

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA,
AUTOMATIZACION Y CONTROL**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA**

**“ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN
PROTOTIPO DE SISTEMA DE SOLDADURA DE PUNTO
SOBRE ALUMINIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
ANTENAS YAGI PARA REDES INALÁMBRICAS EN LA
BANDA DE 2.4 GHz”**

**JOSÉ LUIS MARCILLO PARRA
RENATO FERNANDO CÓRDOVA SOSA**

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2008

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente certificamos que el proyecto de grado, previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico, titulado “Análisis, Diseño e Implementación de un Prototipo de Sistema de Soldadura de Punto sobre Aluminio para la Construcción de Antenas Yagi para Redes Inalámbricas en la Banda de 2.4 GHz”, fue desarrollado en su totalidad y bajo nuestra dirección y supervisión por los señores: “José Luis Marcillo Parra” con cédula de identidad 171341705 y “Renato Fernando Córdova Sosa” con cédula de identidad 1715466841.

Atentamente,

Sr. Ing David Andrade.

DIRECTOR

Sr. Ing. Patricio Vizcaino

CODIRECTOR

RESUMEN

Para la realización del presente proyecto, se han utilizado herramientas fundamentales para el diseño así como la realización de prácticas basadas en ciencia, matemática y cálculo, de igual manera la creación de una interfaz gráfica que permita el manejo y control del Prototipo de Sistema de Soldadura de Punto, en todo el proceso se utiliza materiales y dispositivos observando siempre el criterio de reducción de costos.

El Capítulo II detalla los diferentes tipos de redes inalámbricas así como las distintas antenas con sus características que se utilizan para las conexiones inalámbricas.

El Capítulo III centra su atención al análisis de los fundamentos teóricos de las características y métodos de soldadura del aluminio para de esta manera conocer los parámetros necesarios para realizar el punto de suelda con dicho material.

El Capítulo IV detalla el diagrama de bloques que conforma el Sistema de Soldadura de Punto, presentado los fundamentos teóricos para la elección de este diseño y los elementos que lo conforman, describe los pasos básicos que conforman el programa para la interfaz gráfica en el PC. Se eligió el programa Visual Basic 6.0 para el diseño del control del Prototipo.

El Capítulo V describe los pasos a seguir para el diseño de la antena Yagi en la banda de 2.4 GHz a ser construida.

El Capítulo VI detalla las pruebas realizadas con la antena construida por el prototipo de Sistema de Soldadura de Punto.

DEDICATORIA

A mis padres María Esperanza Sosa y Félix Abdón Córdova por el apoyo incondicional que me dieron a lo largo de la carrera y me permitió culminarla con éxito.

A mi hermana Esthela Córdova por el ánimo, apoyo y alegría que me dio para cruzar mis estudios.

A Karina Pachacama por la colaboración y cariño que me brindó en este tiempo, además de impulsarme a seguir adelante y hacer las cosas bien en todo momento.

Renato

DEDICATORIA

A Dios por haberme concedido el privilegio de la vida, por estar siempre a mi lado en este largo y duro camino que aún me falta por caminar.

A mis padres Miguel y Elvia por su sacrificio para sacarme adelante, por estar a mi lado dándome siempre ese empuje, aliento para poder seguir adelante con mis estudios.

A mis hermanos Diego, Verónica y Juan por los bellos momentos que pasamos juntos y por la experiencias que compartimos que nunca olvidaré.

A mi esposa por estar siempre a mi lado cuando más lo necesitaba, dándome siempre su cariño sus fuerzas para no desmayar y ahora mi hija que fue la inspiración para cumplir con esta meta.

José Luis

AGRADECIMIENTO

Primero dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por iluminar mi mente y haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo este período de estudio

Agradecer al Ing. David Andrade e Ing. Patricio Vizcaíno por el apoyo, paciencia y colaboración brindada durante toda la realización de la tesis en todo momento.

Agradecer a mi amigo y compañero de tesis José Luis Marcillo por su ayuda y estar en todos los momentos que más lo necesite.

A la Escuela Politécnica del Ejercito y en general a todos los ingenieros que conforman la facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica que supieron entregar todos sus conocimientos impartidos.

