), y del campo magnético en amperios por metro (A/m^{-1}).

2.12.2 Fuentes de emisión.

Naturales:

La ionósfera de nuestra atmósfera nos protege de las radiaciones del espacio exterior. No obstante, durante las tormentas se originan campos electromagnéticos y

radiaciones. El total de la radiación emitida por el sol está estimada en unos 300 GHz, pero es despreciable si consideramos que se distribuye sobre la superficie terrestre. Las radiofrecuencias oscilan entre 10 kHz (longitud de onda de 3 km) y 300 GHz (longitud de onda de 1 mm). Las microondas están incluidas dentro de la banda de radiofrecuencia. Las aplicaciones de radiofrecuencia son múltiples. Algunos ejemplos de ello son:

- **Comunicaciones:**

- Radionavegación
- Radiodifusión AM y FM
- Televisión
- Radionavegación aérea
- Radioaficionados

- **Industria:**

- Metalúrgica:
 - Templado de metales
 - Soldaduras
- Alimenticia: esterilización de alimentos

- **Medicina:**

- Diatermia

2.13 Transceptor conversor de fibra óptica a Ethernet.

Un convertidor de medios de comunicación diseñado para convertir la fibra 100BASE-FX a los medios de cobre 100BASE-TX o viceversa, es decir es un medio de fibra óptica siendo un dispositivo de red simple. También se utilizan en la red de área metropolitana (MAN) el acceso y los servicios de transporte de datos a los clientes empresariales, esta transición permite a cualquier empresa, sea cual sea su tamaño, para ampliar su red antigua.(T-PLINK Technologies., 2014).

Un convertidor típico de los medios de comunicación se compone de dos transceptores, a veces se hace referencia como unidades de conexión de los medios de comunicación, estos pueden transmitir datos hacia y desde uno al otro (unidad de

conexión de medios) viene con un conector de fibra diferente formato estándar de la industria, que es capaz de unirse a diferentes tipos de medios de comunicación, el concepto básico es que un tipo de medio entra y sale de otro. Todos los conectores están al día con los últimos estándares y protocolos IEEE. En la figura 2.33 especifica el modelo del convertidor de fibra.



Figura 2.33 Transceptor de fibra óptica a Ethernet. **Por:** Tplink, (2014).

2.13.1 Características.

- La negociación automática de 10 / 100Mbps para el puerto TX.
- Configuración en modo de transferencia Half-Duplex / Full-Duplex por el puerto.
- Enlace Falla Passthrough y Far End Fault minimizan la pérdida causada por falla en el enlace oportuna.
- Extienda fibra distancia de hasta 20 km (12,4 millas)
- Soporta tanto 5VDC y 9VCC fuente de alimentación externa.

2.13.2 Especificaciones.

Las especificaciones del dispositivo es la siguiente mostrada en la tabla 2.5.

Tabla 2.5

Especificaciones convertidor RJ45 a fibra óptica.

Normas y protocolos	IEE 802.3, IEEE 802.3u, IEE802.3x
Función principal	Flujo de control full duplex Flujo de control Half duplex
Puertos	1 100MSC puerto 7UPC Puerto 1 100M RJ45(Auto MDI / MDIX)
Longitud de onda	1310
Media Network 10BASE-T	Categoría 3,4 UTP, cable 5(máximo 328.1 f) EIA/TIA-568 100 Oh STP(máximo 328.1 F)
Media Network 100BASE-FX	La fibra monomodo
Indicadores LED	Pwr,Fdx/Col, Link/Atc, SPD
Fuente de alimentación	Fuente de alimentación externa
Consumo máximo de energía	2.5w
Seguridad y emisiones	FCC,CE,RoHS
Medio ambiente	Temperatura de funcionamiento: 0°c - 40°c Temperatura de almacenamiento: -40°c - 70°c Humedad de funcionamiento: 10% - 90% Humedad de almacenamiento: 5% - 90%

Nota: Características del convertidor MCS110. **Por:**Tplink, 2014. Recuperado de: <http://www.tplink.us/products/details/?model=MC110CS#spec>

2.14 Base giratoria (Rotor).

Se denomina rotor a una maquina mecánica con estructura metálica, compuesta de dos motores de corriente directa (DC), los cuales permiten realizar un movimiento horizontal y un movimiento vertical de la estructura, los motores están sujetos a unas cadenas o eslabones los cuales se mantienen en contacto con un arreglo de piñones y bandas para lograr los movimientos deseados. Cuando el rotor está en funcionamiento en cualquiera de los dos movimientos los piñones harán girar unos piñones secundarios de menor tamaño los cuales estarán en contacto con dos potenciómetros lineales de los cuales se puede tomar información para monitoreo de los movimientos realizados. Internamente dentro de la estructura metálica está presente también una circuitería electrónica en la cual llegan borneras de los límites o fines de carrera quienes determinan el cese del movimiento de los motores, por consecuencia el rotor. En la parte superior del rotor cuenta con una base metálica, que forma parte de la estructura.

Sobre la base metálica se puede montar una antena de microondas tanto de transmisión terrestre como de transmisión satelital. Estos equipos normalmente se los instala en lugares altos como por ejemplo en las repetidoras donde están las antenas de transmisión. La base giratoria se la puede apreciar en la figura 2.34.



Figura 2.34 Base giratoria (rotor). Por: Microwave, (2014).

2.15 Convertidores Serial a ETHERNET.

Estos convertidores permiten la asociación entre dispositivos con entrada o salida RS232 (Serial), y equipos con conexión RJ45 (Ethernet). En los sistemas de comunicación entre dispositivos resulta necesario aplicar estos convertidores para poder realizar enlaces de diferentes tipos. La figura 2.35 ilustra el convertidor.



Figura 2.35 Convertidor Serial a Ethernet Por: Wave share Electronics, (2013).

La integración entre los dispositivos a través del convertidor con un puerto serie a internet y controlarlo por IP o bien mediante un puerto serie virtual.

2.15.1 Características.

- Las características del convertidor RS232 a RJ45 son:
- Convertidor de alta velocidad y baja potencia
- 10/100M interfaz Ethernet negociación automática.
- Procesador ARM
- Auto MDI/MDIX, apoya soporte de cable cruzado y directo
- Auto-reconexión, proporciona conexión estable.
- Trama de datos del puerto serie es flexible.
- Velocidad de transmisión configurable 15200bps por defecto hasta 30.4 Kbps.
- Modo de trabajo Disponible: Cliente / Servidor TCPTCP / UDP
- Dirección IP de destino y el puerto de comunicación son configurables
- Configurado a través del puerto Ethernet o de serie
- Admite los protocolos: Ethernet, ARP, IP, UDP, TCP
- Software proporcionado: Herramienta / pruebas UDP TCP, herramienta de configuración.
- Temperatura de funcionamiento: -25 ~ industrial 75 ° C.

2.16 Fibra óptica.

Este cable está constituido por uno o más hilos de fibra de vidrio, cada fibra de vidrio consta de:

- Un núcleo central de fibra con un alto índice de refracción.
- Una cubierta que rodea al núcleo, de material similar, con un índice de refracción ligeramente menor.
- Una envoltura que aísla las fibras y evita que se produzcan interferencias entre fibras adyacentes, a la vez que proporciona protección al núcleo. Cada una de

ellas está rodeada por un revestimiento y reforzada para proteger la fibra. La luz producida por diodos o por láser, viaja a través del núcleo debido a la reflexión que se produce en la cubierta, y es convertida en señal eléctrica en el extremo receptor.

- La fibra óptica es un medio excelente para la transmisión de información debido a sus excelentes características: gran ancho de banda, baja atenuación de la señal, integridad, inmunidad a interferencias electromagnéticas, alta seguridad y larga duración.

Su mayor desventaja es su coste de producción superior al resto de los tipos de cable, debido a necesitarse el empleo de vidrio de alta calidad y la fragilidad de su manejo en producción. La terminación de los cables de fibra óptica requiere un tratamiento especial que ocasiona un aumento de los costes de instalación.

La figura 2.39 ilustra el cable de fibra óptica monomodo.



Figura 2.36 Cable de fibra óptica. **Por:** Telconet, (2014).

2.16.1 Diagrama b-v

El diagrama amplía la zona en que se dibujan los modos, y a la vez normaliza los parámetros haciéndolos adimensionales. El parámetro v se llama frecuencia normalizada y el parámetro b recibe el nombre parámetro de guía. (Tomasi, 2003).

2.16.2 Tipos de fibra.

Uno de los parámetros más característicos de las fibras es su relación entre los índices de refracción del núcleo y de la cubierta que depende también del radio del núcleo y que se denomina frecuencia fundamental o normalizada; también se conoce como apertura numérica y es adimensional. Según el valor de este parámetro se pueden clasificar los cables de fibra óptica en dos clases:

Monomodo. Cuando el valor de la apertura numérica es inferior a 2405, un único modo electromagnético viaja a través de la línea y por tanto ésta se denomina monomodo. Sólo se propagan los rayos paralelos al eje de la fibra óptica, consiguiendo el rendimiento máximo, en concreto un ancho de banda de hasta 50 GHz. Puede operar con velocidades de hasta los 622 Mbps y tiene un alcance de transmisión de hasta 100 Km.

Multimodo. Cuando el valor de la apertura numérica es superior a 2405, se transmiten varios modos electromagnéticos por la fibra, denominándose por este motivo fibra multimodo. Las fibras multimodo son las más utilizadas en las redes locales por su bajo coste. Los diámetros más frecuentes 62,5/125 y 100/140 micras. Las distancias de transmisión de este tipo de fibras están alrededor de los 2,4 km y se utilizan a diferentes velocidades: 10 Mbps, 16 Mbps, 100 Mbps y 155 Mbps.

2.16.3 Características generales de la fibra óptica.

Las características generales de la fibra óptica son varias, entre las principales son:

Ancho de banda.- la fibra óptica proporciona un ancho de banda significativamente mayor que los cables de pares (UTP /STP) y el coaxial, aunque actualmente se están utilizando velocidades de 1.7 Gbps en las redes públicas, la utilización de frecuencia saltas (luz visible) permitirá alcanzar los 39 Gbps. El ancho de banda de la fibra óptica permite transmitir datos, voz, video, etc., lo cual lo convierte en un medio muy seguro al momento de transmitir cualquier tipo de señal.

Distancia.- la baja atenuación de la señal óptica permite realizar tendidos de fibra óptica sin necesidad de repetidoras, lo que la vuelve muy eficiente a la hora de escoger el medio de transmisión físico.

Integración de datos.- En condiciones normales, un transmisor de datos por fibra óptica tiene una frecuencia de errores o BER (Bit Error Rate) menor de 10^{-11} . Esta característica permite que los protocolos de comunicación de alto nivel, no necesiten implantar procedimientos de corrección de errores por lo que se acelera la velocidad de transferencia.

Seguridad.- Debido a que la fibra óptica no produce radiación electromagnética, es resistente a las acciones intrusivas de escucha. Para acceder a la señal que circula en la fibra es necesaria partirla, con lo cual no hay transmisión durante este proceso, y puede por tanto detectarse.

Duración.- La fibra óptica es resistente a la corrosión y a las altas temperaturas. Gracias a la protección de la envoltura es capaz de soportar esfuerzos elevados de tensión en la instalación.

La fibra también es inmune a los efectos electromagnéticos externos, por lo que se puede utilizar en ambientes industriales sin necesidad de protección especial. En la figura 2.40 se muestra un esquema de un enlace básico con fibra óptica.

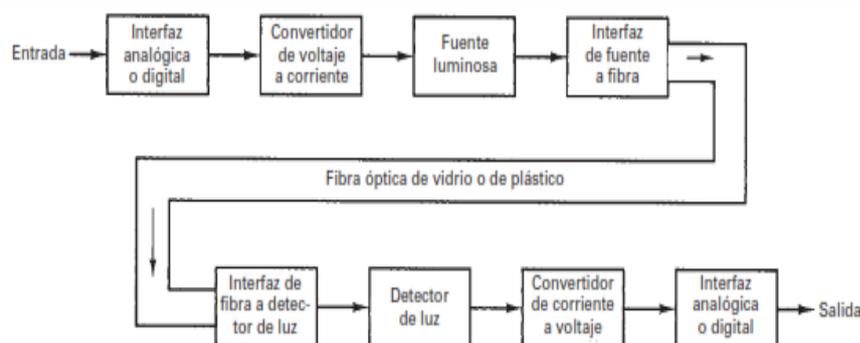


Figura 2.37 Enlace simplificado de comunicaciones con fibra óptica. **Por:** Tomasi. W, (2003), Sistemas de comunicaciones electrónicas, 4ta. Edición.

CAPÍTULO III

3 DESARROLLO DEL TEMA.

3.1 Introducción.

La implementación del proyecto consiste en un sistema elaborado sobre la plataforma de Arduino, previamente conectado por comunicación serial a una computadora donde está instalado el software Labview, desde este ordenador mediante Labview se controla el movimiento de dos motores dentro de una estructura metálica en la cual reposara una antena de transmisión terrestre (microondas) . También se recibirá información del movimiento de la estructura metálica indicando el direccionamiento del mismo, esto es para poder orientar la antena, existirá valores de monitoreo tales como rotación o azimut, elevación, temperatura, humedad, activación de fines de carrera cuando la estructura llegue a su movimiento final tanto de izquierda como de la derecha así como de movimientos de arriba o hacia abajo, grados de posicionamiento de una brújula dando estimaciones de sitios reconocidos dentro de la ciudad como por ejemplo “Terminal terrestre”, Malecón del salado”, también nivel de recepción de un receptor de microondas cuando se está realizando un enlace desde cualquier punto de la ciudad.

De igual forma en la computadora dentro del software Labview se puede controlar el movimiento de una antena de recepción satelital para realizar enlaces con los diferentes satélites a los cuales puede llegar la antena. También se recibirá información del movimiento de esta antena y cuando este dirigiéndose a los diferentes satélites esto se mostrara en el software. El manejo de esta antena es para poder captar las señales de televisión procedentes desde cualquier país o ciudad del planeta.

Lo mencionado en los dos párrafos anteriores se lo explica en el desarrollo del tema, en cuanto a diseños de tarjetas electrónicas a nivel de software y en la elaboración para las pruebas y funcionamiento del proyecto.

3.2 Diagrama de bloques del proyecto.

La representación del proyecto se la realiza en el siguiente diagrama técnico.

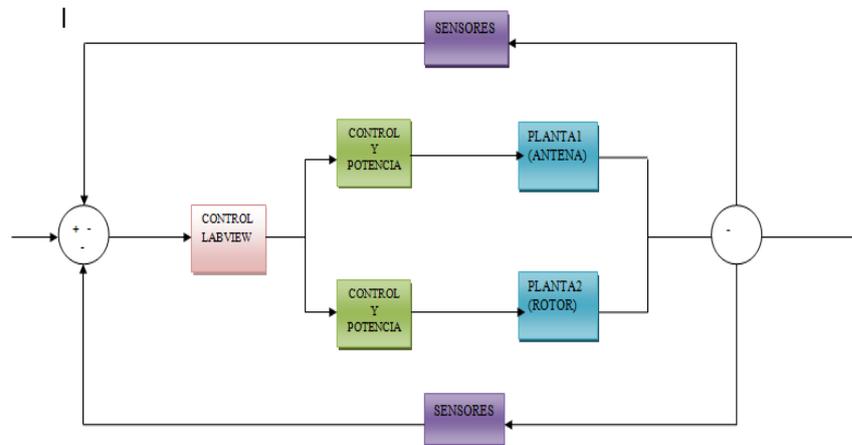


Figura 3.1 Diagrama técnico del proyecto. **Por:** Autoría propia. (2014-2015).

El proyecto cuenta con diferentes etapas:

Etapas de alimentación (fuentes de poder para control y potencia)

Etapas de conversión

Etapas de diseño de tarjetas de control

Etapas de programación y diseño de software

Etapas de transmisión y recepción de datos

Etapas de potencia puentes H.

3.3 Etapas de alimentación.

En esta sección se explica el diseño de las fuentes de alimentación para la parte de control (microcontroladores, Xbee, convertidores, sensores), y para la parte de fuerza (motores), la elaboración de las fuentes para las pruebas de campo.

3.3.1 Fuentes de alimentación sección control.

Para el proyecto se está utilizando convertidores de interfaces tales como convertidores de norma RS232 a RJ45, módulos inalámbricos Xbee Pro,

microcontroladores, sensores, estos dispositivos trabajan con una alimentación de 5v y 3.3v. Se está utilizando amplificadores operacionales en los cuales necesitamos alimentarlos con voltajes de 12v y -12v. Para el diseño de la fuente de control se reúnen los elementos necesarios tales como:

- 1 Transformador de 1 amperio con tap central de 18 voltios
- 3 puentes rectificadores de 1 amperio.
- 4 capacitores electrolíticos de 1000 uf a 35v
- 2 capacitores electrolíticos de 1 uf a 50v
- 2 resistencias de 220 ohmios.
- 2 potenciómetros lineales de 50 k-ohmios.
- 2 transistores LM317k tipo sombrero
- 2 borneras de 2 hilos y 1 de 3 hilos

Previo a pruebas se determina que estos son los elementos necesarios para elaborar las fuentes de control, se necesita para el proyecto 2 fuentes de las mismas características.

Se trabaja con los transistores regulables de la serie LM317k de ajuste positivo para lograr regular los voltajes que se necesitan tales como 5v y 3.3v (Ver figura 3.2)



Figura 3.2 Transistor ajustable positivo LM317k. **Por:** STMicroelectronics, (2014).

Los puentes rectificadores de 1 amperio son los encargados de rectificar el voltaje de entrada (voltaje alterno provenientes del transformador) y transformarlo a voltaje directo, este voltaje será filtrado por un capacitor electrolítico, seguido este voltaje

está presente a la entrada del regulador de voltaje LM317k donde por medio de un arreglo de dos resistencias R_{v1} de 5k-ohmios y R_1 de 220 ohmios y un capacitor electrolítico será ajustado al voltaje necesario, en este caso 5v.

Para obtener los 3.3v en la misma fuente los elementos a usar son muy parecidos a los elementos de la fuente de 5v, siendo en el circuito R_{V2} (5k-ohmios) y R_2 (220 ohmios) junto al capacitor C_4 los elementos para poder ajustar al transistor U_2 . Cuando usamos los reguladores de tensión ajustable en este caso el LM317k, la entrada de tensión tiene que ser de un valor 1.2 y 1.25v por encima de la tensión de salida deseada. Esto debido a que la tensión en la entrada (ADJ) se compara internamente con una tensión de referencia (V_{ref}) que tiene ese valor. La tensión de referencia siempre existe entre los extremos del pin de salida (OUT) y el pin ADJ quien en conjunto con la resistencia que también se conecta desde el pin ADJ hacia la masa del circuito, determinan la corriente que va a pasar por el terminal ADJ. Esto está determinado por la siguiente fórmula.

$$V_{OUT} = V_{ref} * (1 + (R_2/R_1)) + (I_{ADJ} * R_2) \quad (3.1)$$

Como la corriente I_{ADJ} es muy baja se la puede despreciar quedando la fórmula de la siguiente manera:

$$V_{OUT} = V_{ref} * (1 + R_2/R_1) \quad (3.2)$$

Para el caso de la fuente de 5v, la R_1 es de 220 ohmios, para calcular la R_2 nos quedarían los siguientes valores.

$$5 = 1,2(1 + R_2/220)$$

Despejando R_2 nos daría un valor de 696,6 ohmios.

Para este caso y para la fuente de 3,3v usamos potenciómetros como R_2 para poder hacer el ajuste necesario tomando en cuenta que los valores que indican las franjas de las resistencias no son ideales y suelen presentar muchas veces porcentajes de error en cuanto a las mediciones, lo cual puede suceder en el caso de R_1 .

Para el caso de la fuente de 3,3v los valores de la formula varia un poco para determinar el valor de R2, siendo que R1 tiene un valor de 220 ohmios.

$$3,3 = 1,2(1 + R2/220) \quad (3.3)$$

Despejando R2 nos arroja el valor de 385 ohmios.

De igual manera para R2 se usa un potenciómetro para ajustar finamente el voltaje. En el diseño R1 y RV1 forman parte del circuito para regular el transistor U1 a 5v, R1 es de 220 ohmios y RV1 es de 1k, en la fuente de los 3,3v R2 es de 220 ohmios y RV2 es de 1k regulan a transistor U2. Para obtener del mismo transformador un voltaje simétrico de 12v y -12v es necesario trabajar con dos capacitores electrolíticos conectados entre sí en uno de sus extremos positivo y negativo quien también se conecta al tap central del transformador para determinar la masa de esta fuente.