En general quisiera agradecer a todas y cada una de las personas que han colaborado con la realización del proyecto de tesis, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

Renato

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Ing. David Andrade y Ing. Patricio Vizcaíno por la ayuda constante para la realización del presente proyecto.

A Renato por no solo ser mi compañero de tesis sino por ser mi mejor amigo, por ser ese apoyo para llegar a la culminación del presente proyecto.

A Pablo por su apoyo y paciencia para la elaboración de la parte mecánica de la tesis.

A todos mis amigos de la universidad que de una u otra manera estuvieron siempre brindándome su apoyo y paciencia durante toda la carrera.

A mi querida Universidad Escuela Politécnica del Ejército y a los Profesores por contribuir con sus conocimientos para poderme desarrollar como profesional.

José Luis

PRÓLOGO

Una de las tecnologías más prometedoras y discutidas en esta década es la de poder comunicar computadoras mediante tecnología inalámbrica. La conexión de computadoras mediante Ondas de Radio o Luz Infrarroja, actualmente están siendo ampliamente investigadas. Las Redes Inalámbricas facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en un solo lugar, como en almacenes o en oficinas que se encuentren en varios pisos y de igual manera se presenta en los hogares, donde las redes inalámbricas permiten la movilidad.

Sin embargo se pueden mezclar las redes cableadas y las inalámbricas, y de esta manera generar una "Red Híbrida" y poder resolver los últimos metros hacia la estación. Se puede considerar que el sistema cableado sea la parte principal y la inalámbrica le proporcione movilidad adicional al equipo y el operador se pueda desplazar con facilidad dentro de un almacén, oficina u hogar.

Hoy en día sucede en los hogares que se contrata el servicio de acceso a Internet y se lo comparte entre múltiples usuarios, es aquí en donde la construcción de antenas para redes inalámbricas de buen alcance y potencia permitirá garantizar la confiabilidad, interoperabilidad y fiabilidad del servicio.

En el Ecuador se pueden adquirir estos equipos para establecer la comunicación, pero los costos que representan en función de la cobertura y potencia son sumamente elevados.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CERTIFICACIÓN	II
RESUMEN.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	VI
PRÓLOGO.....	VIII
GLOSARIO.....	XXII
CAPÍTULO I Generalidades	
1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 General.....	2
1.3.2 Específicos.....	2
1.4 Alcance del proyecto.....	3
CAPÍTULO II Redes Inalámbricas	
2.1 Definición.....	4
2.2 Ventajas de las Redes Inalámbricas.....	5
2.3 Clasificación de las redes inalámbricas.....	5
2.3.1 Wireless Wan.....	5
2.3.2 Wireless Lans.....	7
2.3.3 Lan Inalámbrica IEEE 802.11.....	8
2.3.4 Wireless Man.....	9
2.3.5 Wireless Pan.....	10
2.4 Antenas.....	12
2.4.1 Definición.....	12

2.4.2 Clases de Antenas.....	14
2.4.2.1 Antena Colectiva.....	14
2.4.2.2 Antena de Cuadro.....	15
2.4.2.3 Antena de Reflector o Parabólica.....	15
2.4.2.4 Antena Lineal.....	16
2.4.2.5 Antena Multibanda.....	16
2.4.2.6 Dipolo de Media Onda.....	17
2.4.2.7 Antena Yagi.....	17
2.4.2.8 Antena Vertical de $\frac{1}{4}$ de Onda.....	18
2.4.2.9 El Dipolo en V Invertida.....	18
2.5 Características de las Antenas.....	19
2.5.1 Polarización.....	19
2.5.2 Angulo de Radiación.....	20
2.5.3 Directividad.....	21
2.5.4 Anchura de Haz.....	22
2.5.5 Diagrama de Radiación.....	22
2.5.6 Ganancia.....	23
2.5.6 Ancho de Banda.....	23
2.6 Tipos de Antenas para Redes Inalámbricas.....	23
2.6.1 Antenas Direccionales.....	24
2.6.2 Antenas Omnidireccionales.....	24
2.6.3 Antenas Sectoriales.....	25
2.7 Antena Yagi.....	26
2.8 Elementos de una Antena Yagi.....	27