Los extremos positivo y negativo de los capacitores se conectan a la salida del rectificador y para determinar los voltajes negativos y positivos necesarios. (12 y -12vdc). Para obtener a la salida 12 y -12 vdc, se trabaja con un rectificador de onda completa.

$$V_{OUT} (dc) = V_{AC} (\sqrt{2}) \quad (3.4)$$

$$V_{OUT} (dc) = 9 * 1.41421356$$

$$V_{OUT} (dc) = 12.6 \text{ VDC}$$

El transformador es de tap central 9-0-9 vac, ver figura 3.3

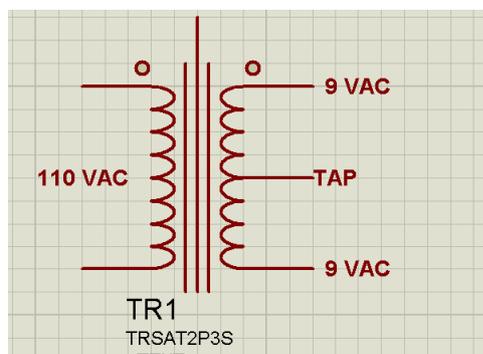


Figura 3.3 Transformador con tap central. Por: Labcenter Electronics, (2014).

3.3.2 Diseño de circuito fuente de control 5vdc, 3.3vdc y (12, -12) vdc.

Para el diseño del circuito estamos utilizando una herramienta muy potente a la hora de simulación y diseño de circuitos. Esta herramienta es el software Proteus donde podemos encontrar cada uno de los elementos de los que se va a necesitar.

A continuación un detalle del diseño en el software Proteus de la fuente en la figura 3.4 y en ares figura 3.5.

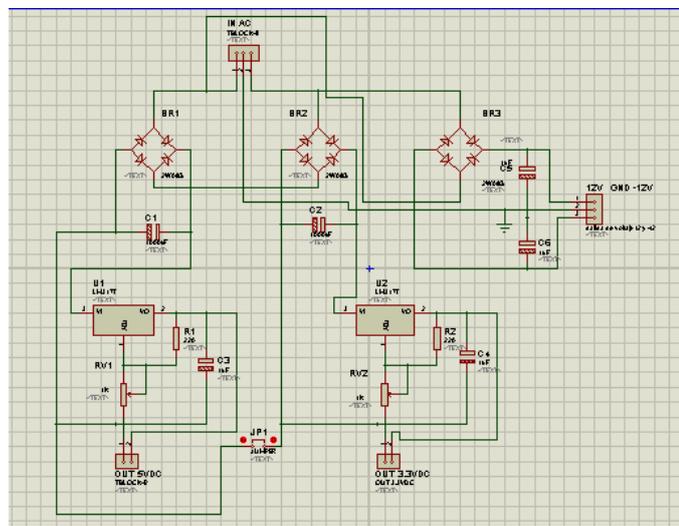


Figura 3.4 Diseño de impresión en Proteus de fuente sección control. **Por:** Labcenter Electronics, (2014).

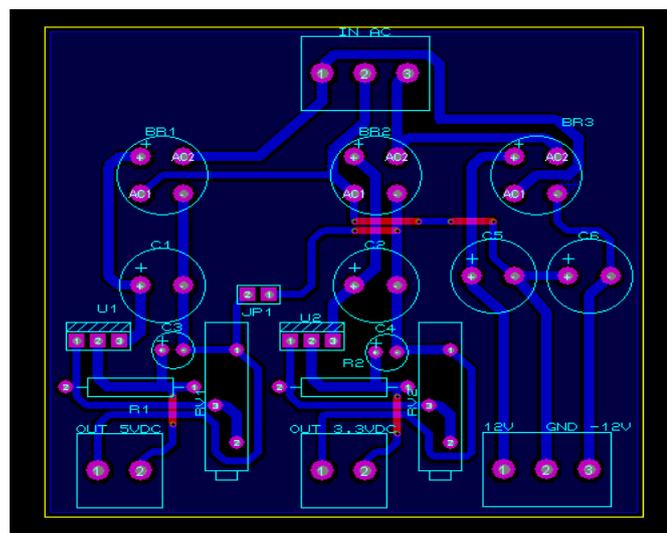


Figura 3.5 Diseño de impresión en Ares de fuente sección control. **Por:** Labcenter Electronics, (2014).

En el primer grafico se muestra el diseño realizado en Proteus 7.8 y más abajo el diseño del impreso en Ares de Proteus.

Para realizar pruebas y mediciones de la fuente de control se elaboran las tarjetas en baquelita, posteriormente el diseño es enviado a la ciudad de Cuenca para su fabricación, en la figura 3.6 la tarjeta fuente para pruebas y su diseño es el siguiente: Se trabaja con una baquelita sin perforar, papel de acetato transparente, percloruro férrico, taladro, brocas, una impresora láser, un recipiente, plancha, estaño, cautín lija fina, diluyente, guantes, pasta para soldar, alambres y los dispositivos electrónicos.

Para el diseño de la tarjeta se imprime el circuito diseñado en Ares de Proteus, esta impresión se la realiza en papel de acetato en una impresora láser como dato importante.

Ya realizada la impresión se corta la baquelita al tamaño del circuito, previamente esta baquelita debe estar totalmente limpia en su parte conductiva, la impresión de acetato se la junta a la baquelita y con una plancha doméstica se la pasa por encima alrededor de 10 minutos, se debe colocar una franela entre la baquelita y la plancha. Cumplido este tiempo, con un poco de agua fría se procede a retirar el acetato debiendo quedar el impreso del circuito impregnado en la baquelita.

Realizada esta acción en un recipiente con agua de preferencia tibia se coloca el percloruro de hierro, previamente cubrirse las manos con guantes para protegerse del químico.

Dentro del recipiente se coloca la baquelita ya con el impreso del circuito y por unos minutos mover en forma circular todo el recipiente hasta que el percloruro retire la parte de cobre de la baquelita que no fue cubierta por el impreso impregnado del acetato.

Después se retira la tinta que quedo sobre las pistas o líneas del circuito con una lija bien fina, para entonces limpiar la tarjeta. Se perforan los agujeros para soldar los

elementos electrónicos y con un cautín, pasta para soldar y estaño se colocan los dispositivos electrónicos en la tarjeta impresa, luego se limpia para retirar los residuos que pudieran existir con un poco de diluyente y un cepillo.

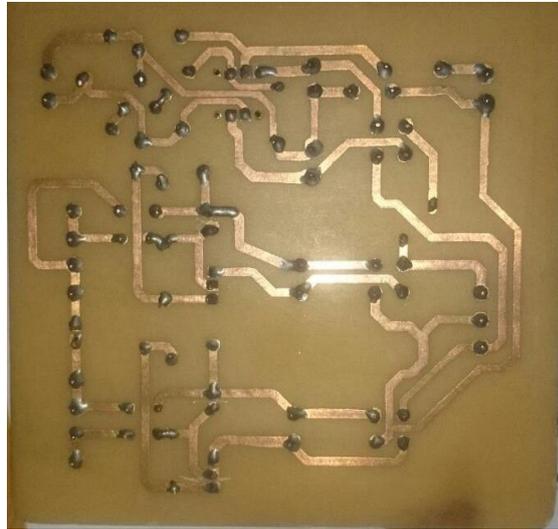


Figura 3.6 Impreso de tarjeta de sección control. **Por:** Autoría propia, (2014-2015).

Finalmente se conecta a la tarjeta mediante borneras el transformador reductor, se energiza y se calibran los potenciómetros lineales para ajustar a los dos transistores y regular los voltajes que se necesitan cuales son 5v y 3.3v, lo ilustrado en la figura 3.7. La tarjeta definitiva para el proyecto se la ilustra en la figura 3.8



Figura 3.7 Fuente de sección control para pruebas de proyecto. **Por:** Autoría propia, (2014-2015).



Figura 3.8 Fuente de sección control. Por: Smelektroniks, (2015).

3.3.3 Fuente de alimentación sección potencia.

Para la etapa de potencia se trabaja con dos motores de 100v de corriente continua, de 83 revoluciones por minuto (RPM), 1/29 Hp, cabe indicar que por requerimiento de la empresa donde se realiza el proyecto no se trabajara con los motores a su máximo voltaje, sino al 50% aproximadamente de su capacidad.

Declarada esta particularidad se realiza el diseño de la fuente para la parte de potencia o fuerza.

Los dispositivos a eléctricos y electrónicos son los siguientes:

- 1 transformador de 4 amperios con dos salidas una con tap central y la otra salida normal de 2 hilos
- 2 rectificadores de 4 amperios.
- 1 rectificador de 1 amperio.
- 2 filtros
- 1 transistor LM317k
- 1 resistencia 330 ohmios
- 1 potenciómetro lineal de 10kohmios.
- 1 bornera de 5 hilos
- 1 borneras de 2 hilos
- 1 bornera de 3 hilos

De la misma manera como en el diseño de la fuente de control se emplea el transistor LM317t con la finalidad de regular un voltaje de 5v necesarios para la fuente de poder de potencia para aplicarlos a las tarjetas impresas de los puentes H, donde se explicara más adelante.

Para este caso el transformador tiene dos salidas una con tap central de 16-0-16 vac y otro salida de 56 vac. Para los 56vac se los conecta al primer rectificador de onda completa de 4 amperios y obteniendo:

$$\begin{aligned} V_{OUT} (dc) &= V_{AC} (\sqrt{2}) & (3.5) \\ V_{OUT} (dc) &= 56 (\sqrt{2}) \\ V_{OUT} (dc) &= \approx 78 \text{ vdc} \end{aligned}$$

De la salida con tap central se trabaja con el tap y una línea, conectados a un rectificador de onda completa este voltaje es filtrado y después regulado por U1 en conjunto con R1 y R2, R1 toma el valor de 220 ohmios y se calcula R2:

$$\begin{aligned} V_{OUT} &= V_{ref} * (1 + R2/R1) & (3.6) \\ 5 &= 1.2(1 + R2/220) \\ R2 &= 696.6 \text{ ohmios.} \end{aligned}$$

Estos 5 voltios se los utiliza en las 2 tarjetas Puente H del cerro del Carmen. De igual manera en la salida del transformador con tap central se usan las dos líneas, estas van conectadas directamente a un rectificador de onda completa de 4 amperios, este voltaje es para el trabajo de los motores. El resultado en la fórmula 3.4:

$$\begin{aligned} V_{out} (dc) &= V_{AC} (\sqrt{2}) & (3.7) \\ V_{out} (dc) &= 35 (\sqrt{2}) \\ V_{out} (dc) &= \approx 50 \text{ vdc.} \end{aligned}$$

Las 2 motores del rotor están trabajando a 50 vdc, siendo su máxima capacidad de 100 vdc, pero por pedido de la empresa estos deben trabajar al 50% de su capacidad.

De la misma manera como en las tarjetas de control se diseña una tarjeta fuente de fuerza para pruebas y mediciones, terminado el diseño en Ares se imprime sobre el papel de acetato, siendo el mismo procedimiento a realizarse con el método del planchado luego se retira el papel acetato con un poco de agua fría, se sumerge en el percloruro la baquelita con el circuito impregnado, se espera hasta que la parte de cobre que no cubre el impreso sea quitado de la baquelita, se procede a limpiar con un poco de diluyente o alcohol lo restante del impreso donde únicamente debe quedar las pistas.

Terminados estos procedimientos se perfora la tarjeta y se suelda los dispositivos electrónicos, en la figura 3.11 se muestra la fuente de poder de fuerza para pruebas y en la figura 3.12 la fuente de poder para fuerza final del proyecto. Para regular el voltaje a la salida del regulador LM317t a 5v se calibra el potenciómetro lineal RV1.



Figura 3.11 Fuente de poder sección fuerza para pruebas. **Por:** Autoría propia, (2014-2015).



Figura 3.12 Fuente de poder final del proyecto para fuerza. **Por:** Smelektroniks, (2015).

3.4 Etapa de conversión.

En esta etapa se describe el funcionamiento de la etapa de conversión. En el proyecto existe una etapa de conversión la cual consiste en unos módulos convertidores de interfaz. Se emplea para la parte de control del rotor del cerro del Carmen, dos tipos de convertidores. Estos convertidores son de 2 tipos:

- Convertidor de RS232 A RJ45 (comunicación serial a Ethernet).
- Convertidor de RJ45 a Fibra óptica.

3.4.1 Convertidor de RS232 a RJ45.

Uno de estos convertidores estará situado en la planta principal (canal uno) y el otro convertidor en las instalaciones del cerro del Carmen. Para el proyecto se están usando dos convertidores. Para establecer el enlace entre los dos módulos se trabaja con el software USR-TCP232-SETUP, el primer módulo como servidor y el segundo como cliente, de esta manera se logra la negociación entre módulos, pudiendo ambos dispositivos enviar y recibir información.

Se le asignan direcciones ip dentro de una misma red y la velocidad de transmisión entre ambos. Estas configuraciones se las realiza desde una computadora para luego conectar los módulos entre sí, totalmente independiente del ordenador. En la figura 3.13 se muestra la configuración de los módulos con el software USR-TCP232-SETUP desde una computadora.

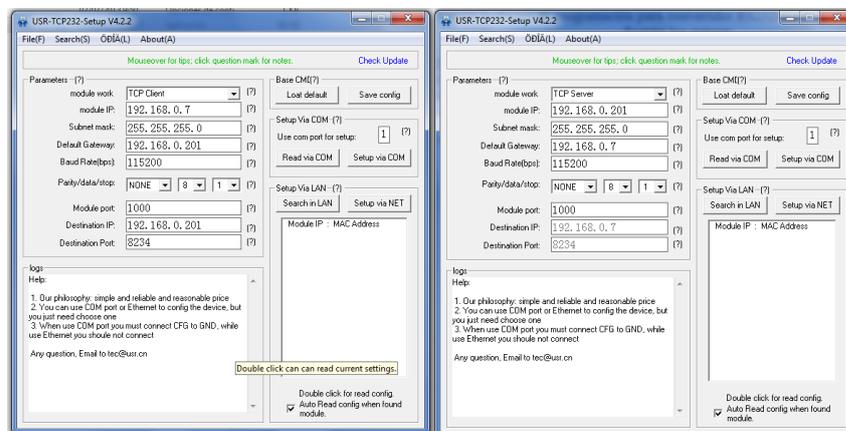


Figura 3.13 Software de programación para convertidor RS232-RJ45. Por: USR-TCP232-SETUP, (2014).

De acuerdo al gráfico de la figura 3.14 se configura el primer módulo como cliente, con una dirección ip 192.168.0.7, con una máscara de red 255.255.255.0 a una velocidad de transmisión de 115200 bps.

Toda información que llega a este dispositivo será enviado a otro dispositivo igual con un direccionamiento ip 192.168.0.201, siendo el segundo módulo convertidor quien tendrá esta ip en modo servidor. La comunicación se establece y se puede enviar y recibir información desde ambos convertidores.

En la figura 3.14 se comprueba desde un ordenador el envío de datos de igual manera la recepción.

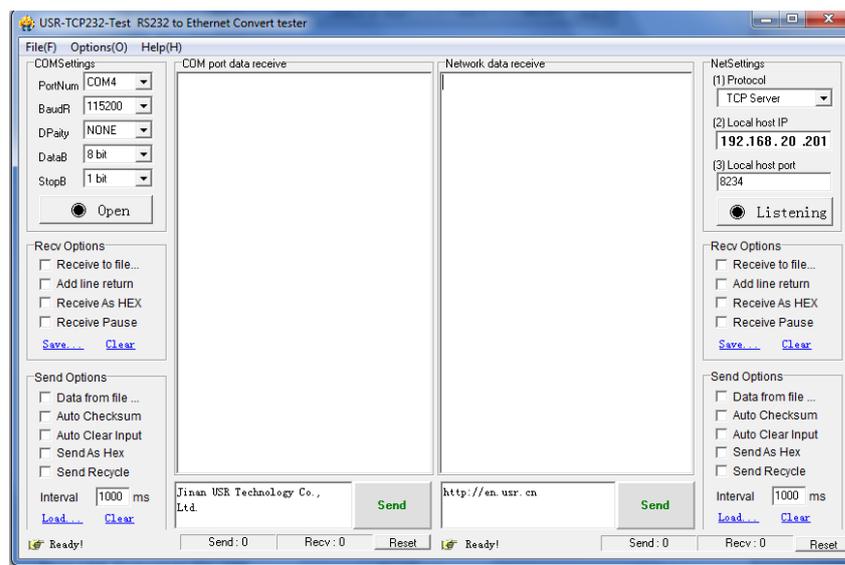


Figura 3.14 Pruebas de envío y recepción de datos en convertidor. **Por:** USR-TCP232-SETUP, (2014).

Se establece las configuraciones tales como velocidad de transmisión, paridad, bit de parada. Para realizar este proceso se necesita de un switch o un router previamente conectados los dos módulos convertidores y una computadora para ejecutar el software, esta prueba se la realiza como prueba final después de realizar las respectivas configuraciones, también se puede conectar algún dispositivo adicional como un microcontrolador directo al convertidor y según la programación establecida en el integrado poder visualizarla en la computadora pasando por el convertidor RS232 a RJ45.

3.4.2 Convertidor de RJ45 a Fibra.

Para el proyecto se están usando dos convertidores de interfaces los cuales están ubicados uno en el cerro del Carmen y el segundo en la planta principal, tienen funciones adicionales tanto de transmisor como receptor comúnmente denominado transceiver, es decir, envían y reciben información en ambos sentidos RJ-45 a Fibra óptica y Fibra óptica – RJ45. Para el proyecto se trabaja con el convertidor TPLINK modelo MCS111, quien tiene un solo conector de fibra óptica por donde se recibirá y emitirá información.

El MC111CS es un convertidor de medios diseñado para convertir la fibra 100BASE-FX a los medios de cobre 100Base-TX o viceversa. Diseñado bajo IEEE 802.3u 10 / 100Base-TX y las normas 100Base-FX, el MC111CS está diseñado para su uso con cable de fibra de modo único que utiliza el conector SC-Type, transmitirá a distancias de fibra óptica extendidas que utilizan fibra monomodo hasta 20 kilómetros.

Los dos convertidores en el proyecto tiene la función de transportar la información a través de sus interfaces para que continúen sus destinos sea hacia el cerro del Carmen o hacia la planta principal. La figura 3.15 muestra al convertidor de RJ45 a fibra óptica.



Figura 3.15 Convertidor de fibra a Ethernet. Por: Tplink, (2014).

3.5 Diseños y funcionamientos de tarjetas impresas de control.

En esta sección se realiza el diseño de las tarjetas de control ubicadas en diferentes áreas del proyecto.

Las mencionadas son las siguientes:

1. Tarjeta central de comunicaciones
2. tarjeta de comunicaciones de cerro del Carmen
3. Tarjeta de comunicaciones de la antena de recepción satelital.

Cada tarjeta aloja una cantidad de dispositivos electrónicos los necesarios para lograr el trabajo deseado.

3.5.1 Tarjeta central de comunicaciones.

En este módulo están los dispositivos de control y monitoreo para el rotor del cerro del Carmen y de la antena de recepción satelital, es la tarjeta que físicamente estará conectada a un ordenador desde donde se realiza el trabajo en común para los dos equipos a controlar. El detalle de lo mencionado en la figura 3.16.

A continuación el detalle de los elementos y dispositivos que contiene esta tarjeta:

Dispositivos:

- 1 módulo Xbee-Pro S1
- 1 Convertidor RS232 - RJ45

Elementos:

- 1 microcontrolador ATMEGA 2560
- 1 integrado MAX232
- 9 diodos leds
- 5 capacitores electrolíticos 10uf/16v
- 13 resistencias de varios valores

- 10 base socket, borneras.
- 1 cuarzo
- 3 capacitores cerámicos
- 5 filtros de 1uf / 50v

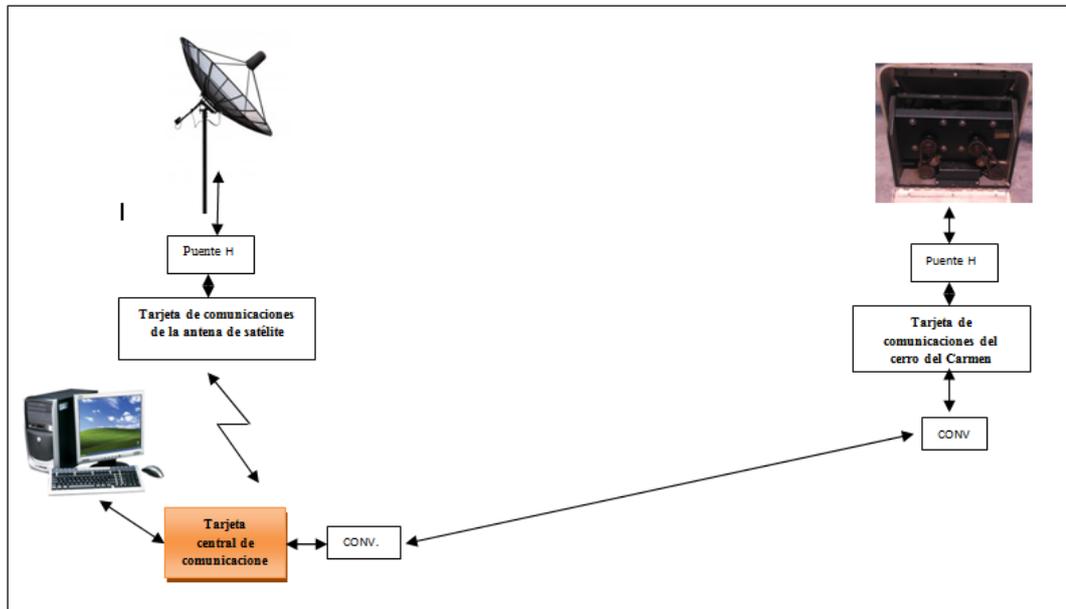


Figura 3.16 Ubicación de tarjeta central de comunicaciones. **Por:** Autoría propia, (2014-2015).