CAPÍTULO III Estudio y Métodos de Suelda del Aluminio

3.1 Introducción.....	28
3.2 Características del Aluminio.....	29
3.2.1 Características Físicas.....	29
3.2.2 Características Químicas.....	30
3.2.3 Características Mecánicas.....	30
3.3 Procesos de soldadura para el aluminio.....	31

3.3.1 Soldadura por Arco Eléctrico.....	31
3.3.1.1 Soldadura TIG.....	31
3.3.1.2 Soldadura MIG/MAG.....	33
3.3.2 Soldadura por Resistencia.....	37
CAPÍTULO IV	Implementación del Prototipo de Soldadura
4.1 Análisis de las características mecánicas, tamaño y torque para el sistema de soldadura.....	41
4.2 Diagramas de bloques del Sistema de Soldadura.....	42
4.3 Construcción del brazo electromecánico.....	42
4.3.1 Servomotores.....	43
4.3.1.1.....	44
4.3.2 Motores de corriente continua (DC).....	45
4.3.2.1 Rotor.....	47
4.3.2.2 Estator.....	48
4.3.3 Acoplamiento de motor al sistema de engranajes.....	50
4.3.3.1 Engranajes.....	50
4.4 Implementación del sistema eléctrico de potencia para el control de giro del motor de corriente continua (DC).....	61
4.4.1 Puente H.....	62
4.4.2 Uso de la interfaz puente H.....	63
4.4.3 Consideraciones de Potencia.....	64
4.4.4 Circuito completo del Puente H.....	65
4.5 Implementación del sistema eléctrico y de potencia para el punto de suelda.....	65
4.5.1 Transformador.....	66
4.5.2 Implementación del transformador al Prototipo de Soldadura.....	68
4.6 Análisis de las características de electrodos.....	70
4.6.1 Acople de los electrodos.....	72
4.7 Elaboración del software.....	72
4.7.1 Programación del PIC 16F877A.....	73
4.8 Diseño de la interfaz de visualización en PC.....	83

4.8.1 Estándar RS232.....	83
4.8.2 Descripción y funcionamiento del MAX 232.....	84
4.8.3 Puerto serial en la PC.....	85
4.8.4 Características del puerto RS232.....	87
4.8.5 Programación de la interfaz gráfica.....	88
4.9 Calibración del prototipo.....	99
4.10 Parámetros de seguridad del prototipo del Sistema de Soldadura.....	99
4.11 Verificación y defectos de la Soldadura de Punto.....	100

CAPÍTULO V Construcción de la antena de 2.4GHz

5.1 Parámetros de la antena a construir.....	103
5.2 Dimensión del elemento activo y pasivo de la antena.....	105
5.3 Estudio y diseño de la antena Yagi de 2.4GHz.....	106

CAPÍTULO VI Pruebas y análisis de resultados

6.1 Pruebas del sistema de soldadura.....	119
6.2 Datos obtenidos.....	121
6.3 Resultados de antenas estándar.....	123

CAPÍTULO VII Conclusiones y Recomendaciones

7.1 Conclusiones.....	124
7.2 Recomendaciones.....	127

ANEXOS I

CIRCUITO ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE SOLDADURA.....	129
--	-----

ANEXO II

COSTO DEL PROYECTO.....	131
-------------------------	-----

ANEXO III	
SISTEMA DE SOLDADURA DE PUNTO.....	134
ANEXO IV	
HOJAS TÉCNICAS.....	136
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	171

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO II	Pág.
Figura 2.1 Punto de Acceso.....	4
Figura 2.2 Tarjeta de Red Inalámbrica.....	4
Figura 2.3 Red de Área Ampliada (WAN).....	6
Figura 2.4 Red de Área Local (LAN).....	7
Figura 2.5 Transmisión por Infrarrojos.....	11
Figura 2.6 Transmisión por Bluetooth.....	11
Figura 2.7 Antena en General.....	13
Figura 2.8 Antena Colectiva.....	14
Figura 2.9 Antena de Cuadro.....	15
Figura 2.10 Antena de Reflector.....	15
Figura 2.11 Antena Lineal.....	16
Figura 2.12 Antena Multibanda.....	16
Figura 2.13 Dipolo de Media Onda.....	17
Figura 2.14 Antena Yagi.....	17
Figura 2.15 Antena Vertical de $\frac{1}{4}$ de Onda	18
Figura 2.16 Dipolo en V Invertida.....	19
Figura 2.17 Polarización de una Antena.....	20
Figura 2.18 Ángulo de Radiación.....	21