3.5.2 Funcionamiento

Este es el módulo principal de control encargado de recibir información de las tarjetas de control del cerro del Carmen y de la antena de satélite.

La comunicación del ordenador con el rotor en el cerro del Carmen y la antena de satélite en la terraza se logra a través del integrado ATMEGA 2560, este microcontrolador está provisto de 4 parejas de puertos para comunicación serial. Una de estas parejas se conecta hacia el módulo Xbee pro S1, para enviar y recibir los datos procesados de forma inalámbrica. La segunda pareja de pines de comunicación serial están destinados hacia el ordenador para la comunicación con el software y otra pareja de pines hacia el convertidor RS232 a RJ45 para la transmisión por fibra óptica. En el ordenador se encuentra instalado el software Labview, desde donde se realizan todas las operaciones del proyecto. El microcontrolador recibe información

del módulo Xbee-pro, información de un sensor de temperatura para verificar el medio en el cual está operando la tarjeta de control de la antena de satélite en caso sea necesario activar algún medio de protección, también se recibe información de un sensor de nivel, para determinar la inclinación de la antena con la finalidad de verificar hacia a donde está dirigida, con esto se puede dar una ubicación de algún satélite en caso se desee alinear.

El microcontrolador también recibe información a través de un convertidor serial-Ethernet, se reciben señales de sensores de temperatura y humedad, posicionamiento de una brújula, posicionamiento horizontal y vertical del rotor en el cerro de Carmen, lectura de corriente del motor de giro horizontal del rotor, este es muy necesario ya que estará en constante funcionamiento a diferencia del motor vertical el cual trabajara muy poco, niveles de ganancia de un receptor, el cual está recibiendo algún enlace de microondas en cualquier punto de la ciudad. Esta información a igual que las recibidas en el módulo Xbee-pro son enviadas al ordenador y graficadas en Labview, desde donde también se puede enviar señales de control hacia cualquiera de los dos dispositivos (antena de satélite y rotor), para generar el movimiento de estos según la necesidad del operador.

La plataforma Arduino fue la necesaria para programar estos integrados. El atmega2560 se muestra en la figura 3.17.



Figura 3.17 Atmega 2560. **Por:** Atmel, (2014).

A continuación se menciona unas cuantas características del ATMEGA2560:

El alto rendimiento, microcontrolador RISC de bajo consumo Atmel 8 bits AVR combina la memoria 256KB ISP flash, 8 KB de SRAM, EEPROM 4KB, 86 de propósito general de E / S líneas, registros de trabajo 32 de propósito general, contador de tiempo real, seis temporizador flexibles / contadores con comparan modos, PWM, 4 USARTs, interfaz serial de 2 hilos orientado a bytes, convertidor de 10 bits de 16 canales A / D, y una interfaz JTAG para depuración on-chip. El dispositivo logra un rendimiento de 16 MIPS a 16 MHz y funciona entre 4.5 a 5.5 voltios.

Mediante la ejecución de instrucciones potentes en un solo ciclo de reloj, el dispositivo logra un rendimiento que se acerca 1 MIPS por MHz, equilibrando el consumo de energía y velocidad de procesamiento.

3.5.3 Diseño en Proteus de tarjeta central de comunicaciones.

Para el diseño de la tarjeta impresa se lo realiza desde Proteus, el método es igual al diseño las tarjetas de las fuentes de alimentación. Se reúnen los elementos desde la lista de componentes, se enlazan los elementos tales como resistencias, integrados, capacitores, diodos leds. En la figura 3.18 se muestra la tarjeta de control.

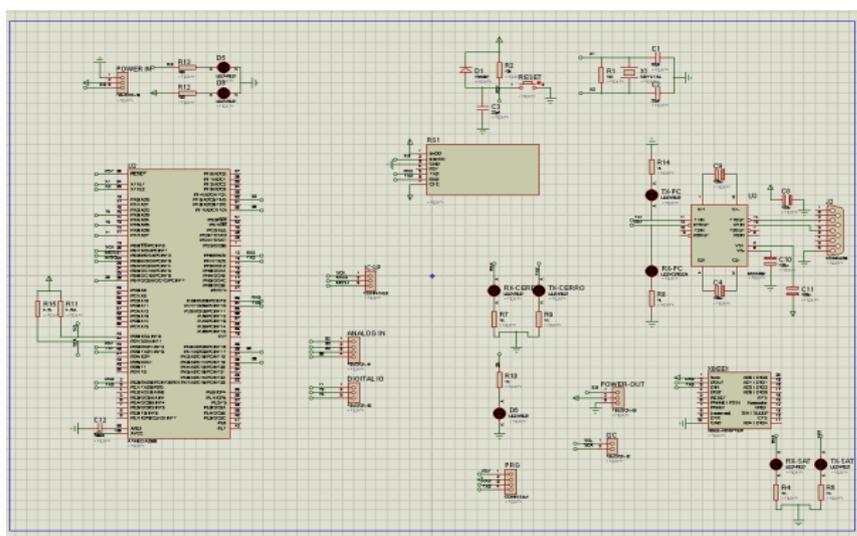


Figura 3.18 Tarjeta central de comunicaciones. Por: Labcenter Electronics, (2014).

3.5.4 Diseño en Ares de tarjeta central de comunicaciones

Dentro de Proteus se empieza a trabajar en Ares, en esta sección se empieza a realizar el impreso de la tarjeta con todos sus elementos. La figura 3.19 muestra el diseño en ares de la tarjeta comunicaciones. Se ubica de la mejor manera los elementos para compactar la tarjeta.

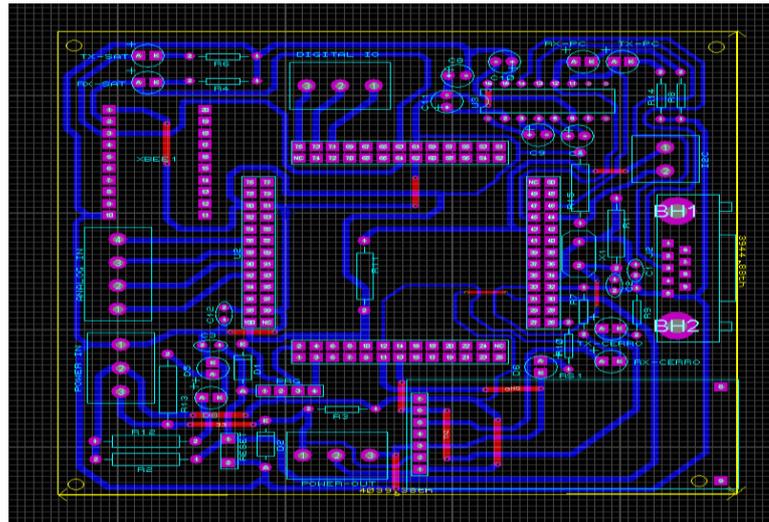


Figura 3.19 Diseño en Ares de tarjeta central de comunicaciones. **Por:** Labcenter Electronics, (2014).

3.5.5 Diseño de la tarjeta central de comunicaciones.

Este diseño es realizado para ejecutar pruebas de software y mediciones de sensores, cabe mencionar que el diseño final de las tarjetas electrónicas serán elaboradas con personas especializadas partiendo de los diseños propios realizados en Proteus y Ares.

Terminado el circuito en Ares, se imprime en una impresora láser con papel acetato o papel fotográfico, esta es la mejor manera de obtener buenos resultados. Este papel es adjuntado a la baquelita y luego se aplica sobre estos una superficie caliente durante unos 15 minutos, después se retira el acetato de la baquelita aplicando una franela húmeda, se seca y recubre alguna imperfección que pueda existir en la tarjeta con un marcador permanente punta fina sobre las pistas o líneas que forman el

circuito impreso. Luego se sumerge en percloruro de hierro por algunos minutos, hasta que en la tarjeta este presente únicamente las pistas. Se limpia con un poco de alcohol para retirar todos los residuos presentes y finalmente se perfora la baquelita con una broca semejante al diámetro de los elementos que serán instalados sobre esta. En la figura 3.20 está el diseño de la tarjeta de comunicaciones para realizar y pruebas mediciones de sensores. La figura 3.21 muestra el diseño final de la tarjeta central de comunicaciones.



Figura 3.20 Tarjeta central de comunicaciones para pruebas y mediciones. **Por:** Autoría propia, (2014).

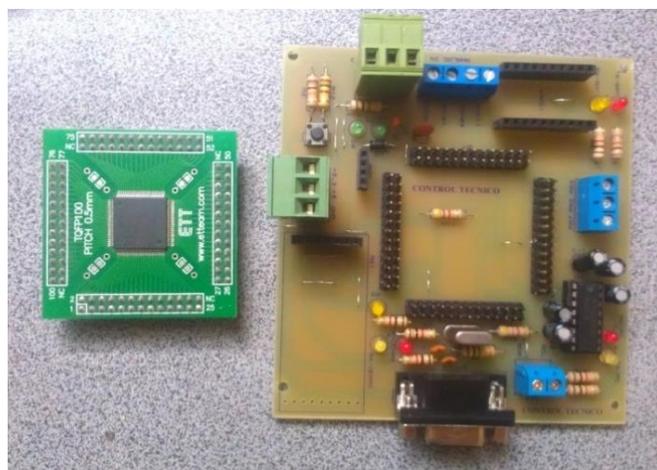


Figura 3.21 Tarjeta central de comunicaciones final. **Por:** Smelektroniks, (2015).

3.6 Tarjeta de comunicaciones de cerro del Carmen.

Esta tarjeta está instalada en el cerro del Carmen para la recepción y envío de datos hacia la planta principal (Canal Uno situado en la Av. Francisco de Orellana).

Sensores tales como brújula, sensor de temperatura, sensor de humedad, potenciómetros, fines de carrera, llegan a esta tarjeta a un integrado microcontrolador de la serie ATMEGA 328P, este se encargara de recibir la información de los sensores procesarlos y enviarlos hacia la planta.

Los elementos y dispositivos usados en esta tarjeta son:

Dispositivos:

- 1 convertidor RS232 a RJ45 (Serial a Ethernet).
- 1 convertidor de RJ45 a Fibra óptica (Ethernet a Fibra).

Elementos:

- 1 integrado ATMEGA 328P
- resistencias de varios valores, potenciómetros lineales.
- capacitores cerámicos
- 1 diodo rectificador
- diodos leds
- 9 borneras
- 1 pulsador
- 1 integrado LM324

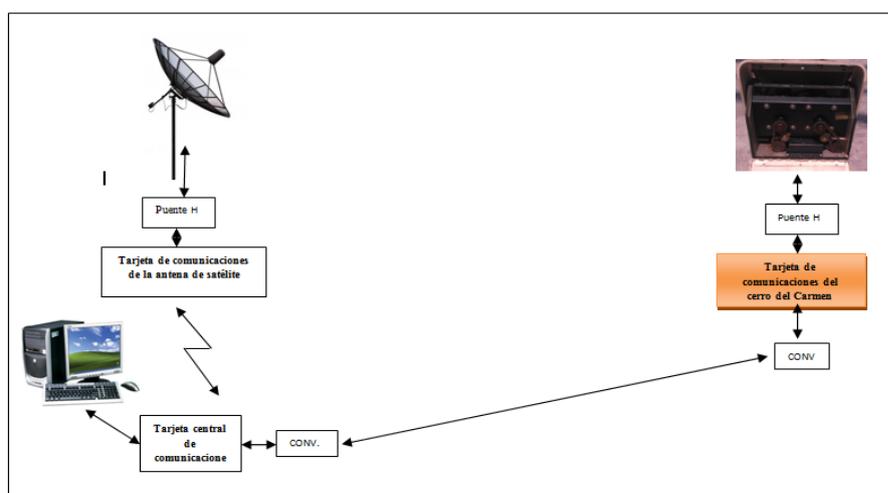


Figura 3.22 Ubicación de tarjeta de control del cerro del Carmen. **Por:** Autoría propia, (2014-2015).

3.6.1 Funcionamiento.

Esta tarjeta cuenta con un microcontrolador de la serie ATMEGA328p, el cual está preparado para recibir información desde el rotor el cual está a 50 metros de altura del integrado, el rotor lleva consigo una brújula electrónica el cual se conecta por medio de comunicación I2C, dos potenciómetros lineales que en el microcontrolador llegan como sensores análogos, dos fines de carrera para detener a los motores del rotor y que cuentan en el micro como sensores digitales.

Adjunto a la tarjeta de control dentro de la misma área donde estará ubicada, el cual es en una caseta de control, estará ubicado un sensor de temperatura y humedad el cual llega al micro como dato digital, de igual forma está instalado un sensor de corriente para tomar lecturas del movimiento del motor horizontal del rotor cuando esté trabajando esto se logra a través de un arreglo de integrados operacionales en modo amplificador no inversor y sumador, el integrado en función es el LM324N, y por último se recibe información de un receptor de microondas, el cual al estar en funcionamiento su sensor analógico activara un panel de diodos leds, indicando los niveles de recepción, esta información pasa a través de un amplificador operacional para ajustar los niveles de voltaje necesarios y lograr las lecturas tanto en el sensor de corriente como en el de ganancia.

Recopilada todas estas señales, son enviadas hacia la tarjeta de control principal en la planta principal y mostrada en un ordenador, desde donde se generan señales de control el cual viaja de retorno hacia el atmega328p del cerro del Carmen con la finalidad de generar funcionamiento en el movimiento del rotor.

En caso por algún tipo de fallo en esta parte explicada se creó un sistema de contingencia manual para el funcionamiento del rotor el cual esto provisto de pulsadores y selectores, adicional una pantalla led para visualizar el trabajo del rotor en modo manual.

Esta sección es explicada más adelante para tener un mayor entendimiento.

3.6.2 Diseño en Proteus de tarjeta de comunicaciones del cerro del Carmen.

De igual manera como en el apartado 3.5.3, en Proteus se diseña este circuito, se reúnen los elementos necesarios para formar el diagrama. Se realiza el trazado de los puntos a unir o también existe la opción de hacerlo por medio de terminales que es manera de establecer uniones.

En la figura 3.23 se muestra el diseño en Proteus de la tarjeta de comunicaciones del cerro del Carmen.

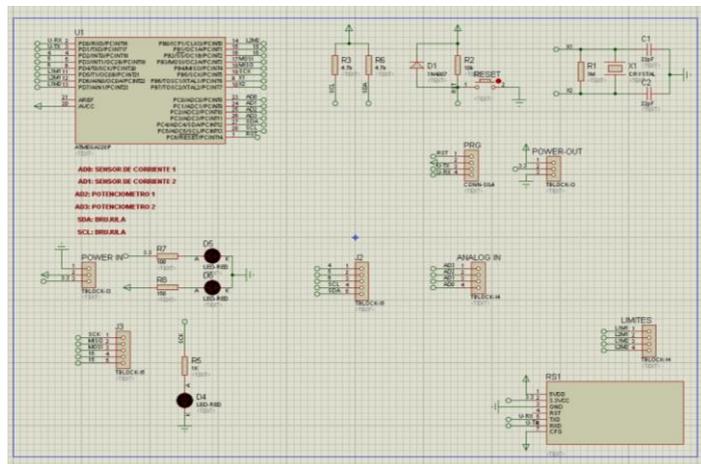


Figura 3.23 Diseño en Proteus de tarjeta de comunicaciones del cerro del Carmen. **Por:** Labcenter Electronics, (2014).

3.6.3 Diseño en Ares de tarjeta de comunicaciones del cerro del Carmen.

Terminado el diagrama en Proteus se pasa a elaborar el circuito en Ares, se bosqueja el diseño y se procura reducir espacios para que la tarjeta sea lo más compacta. En la figura 3.24 se muestra el diseño.

Este es el entorno de Ares en Proteus donde se desarrolla la arquitectura del circuito. Las líneas azules reflejan las pistas como va a quedar, el cuadrado amarillo es para determinar el tamaño de la tarjeta, los puntos color rosados determina los puntos por donde van a perforar la baquelita para instalar los elementos donde serán soldados. Terminado estos procedimientos se realizan los mismos pasos del apartado 3.5.4

3.7 Tarjeta de comunicaciones de la antena de recepción satelital.

Este módulo está instalado en la terraza de la planta principal, junto a la antena de satélite, esta recibirá información desde la tarjeta principal de comunicaciones a través de un medio inalámbrico usando módulos Xbee pro S1. Trabaja con un microcontrolador de la serie ATMEGA 328P a quien le llegaran información de sensores, esta información será procesada y enviada a través del módulo Xbee hacia otro módulo xbee situado a unos 10 metros de manera inalámbrica. La ubicación de esta tarjeta se lo muestra en la figura 3.27. Los dispositivos y elementos a usar son:

Dispositivos:

1 módulo Xbee Pro S1

Elementos:

1 microcontrolador ATMEGA 328P, 1 sensor giroscópico, 1 transistor LM35

Resistencias de varios valores, 1 transformador de 1 Amperio

1 cuarzo de 16 MHz.

3 diodos leds, capacitores cerámicos.

1 diodo rectificador, borneras.

1 pulsador, 1 ventilador (fan cooler) de 12v, 1 optoacoplador 4n25

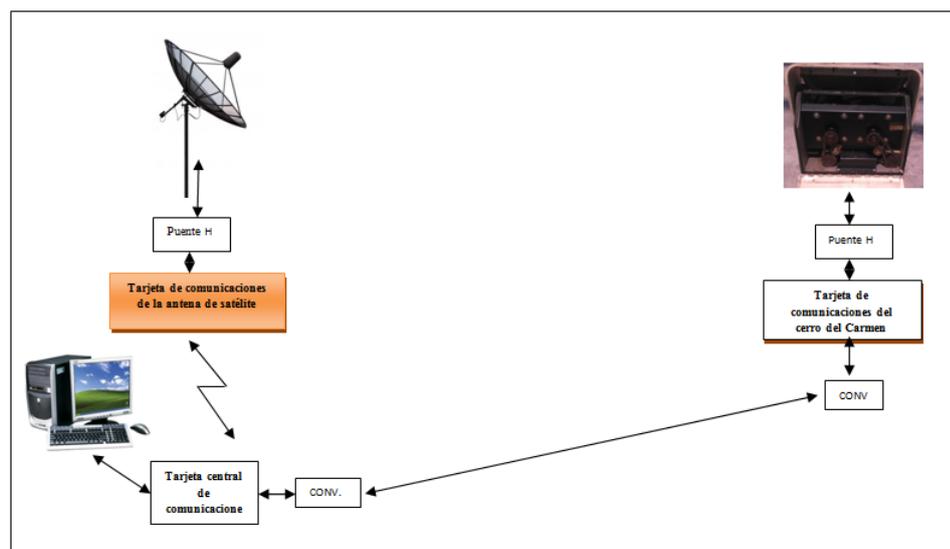


Figura 3.27 Tarjeta control de la antena de satélite. **Por:** Autoría propia, (2014-2015).

3.7.1 Funcionamiento.

Esta tarjeta situada en la terraza de la planta principal lleva consigo un microcontrolador atmega328p, encargado de recibir información de la inclinación de la antena de satélite a través de un giroscopio y del medio donde está instalada la tarjeta a través de un transistor LM35, para poder controlar un sistema de ventilación para su protección en caso fuera necesario. Se recibe la información y se envía al microcontrolador atmega2560 en la tarjeta de control principal de manera inalámbrica por medio de los módulos Xbee-pro, uno de estos dispositivos está instalado junto a la tarjeta de control de la antena y el otro modulo esta junto a la tarjeta de control principal con el atmega2560.

Se muestra gráficamente en Labview donde también se pueden generar ordenes de movimiento de la antena para captar un nuevo satélite dentro de la capacidad que permite la antena.

3.7.2 Diseño en Proteus de tarjeta de comunicaciones de la antena satelital

Se reúnen los elementos en Proteus, se personaliza el Xbee pro S1 y las borneras según las necesidades. Se crea el circuito se unen las líneas que forman el diagrama. El diseño de la tarjeta de comunicaciones de la antena satelital se lo puede ilustrar en la figura 3.28.

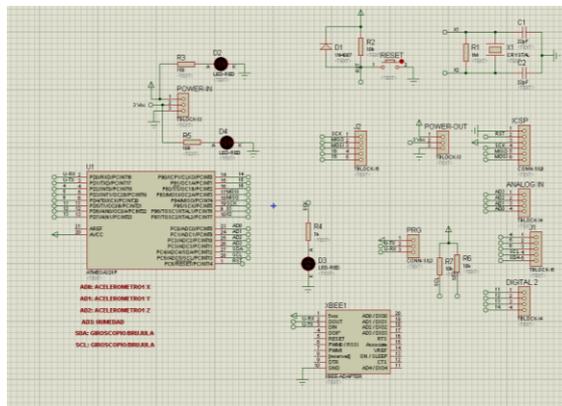


Figura 3.28 Diseño en Proteus de tarjeta de control de la antena satelital. **Por:** Labcenter Electronics, (2014).

3.7.3 Diseño en Ares de tarjeta de comunicaciones de la antena satelital.

El diseño realizado en Proteus de esta tarjeta se lo pasa a Ares, aquí en esta sección se realiza el trazado del circuito de cómo va a quedar finalmente en el momento de introducir la baquelita en el percloruro.

La bornera Power In es para recibir el voltaje de alimentación de la tarjeta, la bornera Power Out en caso sea necesario enviar el mismo voltaje de alimentación de la tarjeta hacia algún otro dispositivo o elemento fuera de la tarjeta.

Las borneras digital 2 es para conectar una tarjeta de fuerza **Puente H**, esta tarjeta es la que determina el giro de los motores según sea necesario. Las restantes borneras son para recibir algún tipo de sensores analógicos o digitales según el trabajo requerido.

Finalmente para el desarrollo de las tarjetas impresas del módulo de comunicación de la antena satelital se emplea lo escrito en el apartado 3.5.3. El diagrama realizado en ares se lo muestra en la figura 3.29, la figura 3.30 ilustra el diseño pero para pruebas y mediciones de sensores, finalmente en la figura 3.31 está presente la tarjeta definitiva para el proyecto.

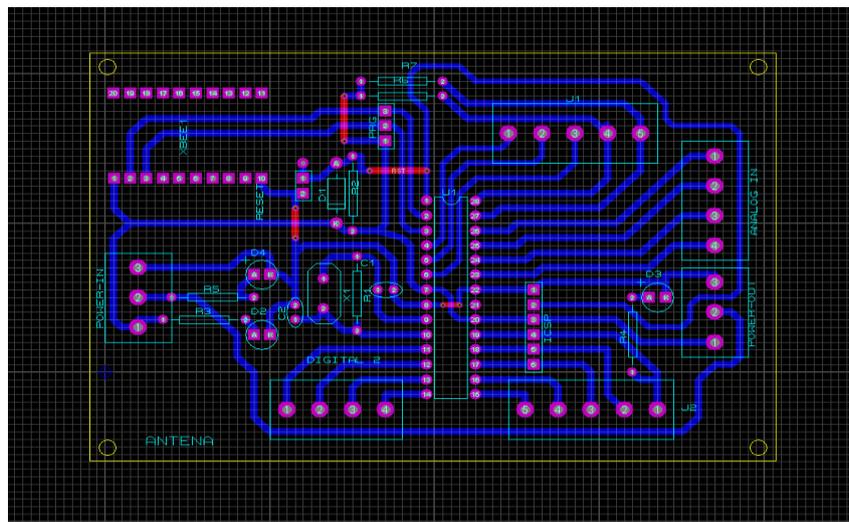


Figura 3.29 Diseño en Ares de tarjeta de comunicaciones de la antena satelital. **Por:** Labcenter Electronics, (2014).



Figura 3.30 Tarjeta para pruebas de control de la antena de recepción satelital. **Por:** Autoría propia, (2014).



Figura 3.31 Tarjeta final para el control de la antena de recepción satelital. **Por:** Smelektroniks, (2015).

3.8 Etapa de transmisión y recepción de datos.

Se refiere al modo de cómo será enviada la información desde un punto a otro. Cabe recordar que en el proyecto existe el medio físico y medio inalámbrico de emisión y recepción de datos. El medio de transmisión del proyecto se lo puede revisar en la figura 3.32.

El medio físico de transmisión en el cual trabaja el proyecto es fibra óptica que va desde la planta principal hacia el cerro del Carmen.

El medio inalámbrico del proyecto comprende desde la planta principal y su terraza donde reposa la antena de recepción satelital.

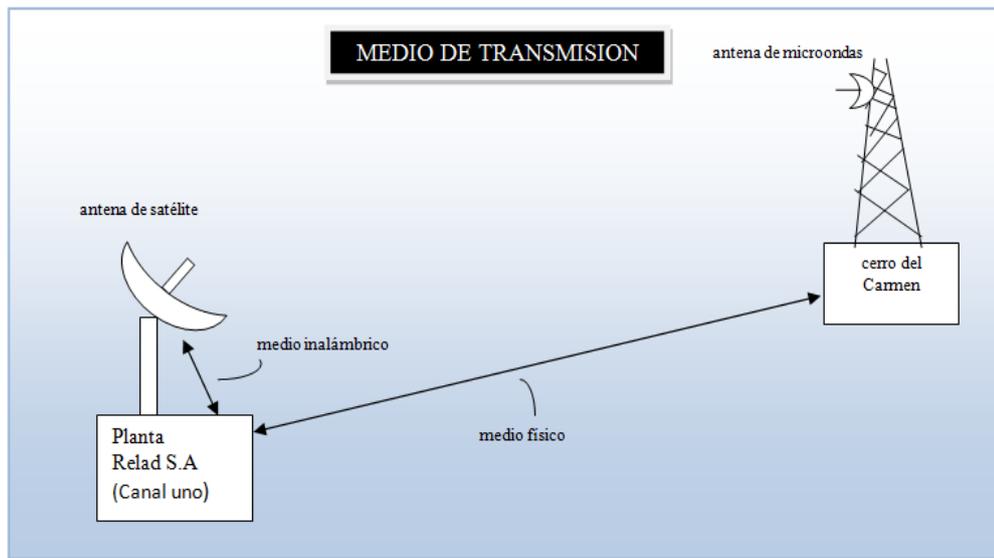


Figura 3.32 Medio de transmisión. Por: Autoría propia, (2014).

3.8.1 Medio físico de transmisión y recepción de datos.

Este medio corresponde a la comunicación que se establece entre la planta principal y la caseta que está en el cerro del Carmen. La distancia que cubre la fibra óptica es de aproximadamente 3,5 km a través de ductos, entre los dos puntos mencionados.

El enlace se realiza desde un ordenador en la planta principal hacia el rotor ubicado en el cerro del Carmen, el microcontrolador ATMEGA2560 recibe información serial desde la computadora y luego por medio de convertidores de interfaces es transmitida a través de la fibra óptica hacia el cerro del Carmen. La comunicación serial ó RS232 consiste en el envío de un bit de manera secuencial, esto quiere decir un bit de información a la vez, a una velocidad de 9600 baudios, paridad ninguna, tamaño de byte 8 y bit de parada 1.

El ATMEGA2560 fue programado con las mismas características mencionadas, velocidad, paridad, tamaño de byte y bit de parada para establecer una correcta comunicación.

La información que recibe el microcontrolador también es enviada de forma serial a un convertidor Serial- Ethernet donde serán convertidos los datos UART

(comunicación serial) datos de tipo TCP/UDP (Ethernet) o viceversa. Seguidamente estos datos son enviados a otro dispositivo convertidor de Ethernet a Fibra óptica en este dispositivo el medio es convertido del medio 100BASE-TX (cobre) a medio óptico 100BASE-FX o viceversa dependiendo del flujo de los datos ya que es un medio FULL-DUPLEX.

La información que fluye por el medio óptico de tipo monomodo viajara a una distancia de 2 km (desde la planta a el cerro del Carmen), donde serán recibidos por un segundo convertidor de fibra a Ethernet donde el proceso será invertido es decir el medio óptico será convertido a medio de cobre, 100BASE-FX a 100BASE-TX, seguido tenemos otro convertidor de Ethernet a Serial (RJ45 a RS232), donde los datos pasaran de tipo TCP/UDP a UART. Los datos UART llegan a un microcontrolador de la serie ATMEGA328P, los datos son recibidos y procesados para ejecutar órdenes, a su vez en el cerro del Carmen están instalados sensores cuya información viaja de regreso a la planta principal. Por tal motivo se mencionaba que el medio estaba trabajando a Full-Duplex. El detalle más específico se lo puede revisar en la figura 3.33.

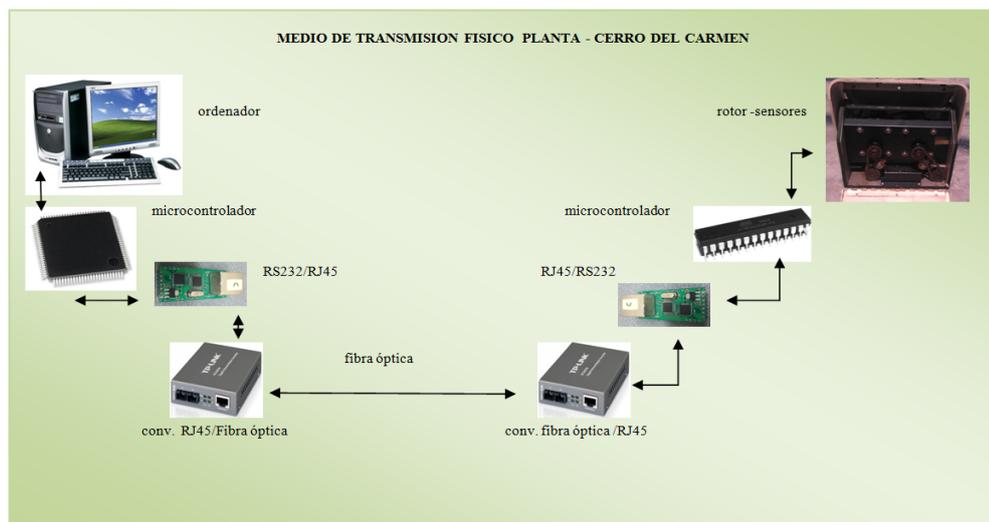


Figura 3.33 Medio de transmisión físico (fibra óptica). Por: Autoría propia, (2014).

Es necesario que los microcontroladores estén sincronizados para evitar posibles colisiones y conflictos ya que la comunicación es FULL DUPLEX, para esto los ATMEGA328P envían su información en paquete de datos con cabeceras únicas que

el ATMEGA2560 reconocerá y determinará a que tarjeta pertenece dicha información.

De igual manera el ATMEGA2560 enviará paquete de datos de control hacia los ATMEGA328P para cumplir las funciones que serán determinadas por el usuario en el ordenador. En la figura 3.34 un detalle de los datos desde el ATMEGA328P hacia EL ATMEGA2560.

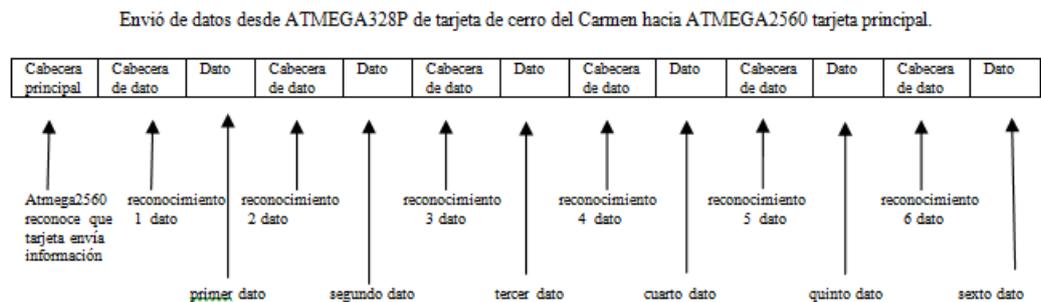


Figura 3.34 Envío de información desde Atmega328p del cerro del Carmen al ATMEGA2560. **Por:** Autoría propia, (2015).

Para el caso de ambos medios el ATMEGA2560 recibe información de los dos microcontroladores ATMEGA328P, reconoce y direcciona los datos hacia el ordenador, cada ATMEGA328P envía una cabecera de reconocimiento para que sus datos sean procesados correctamente. En la figura 3.35 se muestra lo explicado.

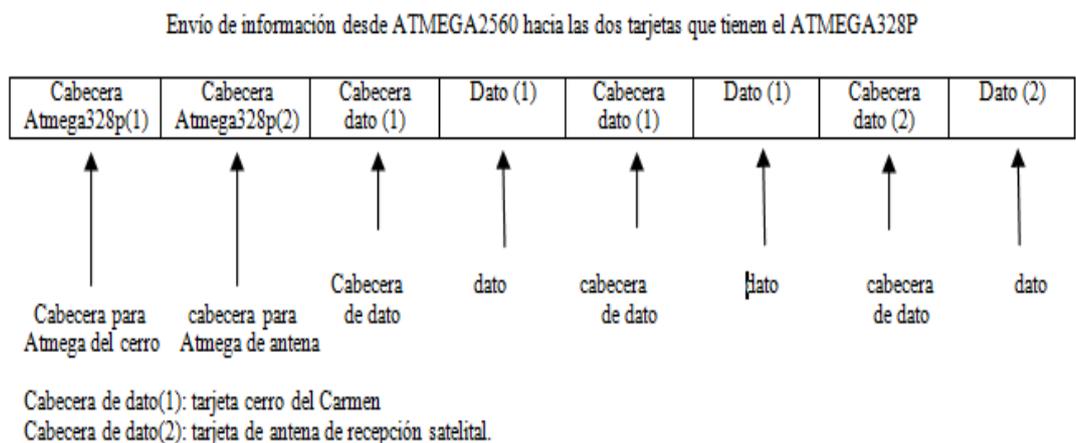


Figura 3.35 Envío de información desde Atmega2560 hacia los ATMEGA328P. **Por:** Autoría propia, (2015).

3.8.2 Medio inalámbrico de transmisión y recepción de datos.

El medio inalámbrico en la tesis corresponde al trabajo que tiene que desarrollar el ordenador con la antena de recepción satelital. La antena está situada en la misma planta principal en la parte de la terraza. La comunicación entre el ordenador y la antena se logra por medio de dos módulos Xbee Pro S1, estos módulos tienen la capacidad de transmitir inalámbricamente información dependiendo de su potencia un rango de distancia.

El primer módulo está junto al microcontrolador ATMEGA2560 quien también trabaja en el medio físico de transmisión y recepción de datos. De igual manera como en el medio físico, desde el ordenador se pueden enviar instrucciones y recibir información de monitoreo de la situación actual de la antena de recepción satelital, esto significa hacia a que satélite está dirigida. Generada la instrucción desde el ordenador a través de Labview, estos datos pasan por el microcontrolador donde son procesados y enviados de manera serial asincrónico hacia el primer módulo Xbee Pro S1. El módulo Xbee lleva consigo una parte programable donde se puede según las necesidades realizar implementaciones, para este caso solo se usa el medio, es decir se reciben los datos y se envían de manera inalámbrica hacia un segundo módulo xbee Pro S1 situado junto a la antena de satélite. Los dos Xbee están trabajando en modo Full Duplex, para poder enviar y recibir información ya que el proyecto lo requiere. La información que recibe el segundo módulo Xbee provenientes del primer módulo es enviada al microcontrolador ATMEGA328P de las mismas características del que está ubicado en el cerro del Carmen, de manera serial.

El microcontrolador es el encargado de procesar la información y generar órdenes finales de control hacia una tarjeta electrónica de fuerza denominado puente H para lograr mover la antena de satélite.

La banda de operación en el que se trabaja el medio inalámbrico es de 2.4 GHz en este caso punto a punto, pudiendo trabajarse si fuera necesario punto a multipunto.

En la figura 3.36 se ilustra el funcionamiento de los módulos xbee-pro S1.

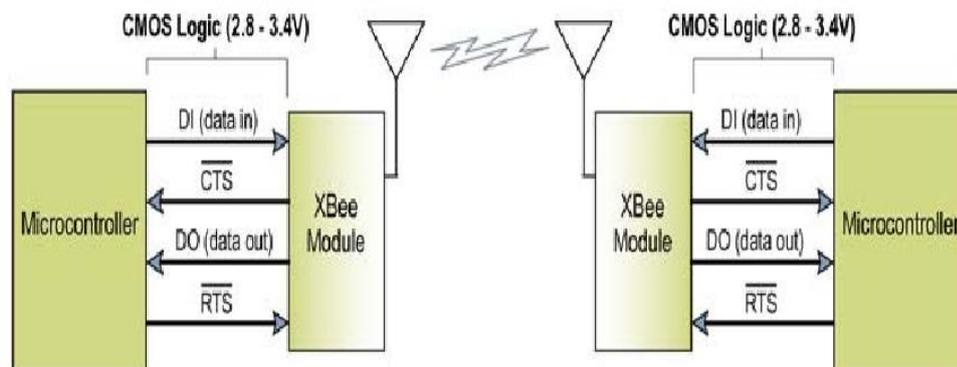


Figura 3.36 Transmisión inalámbrica de módulos Xbee Pro s1. **Por:** Xbee-Pro, (2013). Recuperado de: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/Zigbee/XBee-Datasheet.pdf>

El medio de transmisión inalámbrico con el detalle de todos sus componentes se lo puede revisar en la figura 3.37 y el flujo de datos desde el atmega328p hacia la tarjeta de control principal donde reposa el atmega2560 se lo puede revisar en la figura 3.38.

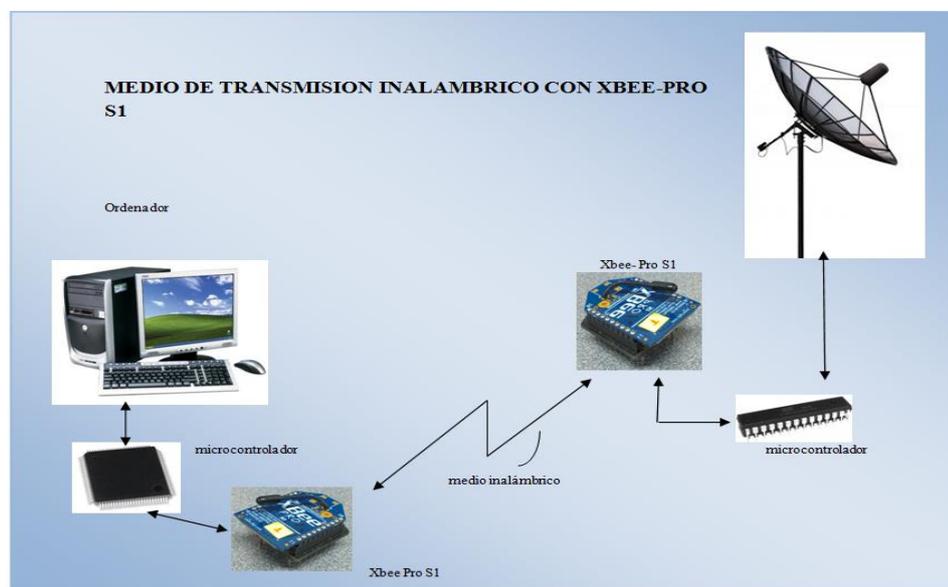


Figura 3.37 Transmisión inalámbrica de módulos Xbee Pro s1. **Por:** Autoría propia, (2014).

La trama enviada desde el Atmega328P hacia el Atmega2560 lleva consigo información de la temperatura del medio donde está instalado el microcontrolador.

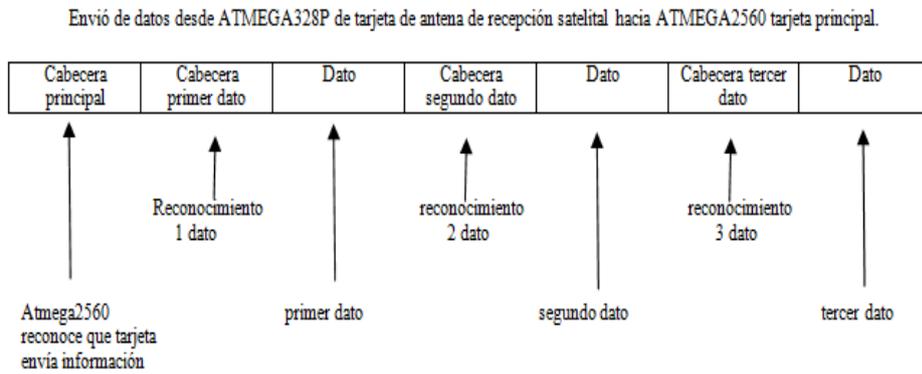


Figura 3.38 Envío de información desde Atmega328p antena de recepción satelital al ATMEGA2560. **Por:** Autoría propia, (2014).