Figura 2.19	Directividad.....	21
Figura 2.20	Diagrama de radiación en el plano horizontal.....	22
Figura 2.21	Diagrama de radiación en el plano vertical.....	23
Figura 2.22	Antenas Direccionales.....	24
Figura 2.23	Antenas Omnidireccionales.....	25
Figura 2.24	Antenas Sectoriales.....	26
Figura 2.25	Antena Yagi de 2.4 GHz	26
Figura 2.26	Elementos de Antena Yagi.....	27
CAPITULO III		
Figura 3.1	Equipo Básico de la Soldadura TIG.....	32
Figura 3.2	Antorcha de la soldadura TIG.....	32
Figura 3.3	Pinza de Masa de la Soldadura TIG.....	33
Figura 3.4	Equipo Básico de la Soldadura MIG/MAG.....	34
Figura 3.5	Antorcha de la Soldadura MIG/MAG.....	35
Figura 3.6	Pinza de Masa de la Soldadura MIG/MAG.....	36
Figura 3.7	Equipo de la Soldadura de Punto.....	38
CAPITULO IV		
Figura 4.1	Diagrama de Bloques del Sistema de Soldadura.....	42
Figura 4.2	Servomotor (CC).....	43
Figura 4.3	Servomotor Desmontado.....	44
Figura 4.4	Detalle del tren de engranajes.....	44
Figura 4.5	Detalle del Circuito de Realimentación.....	44
Figura 4.6	Motores de Corriente Continua (DC)	45

Figura 4.7	Rotor y Estator.....	46
Figura 4.8	Eje y Núcleo del Rotor.....	47
Figura 4.9	Partes del Estator.....	48
Figura 4.10	Diseño de Polos.....	49
Figura 4.11	Engranaje Cilíndricos.....	51
Figura 4.12	Engranajes Epicicloidales.....	52
Figura 4.13	Engranajes Helicoidales.....	52
Figura 4.14	Engranajes Doble Helicoidales.....	53
Figura 4.15	Engranajes Helicoidales para Ejes Cruzados.....	53
Figura 4.16	Engranaje Cremallera.....	54
Figura 4.17	Engranajes Cónicos-Rectos.....	54
Figura 4.18	Engranajes Cónico-Helicoidales.....	55
Figura 4.19	Engranajes Cónico-Espirales.....	55
Figura 4.20	Engranajes Cónico-Hipoides.....	56
Figura 4.21	Engranaje de Tornillo sin fin.....	56
Figura 4.22	Engranajes Transmisión Sencilla.....	57
Figura 4.23	Puente H circulación de la corriente.....	62
Figura 4.24	Circuito del Puente H.....	63
Figura 4.25	Circuito Completo Puente H.....	65
Figura 4.26	Partes del Transformador.....	66
Figura 4.27	Diagrama de flujo del software.....	75
Figura 4.28	Conector Hembra, Macho del RS232.....	84
Figura 4.29	Configuración del MAX232.....	85
Figura 4.30	Diagrama de flujo de la interfaz gráfica.....	89
Figura 4.31	Pantalla de Inicio.....	90

Figura 4.32	Ingreso de la Clave.....	91
Figura 4.33	Pantalla para el Ingreso de la Clave.....	92
Figura 4.34	Pantalla de Clave Correcta.....	92
Figura 4.35	Pantalla para cargar la Aplicación.....	92
Figura 4.36	Pantalla cargando la Aplicación.....	93
Figura 4.37	Icono MSCOMM.....	94
Figura 4.38	Cuadro de Configuración del puerto MSCOMM.....	94
Figura 4.39	Control Automático del Motor 1.....	95
Figura 4.40	Control Manual del Motor 1.....	96
Figura 4.41	Control del Motor 2.....	97
Figura 4.42	Control de Suelta.....	97
Figura 4.43	Control de Motor 2 para el Proceso de Suelta.....	98