3.9 Etapa de potencia puente H.

La etapa de potencia corresponde a los módulos puente H, los cuales son los encargados de hacer girar a los motores que trabajan con corriente directa (DC), estos módulos son controlados por medio tres entradas que vienen directamente de los microcontroladores donde se trabaja con lógica positiva, es decir un 1 lógico corresponde a 5v y un 0 lógico corresponde a 0v.

Si se requiere hacer girar a un motor, una entrada siempre será conexión a tierra y las otras dos estarán alternándose entre 1 lógico y 0 lógico según el giro del motor (véase figura 3.39).

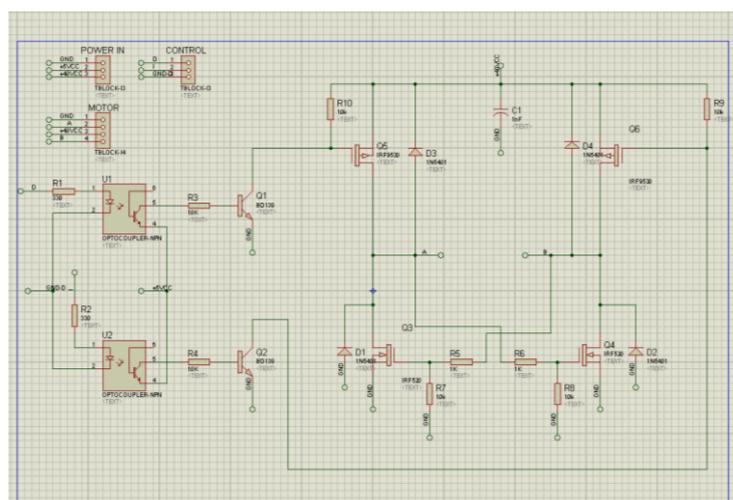


Figura 3.39 Puente H con MOSFET. **Por:** Labcenter Electronics, (2014).

En el diseño del puente H, se está trabajando con los siguientes elementos:

2 MOSFETs canal N

2 MOSFETs canal P

2 Transistores BD139

2 Optoacopladores 4N25

2 resistencias de 330 ohmios

6 resistencias de 10 k-ohmios

2 resistencias de 1k-ohmios

4 diodos rectificadores de 3 amperios

1 borneras de 4 pines

2 bornera de 3 pines

La presencia de optoacopladores en el diseño es por la razón de separar la parte de control de la parte de fuerza.

3.9.1 Funcionamiento.

En las tarjetas de los puentes H, están 3 borneras, dos de 3 contactos y una de dos contactos. Una de las borneras de 3 contactos recibe el nombre de POWER IN, a quien le llegaran los voltajes de la fuente de fuerza, estos voltajes son el +B, 5 voltios y la masa de la fuente.

La segunda bornera de 3 contactos recibe el nombre de bornera de control, la cual tiene la función de recibir órdenes de control desde el microcontrolador atmega2560 para el funcionamiento de la antena de satélite y del microcontrolador atmega328p para el funcionamiento del rotor en el cerro del Carmen, para el funcionamiento del puente H. Para esto en el pin 3 de esta bornera siempre estará conectada a la masa del integrado, mientras que los pines 1 y 2 según el trabajo requerido un 1 ó 0 lógico dependiendo de los movimientos que se desean en los dispositivos. Finalmente una última bornera de 2 contactos, la cual está ubicada a la salida del puente H y conectan al motor. La tabla característica que tiene la entrada de control para su respectivo trabajo es la siguiente:

Tabla 3.1

Tabla entrada de control puente H

Pin 1	Pin 2	Pin 3	Motor giro
5v	0v	gnd	→
0v	5v	gnd	←
0v	0v	gnd	Detenido
5v	5v	gnd	No existe

Nota: Por medio de estos valores se controla el giro del motor. **Por:** Autoría propia, (2014).

En la tabla 3.1 se determina el funcionamiento el giro de los motores tanto del rotor como el de la antena de satélite. En la figura 3.40 se muestra la tarjeta del puente H.

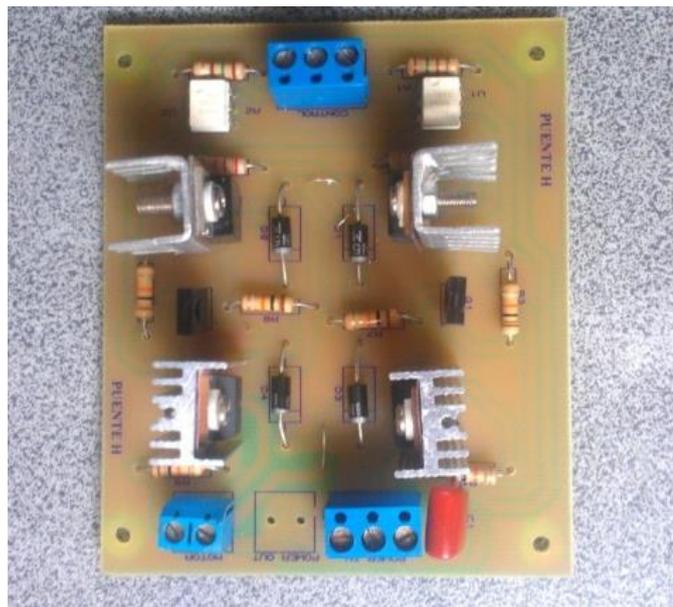


Figura 3.40 Tarjeta de fuerza puente H. **Por:** Smelektroniks, (2015).

En el puente H se pueden realizar tres estados a explicar.

- Motor detenido
- Polarización directa
- Polarización inversa

3.9.2 Motor detenido.

En este modo no existe un nivel lógico alto, en la bornera de control que está conectada al microcontrolador directamente, en la tabla 3.8.1 ítem 3 se refleja lo mencionado.

Al no existir nivel lógico alto los diodos emisores de luz de los optoacopladores no se activan por tal motivo la salidas no funcionan, al no recibir ningún tipo de señal las bases de los transistores Q1 y Q2 estos no están trabando, de igual manera los colectores de Q1 y Q2 se conectan a los MOSFETs Q5 y Q6 los dos de tipo P a las resistencias R9 y R10, tal que al no estar activados ninguno de los dos transistores Q1 y Q2, las resistencias R9 y R10 polarizan directamente a Q5 y Q6 con el +B de la fuente. Al no estar activados los MOSFETs no existirá flujo de corriente hacia el resto del circuito por lo tanto los MOSFETs Q3 y Q4 no se activan, quedando la salida A-B sin energía.

3.9.3 Polarización directa.

Se denomina polarización directa cuando se polariza desde el microcontrolador a la bornera de control pin1 (1 lógico) y pin 2 (0 lógico), el pin 3 siempre estará conectado a la tierra o masa del microcontrolador.

El funcionamiento es el siguiente:

Desde el microcontrolador se envía un 1 lógico en el pin 1 y 0 lógico en el pin 2 de la bornera de control, pasa un voltaje hacia el ánodo del diodo emisor de luz del optoacoplador U1 a través de la resistencia R1 quien limita la corriente. Como el cátodo de U1 está conectado a la tierra del microcontrolador se cierra el circuito y se activa al diodo de manera que genera luz y logra activar al fototransistor del mismo U1. En los emisores tanto de U1 como de U2 se los conecta a 5v quien los genera la fuente para circuitos de fuerza de manera que una vez que el fototransistor conduce consume la mayoría de los 5v de fuerza pero entrega el voltaje suficiente a la resistencia R3 para generar una corriente que active la base del transistor Q1 en

modo de trabajo de corte, para esto R10 quien polariza la compuerta de Q5 con el +B de la fuente; en el momento que actúa con Q1 se produce una caída de voltaje en la compuerta de Q5 activando el flujo de corriente del mismo. En este momento el punto A que conecta al primer terminal del motor, le llega la tensión +B a través de Q5.

El Drenador de Q5 se conecta a un divisor de voltaje entre R6 y R8, la salida de este circuito conecta a la compuerta de Q4 activándolo, permitiendo cerrar el circuito en el punto B que conecta al segundo terminal del motor, logrando que este gire en un sentido. En la figura 3.41 se ilustra lo explicado.

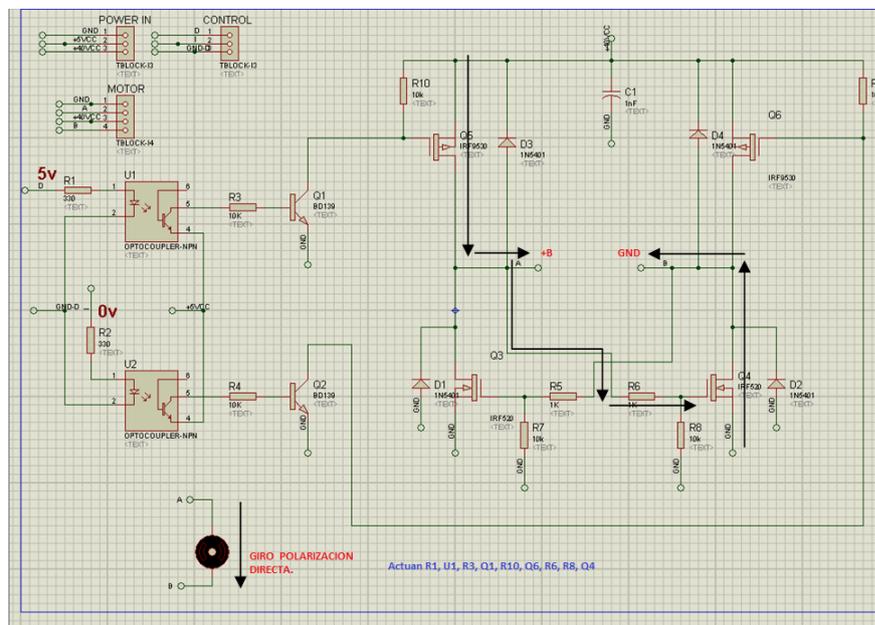


Figura 3.41 Polarización directa. Por:
Labcenter Electronics, 2014.

3.9.4 Polarización inversa.

Se denomina polarización directa cuando se polariza a la bornera de control pin 1 (0 lógico) y pin 2 (1 lógico), el pin 3 siempre estará conectado a la tierra o masa del microcontrolador.

El funcionamiento es el siguiente:

Desde el microcontrolador se envía un 0 lógico en el pin 1 y 1 lógico en el pin 2 de la bornera de control, pasa un voltaje hacia el ánodo del diodo emisor de luz del

optoacoplador U2 a través de la resistencia R2 quien limita la corriente. Como el cátodo de U2 está conectado a la tierra del microcontrolador se cierra el circuito y se activa al diodo de manera que genera luz y logra activar al fototransistor del mismo U2. En los emisores tanto de U1 como de U2 se los conecta a 5v quien los genera la fuente para circuitos de fuerza de manera que una vez que el fototransistor conduce consume la mayoría de los 5v de fuerza pero entrega el voltaje suficiente a la resistencia R4 para generar una corriente que active la base del transistor Q2 en modo de trabajo de corte, para esto R9 quien polariza la compuerta de Q6 con el +B de la fuente; en el momento que actúa con Q2 se produce una caída de voltaje en la compuerta de Q6 activando el flujo de corriente del mismo. En este momento el punto B que conecta al segundo terminal del motor, le llega la tensión +B a través de Q6.

El Drenador de Q6 se conecta a un divisor de voltaje entre R5 y R7, la salida de este circuito conecta a la compuerta de Q3 activándolo, permitiendo cerrar el circuito en el punto A que conecta al primer terminal del motor, logrando que este gire en sentido contrario al caso expuesto en el apartado 3.8.2.

El detalle de lo expuesto en la figura 3.42.

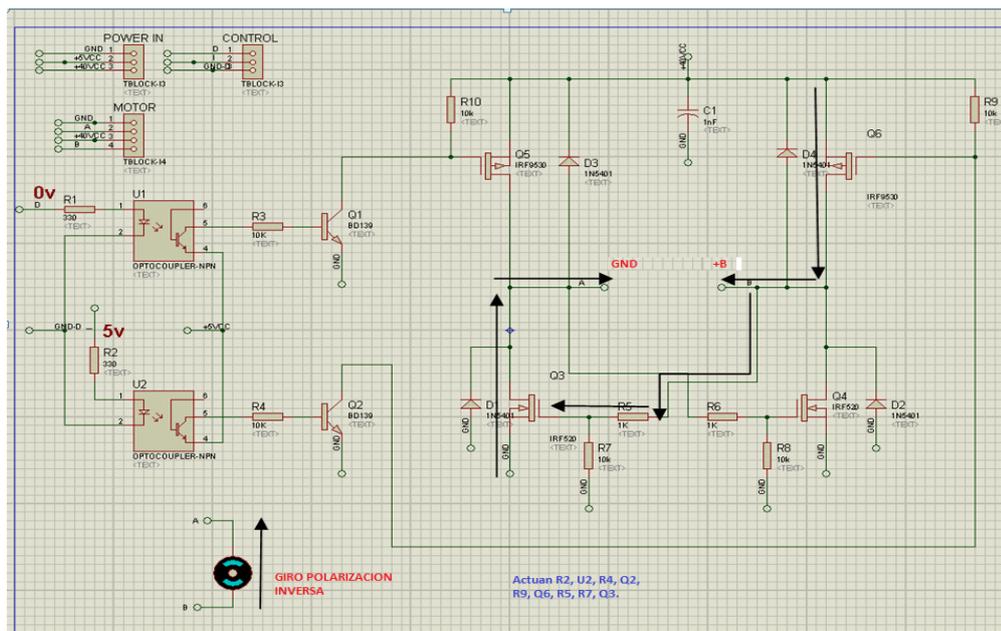


Figura 3.42 Polarización inversa. Por:
Labcenter Electronics, 2014.

3.10 Sistema de contingencia manual del proyecto.

El proyecto tiene un sistema de contingencia manual en caso de algún tipo de fallo en la parte automática, esto ayuda a que el sistema funcione en cualquiera de los casos. La parte automática es todo lo explicado en cuanto a funcionamiento de los microcontroladores. Para el rotor, su sistema de contingencia está ubicado en la caseta del cerro del Carmen. Mediante la selección del tipo de trabajo a través de un selector se logra activar el modo manual o automático.

Al trabajar en modo manual, el selector que cambia a cualquiera de los dos estados, deshabilita la parte de control del microcontrolador no así la parte de monitoreo a su vez envía una señal para habilitar un juego de relés, los cuales cortan el paso de energía hacia los dos puentes H en su entrada y salida de voltaje y dan paso al funcionamiento de dos botoneras y dos selectores guías que indican la dirección de los motores dentro del rotor. La parte manual consta también de una pantalla LCD la cual indica valores de movimiento del dispositivo y la lectura del sensor de temperatura instalado en la caseta. También se encuentran presente dos luces pilotos una que indica el fin de carrera del motor que permite girar en sentido horizontal a cualquiera de sus dos lados, la segunda luz realiza el mismo trabajo para el motor que mueve en sentido vertical al rotor. En la figura 3.43 se muestra el control manual-automático del rotor.

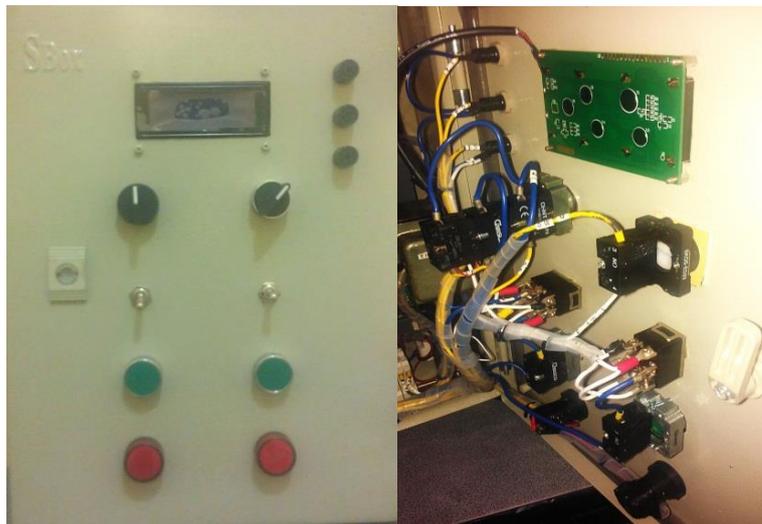


Figura 3.43 Control manual-automático para el rotor **Por:**
Autoría propia, (2015).

En la figura 3.44 se muestra el diagrama de conexiones manual-automático del rotor.

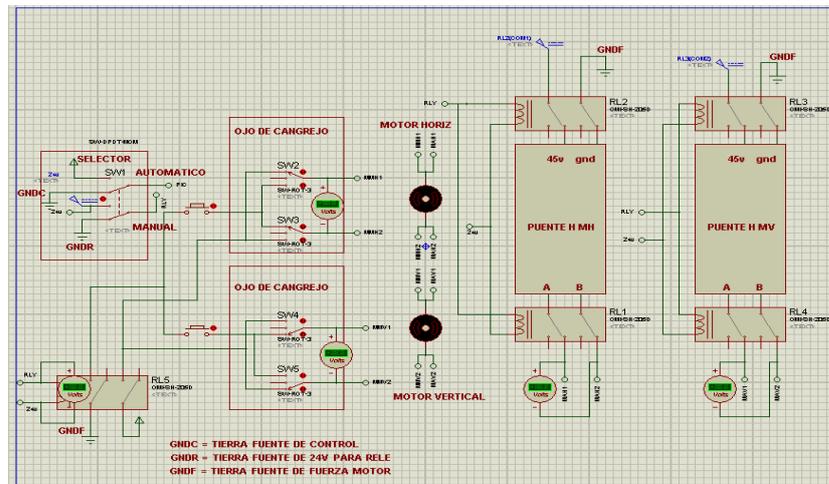


Figura 3.44 Diagrama de conexión para el control manual-automático del rotor. **Por:** Labcenter Electronics, (2014).

Los fines de carrera ubicados en el rotor detienen a los motores cuando estos llegan a sus límites sea inferior o superior, activando las luces pilotos. En la figura 3.45 se muestra el diagrama de conexión de los fines de carrera y los motores.

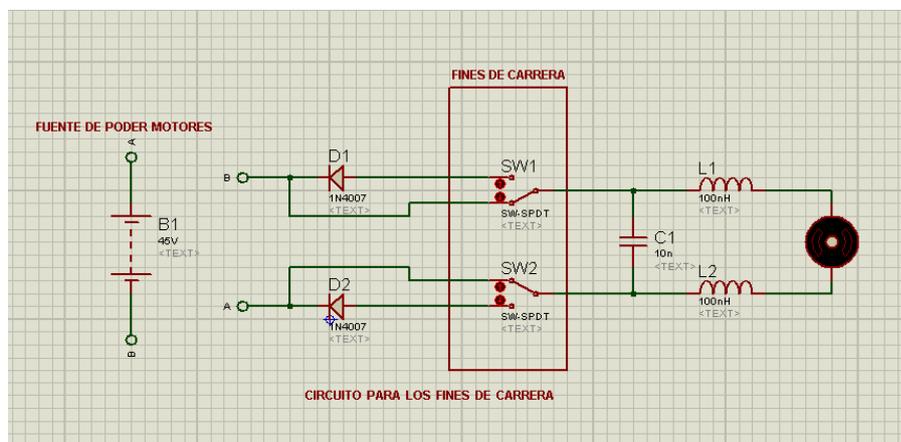


Figura 3.45 Diagrama de conexión de los fines de carrera del rotor. **Por:** Labcenter Electronics, (2014).

Para el control manual de la antena de satélite, existen de igual manera un selector de dos posiciones que indican el control automático o manual, el selector en la posición manual activa un juego de relés, cortando el paso de voltaje hacia la parte de fuerza del puente H (control automático) y habilita de igual manera como en el rotor a dos botoneras que controlan el movimiento del motor de la antena.

En la figura 3.46 se muestra el control manual de la antena de satélite.



Figura 3.46 Mando manual de control para la antena de satélite. **Por:** Autoría propia (2015).

El diseño del diagrama del mando manual esta explícito en la figura 3.47.

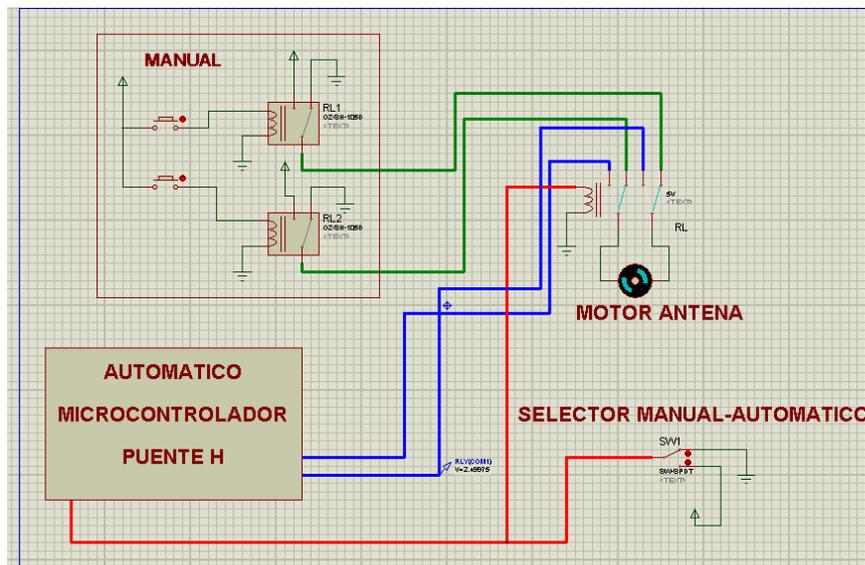


Figura 3.47 Diagrama de conexión manual de control para la antena de satélite. **Por:** Labcenter Electronics, (2014).

CAPÍTULO IV

4 PROGRAMACIÓN, DISEÑO DE SOFTWARE.

En este capítulo se realiza la programación que llevan consigo los microcontroladores, quienes son parte esencial en el proyecto, también se diseña la interfaz gráfica en el entorno Labview.

La programación de los microcontroladores en sus respectivas áreas donde estarán ubicados:

1 microcontrolador ATMEGA2560 situado en el área de control técnico.

1 microcontrolador ATMEGA328P situado en la antena de recepción satelital.

1 microcontrolador ATMEGA328P situado en el cerro del Carmen.

Como cuarto ítem está el diseño de la interfaz gráfica.

4.1 Programación ATMEGA2560 (control técnico).

El ATMEGA2560 presente en la tarjeta de control principal del proyecto, situada en el área de control técnico.

Este microcontrolador recibe toda la información de monitoreo provenientes de la tarjeta de control del cerro del Carmen y de la tarjeta de control de la antena de satélite, envía de retorno información de control a cada una de las tarjetas mencionadas donde está presente un microcontrolador de la serie ATMEGA328P, para poder poner en funcionamiento tanto el rotor en el cerro del Carmen, como la antena de satélite en la terraza del edificio principal.

El funcionamiento de los dispositivos es en lazo cerrado para poder recibir y enviar información. A continuación un detalle del funcionamiento en diagrama de flujo del ATMEGA2560 en la figura 4.1

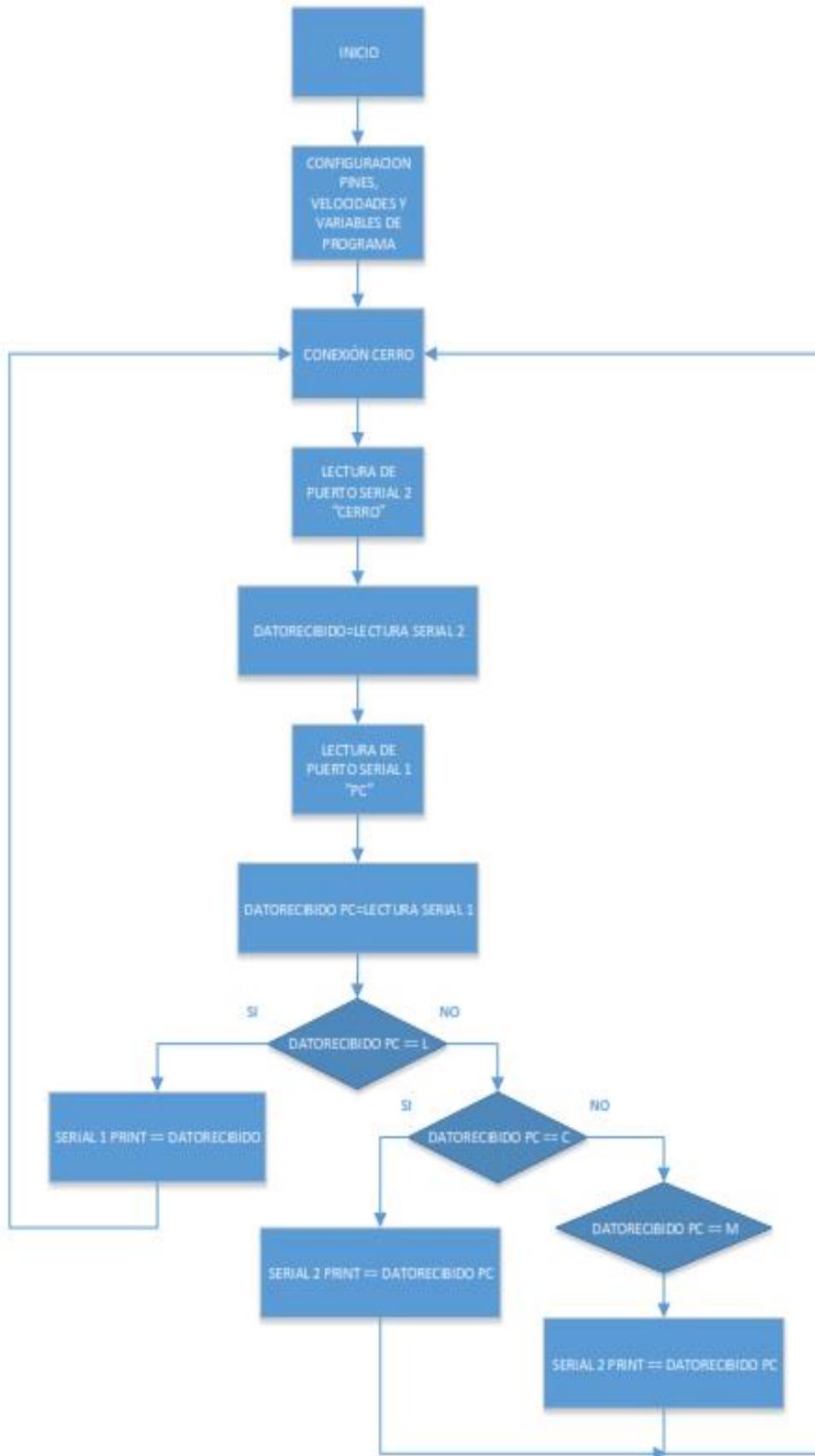


Figura 4.1 Diagrama de flujo del programa cargado en el ATMEGA2560 (tarjeta principal de control). **Por:** Autoría propia, (2015).

4.2 Programación ATMEGA328P (antena de satélite).

La tarjeta programable que trabaja para controlar la antena de satélite, está constituida principalmente por un microcontrolador ATMEGA328P el cual está programado para recibir y enviar información de sensores que trabajan con la antena. Esta tarjeta también fue programada para recibir y enviar información de control con el objetivo de poder mover la antena a través de una tarjeta electrónica adicional donde consta un puente H debido a que el motor que mueve la antena es un motor que trabaja con corriente continua (VDC). En la figura 4.2 el diagrama de flujo del funcionamiento de la tarjeta electrónica para controlar la antena de satélite.

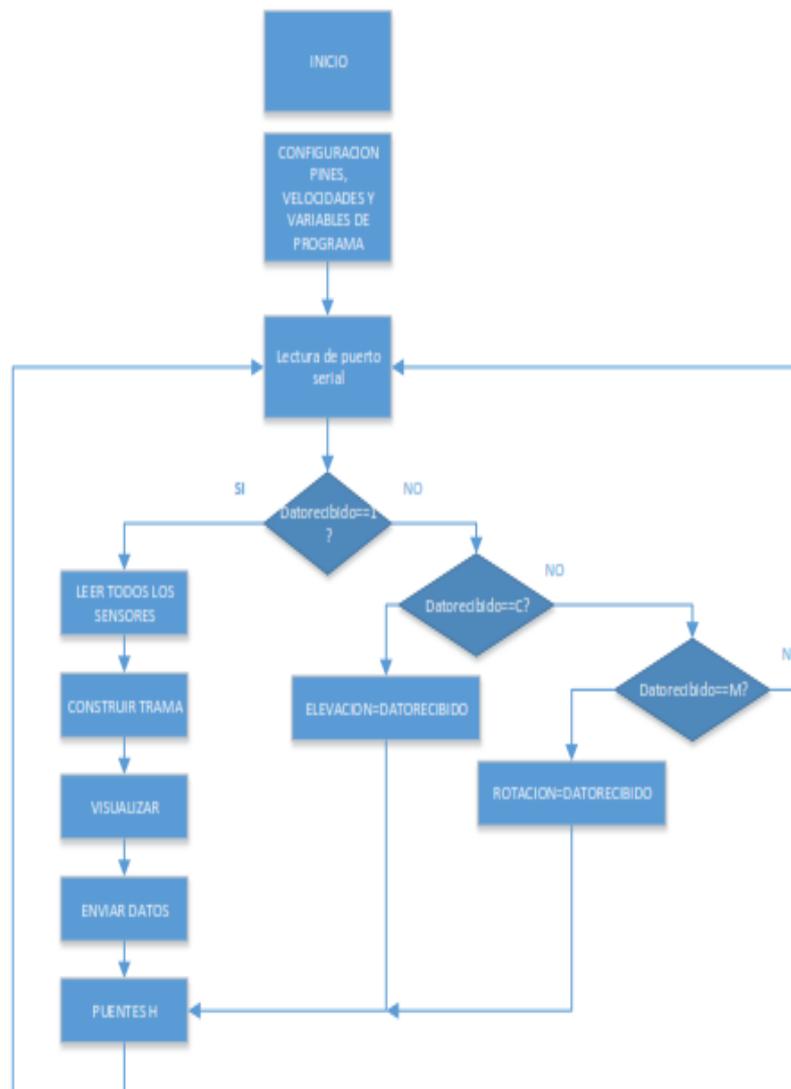


Figura 4.2 Diagrama de flujo del programa cargado en el ATMEGA328P (antena). **Por:** Autoría propia, (2015).

4.3 Programación ATMEGA328P (rotor cerro del Carmen).

Debido a que el monitoreo de la posición del rotor debe ser constante, es necesario que el microcontrolador este continuamente comunicándose con los sensores que supervisa, este monitoreo es transmitido hacia la tarjeta de control principal mediante la comunicación de fibra óptica usando los debidos convertidores. Las órdenes de control recibidas son procesadas para el funcionamiento del rotor. En la figura 4.3 se muestra el diagrama de flujo de la programación que ejecuta el microcontrolador ATMEGA328P.

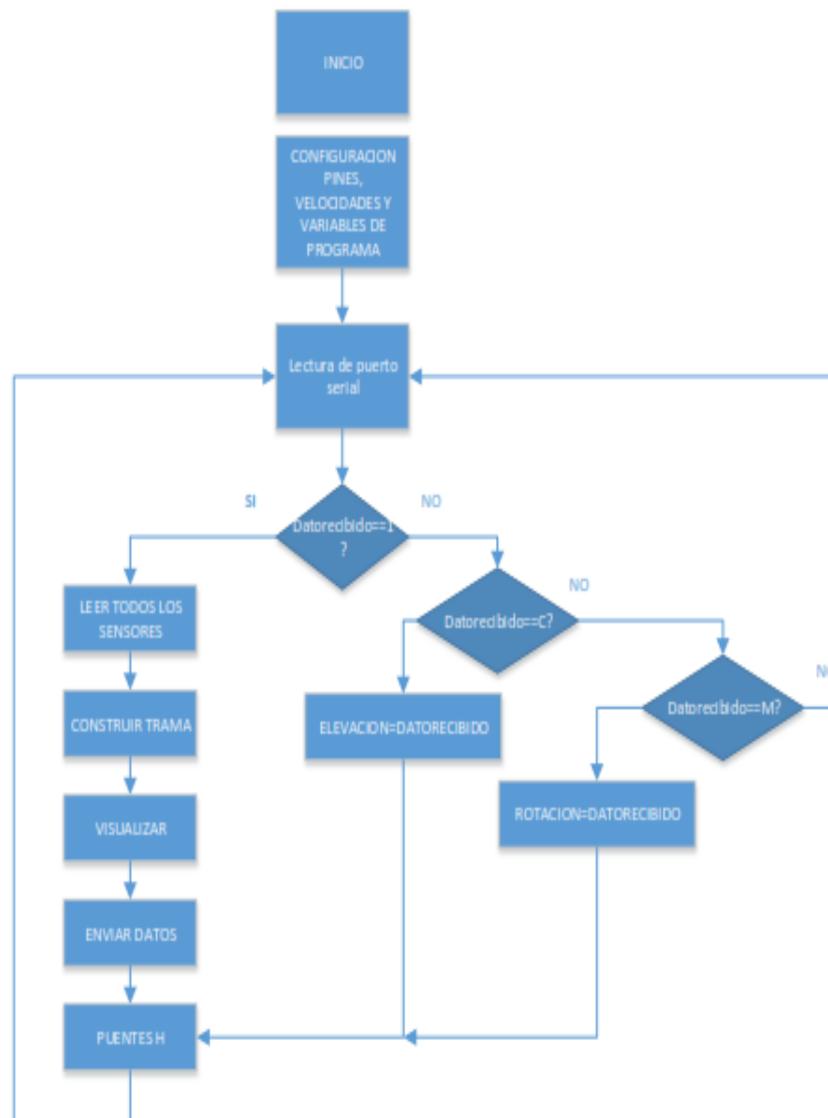


Figura 4.3 Diagrama de flujo del programa cargado en el ATMEGA328P (rotor). **Por:** Autoría propia, (2015).

De igual manera la programación en el entorno Labview para el control y monitoreo del proyecto, se la detalla en lo siguiente.

4.4 Programación entorno Labview

La programación en el entorno Labview se la realiza para obtener la interfaz gráfica del proyecto, desde donde se puede monitorear y controlar todo el sistema, tanto el rotor en el cerro del Carmen como la antena de satélite.

Para el control del rotor en el cerro del Carmen se utilizan herramientas de control tales como el KNOB y para monitorear el mencionado dispositivo se utilizan herramientas indicadoras tales como el GAUGE, METER, THERMOMETER, LABEL. En el diseño para la antena se utilizan los mismos elementos.

El panel frontal en la figura 4.4 y el diagrama de flujo en la figura 4.5.

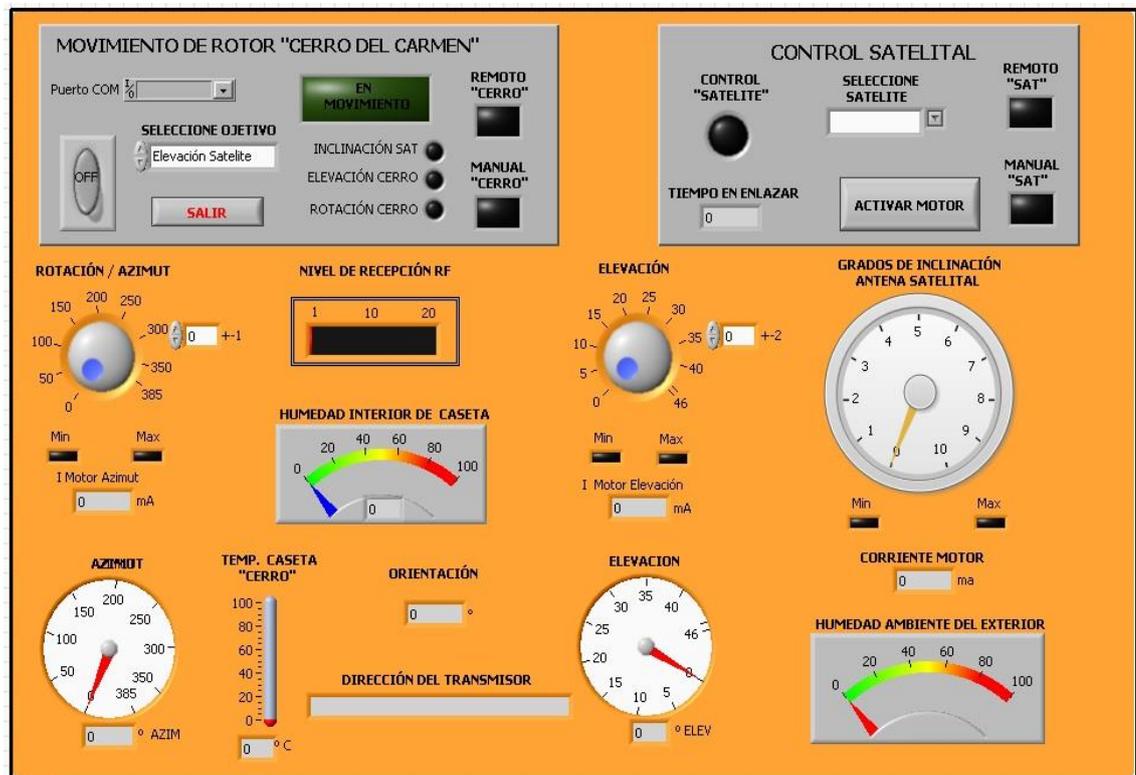


Figura 4.4 Panel frontal de la interfaz gráfica del proyecto. **Por:** Labview, (2013).

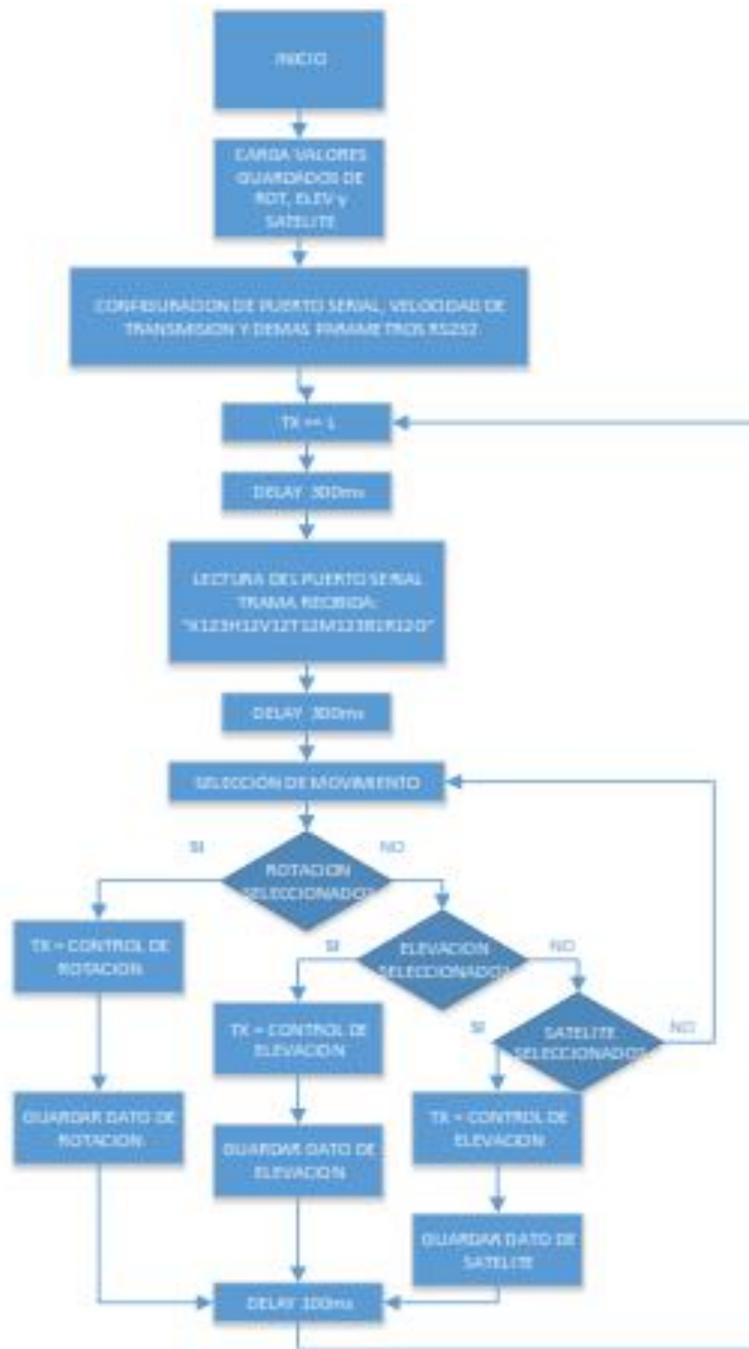


Figura 4.5 Diagrama de flujo del diagrama de bloques del proyecto. **Por:** Autoría propia, (2015).