CAPITULO V

Figura 5.1	Diagrama de radiación en el plano vertical.....	103
Figura 5.2	Polarización de una antena.....	105
Figura 5.3	Pantalla principal del software QY4.....	106
Figura 5.4	Selección de auto- design a yagi.....	107
Figura 5.5	Selección del Max FB & BandWidth.....	107
Figura 5.6	Pantalla de ingreso de frecuencia, directores y diámetro.....	108
Figura 5.7	Longitudes de los directores.....	108
Figura 5.8	Longitudes de los directores.....	109
Figura 5.9	Lóbulo de radiación.....	109
Figura 5.10	Tabla de valores de ganancia, resistencia y VSWR.....	110
Figura 5.11	Gráfica de la ganancia, resistencia y VSWR.....	110

Figura 5.12	Lóbulo de radiación.....	111
Figura 5.13	Pantalla principal de MMANAGAL.....	112
Figura 5.14	Pantalla de MMANAGAL.....	112
Figura 5.15	Ingreso de coordenadas X, Y y Z.....	113
Figura 5.16	Vista de la antena en 3D.....	114
Figura 5.17	Generación de Radiación.....	114
Figura 5.18	Vista de la Radiación de la Antena.....	115
Figura 5.19	Vista del Lóbulo de Radiación.....	115
Figura 5.20	Vista en Lejano 3D.....	116
Figura 5.21	Vista de la Antena a Construir en 3D.....	116
Figura 5.22	Generación de Radiación.....	117
Figura 5.23	Vista de la radiación de la Antena.....	117
Figura 5.24	Vista del Lóbulo de Radiación.....	118
Figura 5.25	Vista de la Antena en Lejano 3D.....	118

ÍNDICE DE TABLAS

			Pág.
CAPÍTULO II			
Tabla 2.1	Comparación de las enmiendas del IEEE 802.11.....		9
Tabla 2.2	Rangos de las Redes Inalámbricas.....		12
 CAPÍTULO III			
Tabla 3.1	Parámetros de los electrodos.....		33
Tabla 3.2	Parámetros de soldadura de la MIG/MAG.....		37
Tabla 3.3	Parámetros de soldadura para aluminio y aleaciones.....		40
Tabla 3.4	Parámetros de soldadura para el acero.....		40
 CAPITULO IV			
Tabla 4.1	Elementos del rotor y estator.....		46
Tabla 4.2	Tabla del control de giro del motor.....		64
Tabla 4.3	Parámetros de soldadura para el aluminio.....		69
Tabla 4.4	Parámetros de los electrodos.....		71
Tabla 4.5	Cuadro de datos de comando entre el PIC y PC.....		82
Tabla 4.6	Defectos de la soldadura.....		102

CAPÍTULO V

Tabla 5.1	Longitudes de los directores.....	111
-----------	-----------------------------------	-----

CAPITULO VI

Tabla 6.1	Tabla de frecuencia y acople de impedancia.....	120
-----------	---	-----

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

CAPÍTULO IV		Pág.
Fotografía 4.1	Taladro manual vertical.....	41
Fotografía 4.2	Sistema de engranajes.....	58
Fotografía 4.3	Sistema de engranajes completo.....	59
Fotografía 4.4	Motor acoplado a la cremallera del eje.....	61
Fotografía 4.5	Circuito Puente H.....	64
Fotografía 4.6	Soldadura de Punto.....	68
Fotografía 4.7	Electrodo Acoplado.....	72
Fotografía 4.8	Sensor para la calibración.....	99
Fotografía 4.9	Punto de Suelda.....	101
CAPÍTULO VI		
Fotografía 6.1	Antena Construida.....	119
Fotografía 6.2	SWR 1.39.....	121
Fotografía 6.3	SWR 1.49.....	121
Fotografía 6.4	SWR 1.53.....	122
Fotografía 6.5	Frecuencia 2457.133.....	123
Fotografía 6.6	SWR 1.44.....	123

GLOSARIO

A: Amperios.