4.5 Pruebas de programación y mediciones del proyecto.

Para poder efectuar las pruebas necesarias del proyecto tales como mediciones de sensores, funcionamiento de los microcontroladores, respuesta de los dispositivos finales (rotor y antena de satélite), se diseñaron las tarjetas electrónicas de control de

los microcontroladores ATMEGA2560 y las tarjetas para los ATMEGA328P respectivamente del cerro de Carmen y de la antena de recepción satelital.

Luego de la fabricación de las tarjetas se instalaron los microcontroladores en sus respectivos módulos y se los programa desde las tarjetas arduino uno R3 y arduino mega 2560 R3. En la figura 4.6 se muestra el diseño de la tarjeta de control principal del proyecto para efectuar las pruebas necesarias, de igual manera en la figura 4.7 está el diseño para pruebas de la tarjeta de control para el cerro del Carmen y en la figura 4.8 el diseño para pruebas de la tarjeta de control de la antena de recepción satelital.

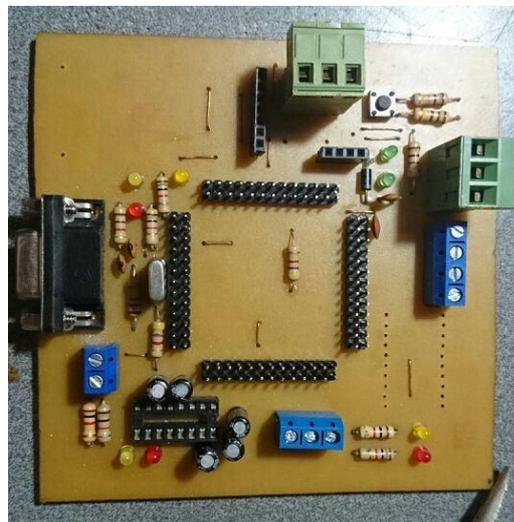


Figura 4.6 Diseño de tarjeta principal del proyecto para pruebas y mediciones. **Por:** Autoría propia, (2014).

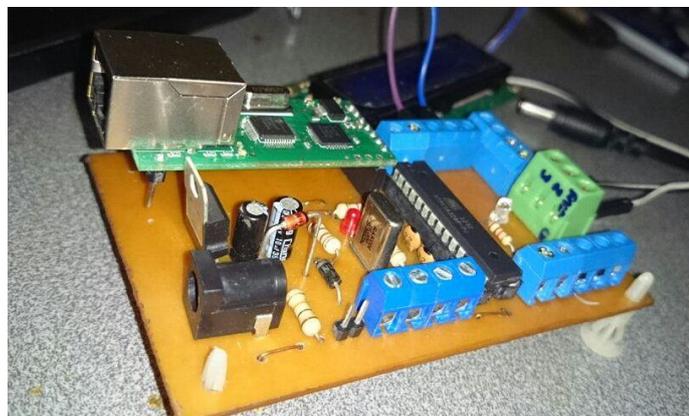


Figura 4.7 Diseño de tarjeta del cerro del Carmen para pruebas y mediciones. **Por:** Autoría propia, (2014).

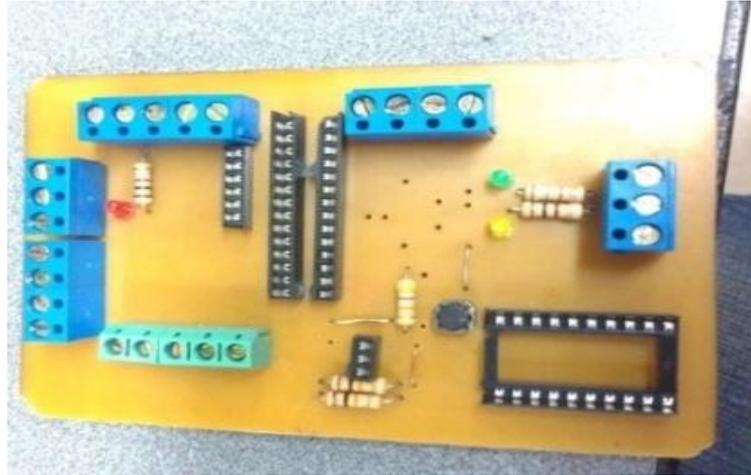


Figura 4.8 Diseño de tarjeta de la antena de satélite para pruebas y mediciones. **Por:** Autoría propia, (2014).

4.5.1 Diseño de tarjetas electrónicas para pruebas, programación de microcontroladores y mediciones.

Se diseñan las tarjetas electrónicas en Ares de Proteus a partir de ISIS de Proteus para poder determinar el tamaño necesario de cada una de ellas.

El tamaño de cada una de las tarjetas es muy conveniente para determinar también la estructura donde estarán instaladas cada una de las mismas, esto con el fin de ahorrar espacio, cabe indicar que las tarjetas electrónicas finales serán fabricadas con personas especializadas en el medio.

Estas tarjetas son parte de los diseños finales con algunos ajustes.

En el ítem 4.6 se muestra en las figuras 4.6, 4.7, y 4.8 el diseño para las pruebas de las tarjetas de control del proyecto.

En la figuras 4.9, 4.10 y 4.11 se muestran los diseños para las pruebas y mediciones del proyecto, figura 4.9 tarjeta de fuerza puente H, figura 4.10 tarjeta de fuente de poder para fuerza y en la figura 4.11 la tarjeta para pruebas de la fuente de control, estos diseños son propios de manera artesanal.



Figura 4.9 Diseño para pruebas y mediciones de tarjetas puente H. **Por:** Autoría propia, (2014).

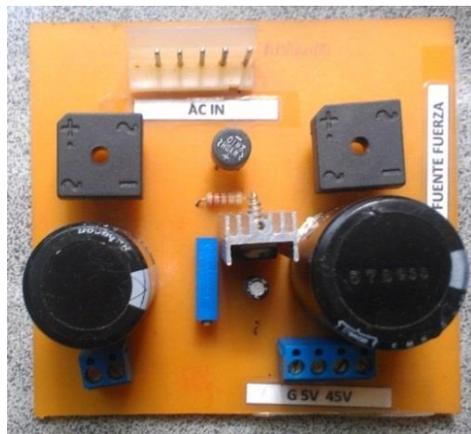


Figura 4.10 Diseño de fuente de poder de fuerza para pruebas y mediciones. **Por:** Autoría propia, (2014).

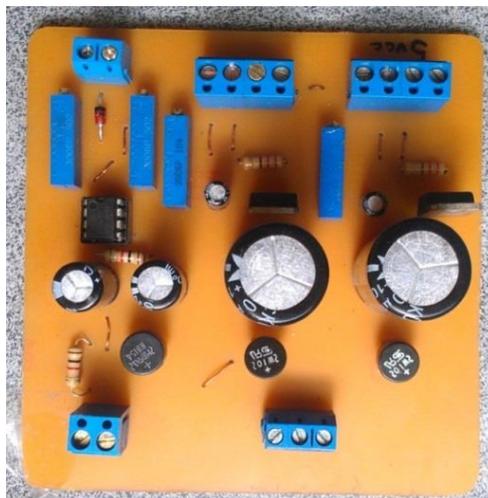


Figura 4.11 Diseño de fuente de control para pruebas y mediciones. **Por:** Autoría propia, (2014).

Con el diseño de las tarjetas para pruebas se realizan mediciones de sensores como por ejemplo en el cerro del Carmen. En este punto están instalados un sensor de humedad, una brújula electrónica, un sensor de temperatura un sensor de corriente, dos potenciómetros lineales, finales de carrera, en los enlaces de microondas se necesita de un transmisor y un receptor ,este último equipo está instalado en el cerro del Carmen recibiendo información desde cualquier punto de la ciudad donde se esté transmitiendo, para determinar el mejor nivel de recepción el receptor consta de un medidor analógico, esta variable muy importante en el proyecto también se la podrá monitorear en el control técnico (centro de operaciones de Canal Uno).

Para la programación del microcontrolador ATMEGA328P de la tarjeta electrónica del cerro del Carmen, se han incluido librerías adicionales a las que normalmente no vienen por default en el software Arduino, en este integrado se han acoplado algunos sensores tales como sensor de humedad y temperatura para los cuales se necesitó de la librería DHT, también se está trabajando con una brújula electrónica para lo cual se necesitó incluir la librería LSM303_DLHC.

Para el diseño del circuito del sensor de corriente se emplea una resistencia en serie a la carga final de una potencia acorde al requerimiento del proyecto y un arreglo de integrados operacionales, diodos rectificadores y resistencias.

Se está usando el integrado LM324 el cual lleva consigo 4 integrados operacionales internamente, dos de los cuales se los usan como amplificadores diferenciales inversores y uno en la función de sumador el ultimo se lo utiliza como amplificador diferencial no inversor para otro sensor más adelante explicado.

Las resistencias en serie a la carga final de una impedancia baja y potencia alta generan un voltaje en sus extremos los cuales pasan por diodos rectificadores y luego ingresan simultáneamente a los amplificadores diferenciales, salida de estos entran a al sumador. La salida del sumador pasa a conexión hacia uno de los pines del microcontrolador ATMEGA328P, quien tiene como protección un diodo zener de 5.1v en caso fuera necesario.

Los valores recibidos por este puerto son digitalizados y convertidos a valores de corrientes, se hace uso de la instrucción **map**.

Para el diseño del circuito del sensor para la ganancia, se trabaja con el cuarto operacional del LM324, a este le llega un voltaje proveniente del receptor de microondas y este voltaje es reducido a valores de entre 2v y 4v. De la misma forma la salida del amplificador diferencial se conecta a uno de los pines del microcontrolador seleccionado por programación quien tiene como protección un diodo zener de 5.1v. En la figura 4.12 se muestran los equipos de transmisión de microondas del cual se tomara una pesca para asociar los niveles de recepción del receptor con el sensor de ganancia.



Figura 4.12 Receptor y transmisor de microondas. **Por:** Microwave, (2000).

En las pruebas con los potenciómetros lineales, uno por cada motor, quienes llevan consigo un engranaje que trabajan acorde al movimiento de los motores, se determina que los potenciómetros no ocupan toda su impedancia al llegar a los movimientos límites de los motores. Se crean rangos de valores mínimos y máximos después de haber digitalizado el voltaje que entrega cada potenciómetro, para determinar las lecturas se hace uso de la instrucción **map**.

En la antena de satélite está instalado un sensor de temperatura, un giroscopio y finales de carrera. En la programación del ATMEGA328P de la antena de satélite se trabaja con un sensor de posición o giroscopio para poder determinar la posición de

los satélites a la cual la antena tiene alcance, un sensor de temperatura y sensor de humedad en el cual se hace uso de la librería DHT y dos sensores fines de carrera para determinar los límites superior e inferior a la cual la antena de satélite puede llegar.

Para el diseño de la tarjeta principal de control, se debe programar al ATMEGA2560 para poder recibir información desde las dos tarjetas que tienen a los ATMEGA328P a través de los puertos de comunicación serial totalmente independientes entre las dos tarjetas, esta información se procesa y envía hacia el ordenador desde otros puertos de comunicaciones seriales del ATMEGA2560, cabe indicar que este microcontrolador tiene 3 puertos de comunicación serial.

En la figura 4.13 se realiza la prueba de los puentes H su funcionamiento y del sensor de corriente para registrar datos de consumo de corriente, cuando el rotor este girando.



Figura 4.13 Prueba de funcionamiento de rotor y lectura de sensor de corriente. **Por:** Autoría propia, (2014).

En la figura 4.14 se realizan las pruebas de comunicación de los convertidores Serial-Ethernet con los convertidores de fibra y una laptop, en la figura 4.15 se muestra el control automático y manual del rotor en el cerro del Carmen, en la figura 4.16 la tarjeta principal de control en la planta principal y en la figura 4.17 el sistema de control de la antena de satélite.

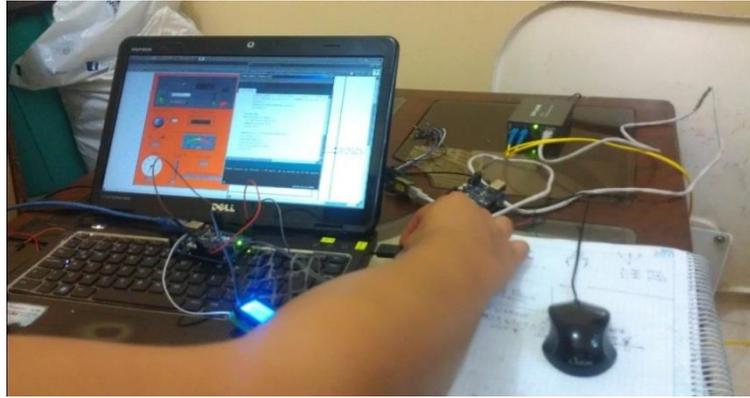


Figura 4.14 Pruebas de comunicación del ordenador a módulo arduino. **Por:** Autoría propia, (2014).



Figura 4.15 Control principal de la planta **Por:** Autoría propia, (2014).

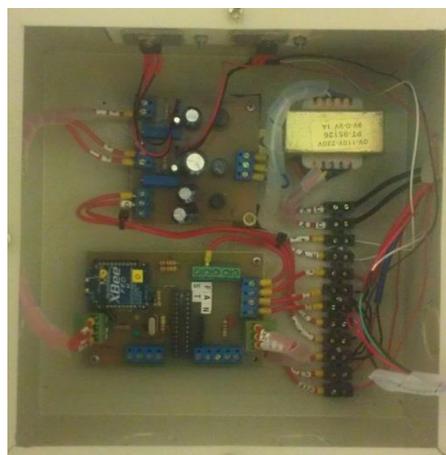


Figura 4.16 Sistema de control antena de satélite. **Por:** Autoría propia, (2014).



Figura 4.17 Control Técnico, ubicación del control principal. **Por:** Autoría propia, (2014).

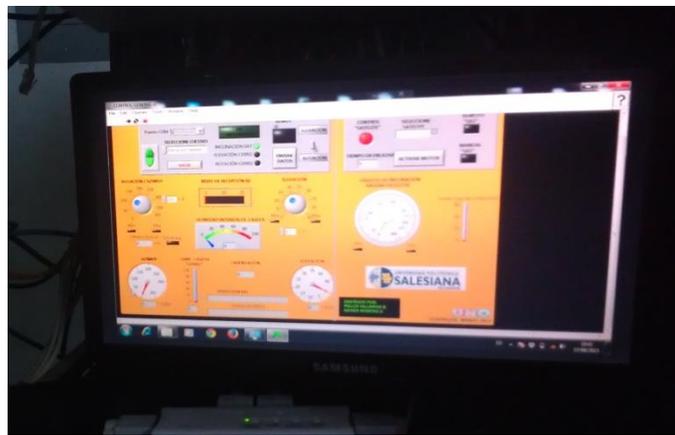


Figura 4.18 Monitoreo y control en ordenador. **Por:** Autoría propia, (2014).



Figura 4.19 Instalación control de antena de satélite **Por:** Autoría propia, (2014).



Figura 4.20 Antena controlada por medio de Labview. **Por:** Autoría propia, (2014).



Figura 4.21 Control del rotor, y rotor ubicado a 50m de altura de la caseta de control. **Por:** Autoría propia, (2014).



Figura 4.22 Cúpula que protege al rotor de los fenómenos atmosféricos. **Por:** Autoría propia, (2014).



Figura 4.23 Rotor dentro de la cúpula en la antena de transmisión. **Por:** Autoría propia, (2014).

CONCLUSIONES.

Después de finalizar el proyecto se concluye que el uso de la tecnología moderna facilita el poder realizar trabajos que anteriormente dependían de varios individuos, la automatización y el uso de los diversos medios de transmisión lo permiten. Para este caso poder hacer trabajar dos dispositivos mecánicos uno ubicado a una gran distancia desde donde se lo opera y el otro equipo a una distancia más corta, controlados por elementos electrónicos como microcontroladores, convertidores, entre otros elementos. El medio de transmisión de fibra óptica es un medio muy fiel a su trabajo y por eso se lo incluye como medio de transmisión en una parte del proyecto, siendo el medio de transmisión de la parte subsecuente el medio de transmisión inalámbrico al usar los módulos xbee-pro.

La automatización de procesos es muy conveniente para poder monitorear y controlar equipos que tienen un trabajo continuo, más aun si se cuenta con un sistema de monitoreo con cierta similitud a un sistema SCADA.

RECOMENDACIONES

Todo sistema de control debe tener una parte alternativa que me permita el trabajo manual de los equipos, en caso de algún tipo de fallo en el sistema, por tal razón se incluye en el proyecto un mando manual en caso fuera necesario controlar a los dos dispositivos.

Los sistemas electrónicos usualmente trabajan con dispositivos de fuerza como motores, alternadores, transformadores de potencia, por lo cual es necesario dividir sus fuentes de alimentación, como recomendación principal no mezclar fuentes de alimentación de control con fuentes de alimentación para equipos que consumen corrientes muy altas.

PRESUPUESTO.

El presupuesto del proyecto esta inicialmente dividido en varias tablas, para poder diferenciar costos a medida que se lo elaboraba. En la tabla A muestra lo mencionado.

Tabla A:

Presupuesto de los elementos electrónicos para las fuentes de poder.

Presupuesto fuentes de control y fuerza			
QTY	Descripción	P/unidad	P/total
4	puentes rectificadores 6 Amp.	\$ 0,80	\$ 3,20
6	filtros 3300uf/35v	\$ 1,20	\$ 7,20
3	integrados LM317k	\$ 2,50	\$ 7,50
5	potenciómetros 50k	\$ 0,50	\$ 2,50
6	filtros varios	\$ 0,25	\$ 1,50
10	borneras plásticas	\$ 0,35	\$ 3,50
3	transformadores con tap	\$ 10,00	\$ 30,00
10	resistencias varios	\$ 0,05	\$ 0,50
2	filtros 470 uf/200v	\$ 7,00	\$ 14,00
	Total		\$ 69,90

Nota: El presupuesto refleja únicamente los elementos para las tarjetas electrónicas. **Por:** Autoría propia, (2010).

En la tabla B se da un detalle del presupuesto del diseño de las tarjetas electrónicas para pruebas y de la manufactura de las tarjetas finales del proyecto enviadas a diseñar, en la tabla C se muestra el presupuesto de las tarjetas de control.

Tabla B:

Presupuesto de manufactura y diseño de tarjetas del proyecto.

Presupuesto diseño de tarjetas electrónicas			
QTY	Descripción	P/unidad	P/total
1	Manufactura 9 tarjetas electrónicas	\$ 140,00	\$ 140,00
6	Baquelitas	\$ 1,50	\$ 9,00
6	percloruro de hierro	\$ 0,75	\$ 4,50
10	láminas de acetato	\$ 0,35	\$ 3,50
	Total		\$ 157,00

Nota: La manufactura se refiere a las tarjetas enviadas a fabricar a la ciudad de Cuenca. **Por:** Autoría propia, (2014).

Tabla C:

Presupuesto de los elementos electrónicos a instalar en las tarjetas de control

Presupuesto tarjetas de control.			
QTY	Dispositivo	P/unidad	p/total
2	Atmega328p	\$ 12,00	\$ 24,00
1	atmega2560	\$ 30,00	\$ 30,00
2	convertidores RS232/RJ45	\$ 10,00	\$ 20,00
2	convertidores fibra/RJ45	\$ 30,00	\$ 60,00
2	hilos de fibra	\$ 15,00	\$ 30,00
2	xbee pro s1	\$ 20,00	\$ 40,00
1	base xbee	\$ 10,00	\$ 10,00
20	Borneras	\$ 0,35	\$ 7,00
30	Resistencias	\$ 0,05	\$ 1,50
10	mini diodos leds	\$ 0,10	\$ 1,00
1	placa Atmega	\$ 50,00	\$ 50,00
10	capacitores y condensadores	\$ 0,10	\$ 1,00
2	cuarzo de 4 Mhz	\$ 0,75	\$ 1,50
1	Brújula electrónica	\$ 20,00	\$ 20,00
1	Giroscopio, sensor de humedad, LM35	\$ 40,00	\$ 40,00
	Total		\$ 336,00

Nota: Presupuesto para las tarjetas del cerro del Carmen y de la antena para satélite. **Por:** Autoría propia, (2014).

Tabla D:

Presupuesto para elementos de las tarjetas puente H.

Presupuesto puentes H (elementos).			
QTY	Dispositivo	P/unidad	P/total
6	MOSFETs Canal P	\$ 2,00	\$ 12,00
6	MOSFETs Canal N	\$ 2,00	\$ 12,00
12	Disipadores	\$ 0,25	\$ 3,00
12	diodos rectificadores 3 ^a	\$ 0,15	\$ 1,80
9	Borneras	\$ 0,35	\$ 3,15
10	optoacopladores 4n25	\$ 0,60	\$ 6,00
36	resistencias varias	\$ 0,05	\$ 1,80
	Total		\$ 25,35

Nota: Se compran más elementos de los necesarios para las tarjetas electrónicas para pruebas. **Por:** Autoría propia, (2014).

La tabla D es el presupuesto para los elementos de las 3 tarjetas de los puentes H.

Tabla E:

Presupuesto en estructuras y partes eléctricas del proyecto.

PRESUPUESTOS CAJAS METALICAS Y SECCION MANUAL			
1	CAJA ANAQUEL (40x30x20)	\$ 30,00	\$ 30,00
1	CAJA PEQUEÑA (20x10x10)	\$ 6,00	\$ 6,00
5	RELES DE 12v y 24v	\$ 4,00	\$ 20,00
4	BOTONERAS INDUSTRIALES	\$ 2,00	\$ 8,00
4	SWITCH DE PALANCA	\$ 0,80	\$ 3,20
2	SELECTORES INDUSTRIALES	\$ 1,50	\$ 3,00
6	PORTFASUBILES	\$ 0,25	\$ 1,50
6	FUSIBLES DE 2ª	\$ 0,15	\$ 0,90
1	CANALETAS	\$ 6,20	\$ 6,20
24	BORNERAS RIEL DIN	\$ 1,41	\$ 33,84
10	mts CABLE DE CONTROL	\$ 0,16	\$ 1,60
3	LUCES PILOTO	\$ 1,15	\$ 3,45
1	LIBRETIN	\$ 4,00	\$ 4,00
2	TRANSFORMADORES	\$ 25,00	\$ 50,00
3	FUNDA DE TERMINALES	\$ 3,00	\$ 12,00
2	SPRAY	\$ 2,90	\$ 5,80
1	CINTA ESPIRAL, PERNOS	\$ 8,00	\$ 8,00
	TOTAL		\$ 189,49

Nota: Comprende toda la infraestructura necesaria para instalar las tarjetas de control y sensores.**Por:** Autoría propia, (2014)

En la tabla E el detalle de los gastos para las estructuras donde están las tarjetas electrónicas y las partes eléctricas del proyecto. En la tabla F está el presupuesto final.

Tabla F:

Presupuesto final del proyecto.

PRESUPUESTO FINAL	
Descripción	Precio
Presupuesto puentes H (elementos).	\$ 25,35
Presupuesto fuentes de control y fuerza	\$ 69,90
Presupuesto diseño de tarjetas electrónicas	\$ 157,00
Presupuesto tarjetas de control.	\$ 336,00
Presupuesto cajas metálicas y parte manual	\$ 189,49
Varios	\$ 160,00
TOTAL	\$ 937,74

Nota: Se obtiene el presupuesto total del proyecto. **Por:**

Autoría propia, (2014)

Cronograma

El cronograma del proyecto es a 12 meses.

Descripción	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Investigación de componentes	x	x	X	x																				
Análisis de componentes			X	x	x	x	x																	
Adquisición de componentes					x	x	x	x																
Programación de componentes							x	x	x	x	x	x												
Diseño de tarjetas de pruebas													x	x	x	x								
Diseño interfaz gráfica y ejecutable														x	x	x	x	x	x	x				
Programación de microcontroladores																x	x	x	x	x	x	x	x	x
	MES 7				MES 8				MES 9				MES 10				MES 11				MES 12			
Semana	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Pruebas de programación, depuración	x	x	X	x	x	x																		
Diseño de sistema manual-automático del rotor y antena						x	x	x																
Envío de diseño de tarjetas electrónicas finales						x	x	x	x	x														
Ensamblaje del proyecto										x	x	x	x	x	x	x	x							
Depuración																x	x	x	x	x				
Pruebas de diseño final																	x	x	x	x	x	x	x	X

Bibliografía

- Amaya, L. (Septiembre de 2008). *Diseño y construcción de un sistema usb híbrido para control y monitoreo de procesos industriales bajo entorno gráfico labview*. Recuperado de:
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1031/10/KT00426.pdf>
- Anguera, J., & Pérez, A. (Septiembre de 2008). *Teoría de antenas*. Recuperado de :
http://www.salleurl.edu/semipresencial/ebooks/ebooks/ebook_teoría_antenas.pdf
- Aranda, D. (2014). *Electronica: plataformas Arduino y Raspberry Pi*. Buenos Aires: Manuales USERS.
- Arduino. (s.f.). *¿Qué es Arduino?* Recuperado el Octubre de 2014, de
<http://www.arduino.cc/es/pmwiki.php?n=>
- Bermeo, R. D., & Moreno, H. M. (Junio de 2011). *Implementación del prototipo de un sistema de control de acceso electrónico de personal para una organización*. Recuperado de:
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3954/1/CD-3707.pdf>
- Canga, R. (Marzo de 2011). *Curso de Iniciación de Telecomunicaciones*. Recuperado de:
<http://serbal.pntic.mec.es/srug0007/archivos/radiocomunicaciones/1%20INTRODUCCI%20D3N/1%20Radiofrecuencia.pdf.pdf>
- Cardama, Á., Roca, L., Rius, J. M., Romeu, J., & Blanch, S. (2002). *Antenas*. Catalunya: UPC.
- Cricyt. (2013). *Radiofrecuencias y microondas*. Recuperado de:
<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/RadioyMicro.htm>

- Flores, O. O. (Septiembre de 2009). *Batalla de microcontroladores*. Recuperado de:
https://microcontroladores2utec.files.wordpress.com/2009/11/180909_articulo_colaboracion_boletin_fica_omar_otonielflores.pdf
- Lajara, J. R., & Pelegrí, J. (2007). *LABVIEW. Entorno gráfico de programación*. México D.F.: Alfaomega.
- López, I. (19 de Febrero de 2010). *Web Ignacio López*. Recuperado el Septiembre de 2014, de Brújula Electrónica:
<http://www.tic2.org/Ignacio/GPS/Terminologia/BrujulaElectronica.htm>
- Martín, J. C., & Alba, J. M. (2012). *Infraestructuras comunes de telecomunicaciones en viviendas y edificios*. Editex.
- National Instrument. (2014). *Areas de aplicación*. Recuperado el 05 de Septiembre de 2014, de <http://www.ni.com/labview/applications/esa/>
- National Instrument. (2014). *Comunicacion Serial* . Recuperado el Septiembre de 2014, de National Instrument:
<http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1>
- Oyarce, A. (Julio de 2010). *Olimex.cl*, Guía del Usuario Xbee Series 1. Recuperado de: http://www.olimex.cl/pdf/Wireless/ZigBee/XBee-Guia_Usuario.pdf
- Pololu Corporations. (2015). *Pololu Robotics & Electronics*. Recuperado el 2015, de <https://www.pololu.com/product/1273>
- Reyes, C. (2008). *Microcontroladores Pic Programación en Basic*. Quito: Rispergraf.
- Tomasi, W. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicos* (4ta. ed.). México: Pearson Educación.
- T-PLINK Tecnologies. (2014). *TP-LINK*, Convertidor Multimedia WDM de 10/100Mbps. Recuperado de: <http://www.tp-link.ec/products/details/?categoryid=&model=MC111CS>

ANEXOS 1

HOJA DE DATOS ATMEGA328P



Atmel 8-bit Microcontroller with 4/8/16/32KBytes In-System Programmable Flash

ATmega48A; ATmega48PA; ATmega88A; ATmega88PA; ATmega168A; ATmega168PA; ATmega328; ATmega328P

Features

- High Performance, Low Power Atmel® AVR® 8-Bit Microcontroller Family
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions - Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 20 MBPS Throughput at 20MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 4K/16/32KBytes of In-System Self-Programmable Flash program memory
 - 256/512/1024 Bytes EEPROM
 - 512/1024/2048 Bytes Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85 °C/100 years at 25 °C¹
 - Optional Boot Code Section with Independent Load Size
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- Atmel® OTouch™ Binary support
 - Capacitive touch buttons, sliders and wheels
 - OTouch and ORTouch™ acquisition
 - Up to 64 sense channels
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Six PWM Channels
 - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
 - Temperature Measurement
 - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
 - Temperature Measurement
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Synchronous 2-wire Serial Interface (Philips I²C compatible)
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 38-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltage:
 - 1.8 - 5.5V
- Temperature Range:
 - -40 °C to 85 °C
- Speed Grade:
 - 0 - 48MHz @ 1.8 - 5.5V, 0 - 16MHz @ 2.7 - 5.5V, 0 - 20MHz @ 4.5 - 5.5V
- Power Consumption at 1MHz, 1.8V, 25 °C
 - Active Mode: 8.2mA
 - Power-down Mode: 0.1µA
 - Power-save Mode: 0.75µA (including 32kHz RTC)

HOJA DE DATOS LM317K



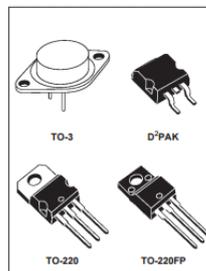
**LM117/217
LM317**

1.2V TO 37V VOLTAGE REGULATOR

- OUTPUT VOLTAGE RANGE: 1.2 TO 37V
- OUTPUT CURRENT IN EXCESS OF 1.5A
- 0.1% LINE AND LOAD REGULATION
- FLOATING OPERATION FOR HIGH VOLTAGES
- COMPLETE SERIES OF PROTECTIONS: CURRENT LIMITING, THERMAL SHUTDOWN AND SOA CONTROL

DESCRIPTION

The LM117/LM217/LM317 are monolithic integrated circuit in TO-220, TO-220FP, TO-3 and D²PAK packages intended for use as positive adjustable voltage regulators. They are designed to supply more than 1.5A of load current with an output voltage adjustable over a 1.2 to 37V range. The nominal output voltage is selected by means of only a resistive divider, making the device exceptionally easy to use and eliminating the stocking of many fixed regulators.



ABSOLUTE MAXIMUM RATING

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{i-o}	Input-Output Differential Voltage	40	V
I_o	Output Current	Internally Limited	
T_{op}	Operating Junction Temperature for: LM117	-55 to 150	°C
	LM217	-25 to 150	°C
	LM317	0 to 125	°C
P_{tot}	Power Dissipation	Internally Limited	
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to 150	°C

THERMAL DATA

Symbol	Parameter	TO-3	TO-220	TO-220FP	D ² PAK	Unit
$R_{\theta j-c}$	Thermal Resistance Junction-case	Max 4	3	5	3	°C/W
$R_{\theta j-a}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max 35	50	60	62.5	°C/W

Hoja de datos ATMEGA2560.



Atmel ATmega640/V-1280/V-1281/V-2560/V-2561/V

8-bit Atmel Microcontroller with 16/32/64KB In-System Programmable Flash

DATASHEET

Features

- High Performance, Low Power Atmel® AVR® 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 135 Powerful Instructions - Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16MHz
 - On-Chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 64K/128K/256K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
 - 4Kbytes EEPROM
 - 8Kbytes Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85° C/ 100 years at 25° C
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- Atmel® QTouch® library support
 - Capacitive touch buttons, sliders and wheels
 - QTouch and QMatrix acquisition
 - Up to 64 sense channels
- JTAG (IEEE® std. 1149.1 compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - Four 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare- and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four 8-bit PWM Channels
 - Six/Twelve PWM Channels with Programmable Resolution from 2 to 16 Bits (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Output Compare Modulator
 - 8/16-channel, 10-bit ADC (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Two/Four Programmable Serial USART (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte Oriented 2-wire Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change

Hoja de datos integrado operacional LM324N



www.fairchildsemi.com

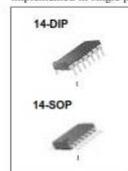
LM2902, LM324/LM324A, LM224/LM224A
Quad Operational Amplifier

Features

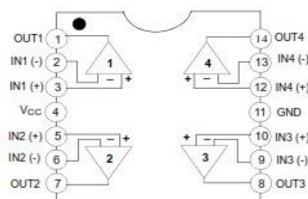
- Internally Frequency Compensated for Unity Gain
- Large DC Voltage Gain: 100dB
- Wide Power Supply Range:
 - LM224/LM224A, LM324/LM324A: 3V-32V (or ±1.5 ~ 16V)
 - LM2902: 3V-26V (or ±1.5V ~ 13V)
- Input Common Mode Voltage Range Includes Ground
- Large Output Voltage Swing: 0V to VCC -1.5V
- Power Drain Suitable for Battery Operation

Description

The LM324/LM324A, LM2902, LM224/LM224A consist of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide voltage range. operation from split power supplies is also possible so long as the difference between the two supplies is 3 volts to 32 volts. Application areas include transducer amplifier, DC gain blocks and all the conventional OP Amp circuits which now can be easily implemented in single power supply systems.

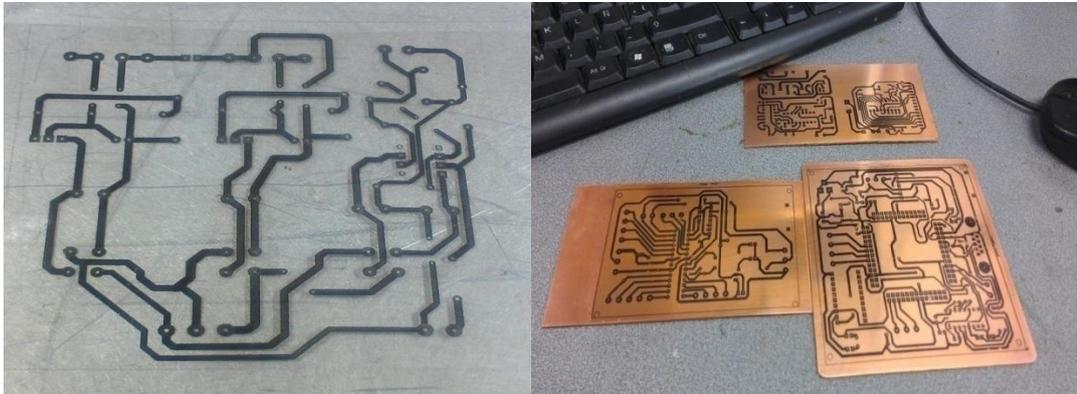


Internal Block Diagram

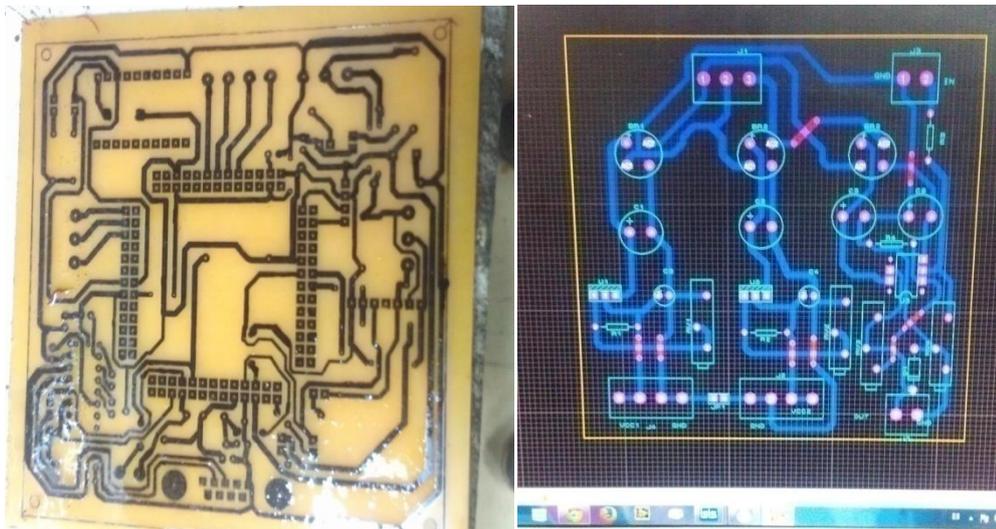


ANEXO 2

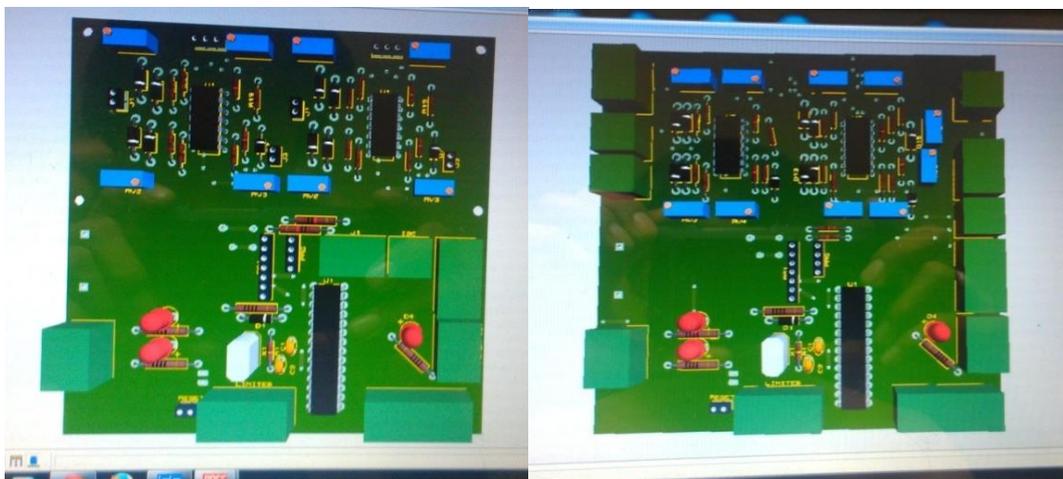
Diseño de circuito impreso para pruebas



Diseño de tarjeta de control principal en baquelita y diseño de fuente de poder en ares



Simulación 3D en ares de Proteus de tarjeta de control del cerro del Carmen.



Pruebas de dispositivos convertidores.



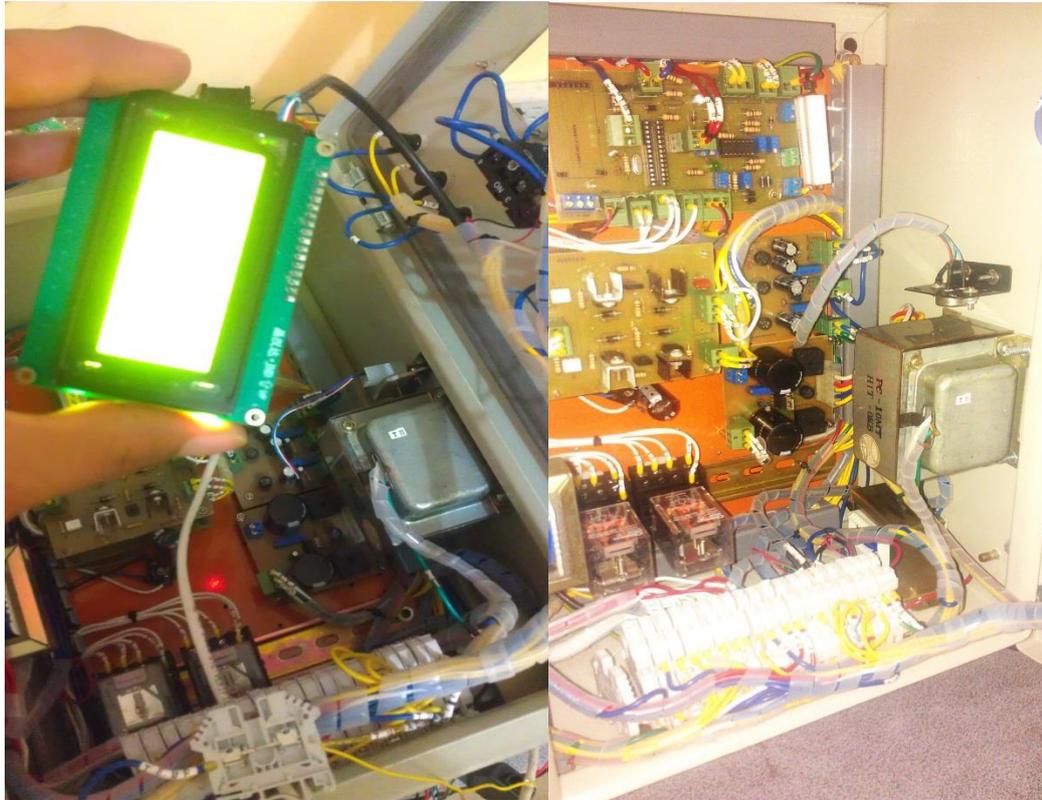
Pruebas de puentes H con rotor movimientos vertical y horizontal.



Partes para caja de control del cerro del Carmen.



Pruebas y mediciones de tarjeta de control del cerro del Carmen.



Presentacion del sistema de control automatico y manual del cerro del Carmen.



Caseta de control del cerro del Carmen donde está ubicado el sistema de control del rotor



Cúpula donde reposa el rotor en el cerro del Carmen, situado a 50 metros de la caseta de control.



Instalación para pruebas de rotor del cerro del Carmen, estructura donde reposa el rotor aproximadamente a 50 metros de la caseta de control.