AC: Corriente Alterna.

Antena Yagi: Antena ideada por el japonés Hidetsugu Yagi, un ingeniero eléctrico que patentó esta antena en 1926. Se trata de una antena en la cual los elementos irradiantes y los elementos parásitos se montan sin aislamiento.

Bit: Es una señal electrónica que puede estar encendida (1) o apagada (0).

Byte: Es una unidad fundamental de datos en los ordenadores personales, un byte son ocho bits contiguos.

Cable Coaxial: Consiste en un conductor central sólido rodeado por un dieléctrico. Sobre el dieléctrico hay un segundo conductor que es una trenza o blindaje tubular de alambres finos. Un revestimiento exterior de plástico y aísla el blindaje.

Conductividad Eléctrica: Es la capacidad de un cuerpo de permitir el paso de la corriente eléctrica a través de sí.

CSMA: Acceso múltiple sensible a la portadora.

dB: Es un término utilizado para referirse a, Decibelio, siendo el acrónimo de la unidad

dBm: Es una unidad de medida utilizada, principalmente, en telecomunicaciones para expresar la potencia absoluta mediante una relación logarítmica. El dBm se define como el nivel de potencia en decibelios en relación a un nivel de referencia de 1mW.

DCE: Data Communications Equipment.

DC: Corriente continua.

Directividad: Es la dirección horizontal en la que se produce el máximo de radiación de la antena.

DSSS: cada bit que transmite como una secuencia pseudoaleatoria de 11 “chips”.

DTE: Data Terminal Equipment.

Efecto Joule: La materia ofrece cierta “resistencia” al movimiento de los electrones, los cuales ceden energía al entorno en los sucesivos choques. Esta energía proporcionada por los electrones se disipa en forma de calor.

IEEE: Correspondiente a las siglas de The Institute of Electrical and Electronics Engineers, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

LDMS: Sistema de Distribución Local Multipunto.

LOS: Sin Línea de Vista.

Mbps: Mega bits por segundo.

MIMO: Múltiples entradas, múltiples salidas.

ODFM: Técnica de modulación que permite una tasa de transmisión máxima de 54 Mbit/s.

PDAs: Agendas electrónicas personales.

QoS: Quality of Service.

TX: Puerto de transmisión del RS232.

Tiempo de Soldar: Es el tiempo durante el cual es aplicada la corriente de soldar a la pieza de trabajo para hacer una suelda.

Tiempo de Presión: Es el intervalo de tiempo entre la aplicación inicial de la fuerza de electrodos en el trabajo y la primera aplicación de la corriente.

Tiempo de Sostenido: Es el tiempo durante el cual la fuerza de electrodos es mantenida en la pieza de trabajo después de que el último impulso de corriente de soldar cesa.

Tiempo de Pausa: Es el tiempo durante el cual los electrodos están desconectados del trabajo.

RX: Puerto de recepción del RS232.

SWR: Relación de Ondas Estacionaria y es el cociente entre la intensidad máxima y la mínima de una línea de transmisión.

UART: Transmisor-Receptor-Asíncrono Universal.

V: Voltios.

Wimax: Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

Una de las tecnologías más prometedoras y discutidas en esta década es la de poder comunicar computadoras mediante tecnología inalámbrica. La conexión de computadoras mediante Ondas de Radio o Luz Infrarroja, actualmente están siendo ampliamente investigadas. Las Redes Inalámbricas facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en un solo lugar, como en almacenes o en oficinas que se encuentren en varios pisos y de igual manera se presenta en los hogares, donde las redes inalámbricas permiten la movilidad.

Sin embargo se pueden mezclar las redes cableadas y las inalámbricas, y de esta manera generar una "Red Híbrida" y poder resolver los últimos metros hacia la estación. Se puede considerar que el sistema cableado sea la parte principal y la inalámbrica le proporcione movilidad adicional al equipo y el operador se pueda desplazar con facilidad dentro de un almacén, oficina u hogar.

Hoy en día sucede en los hogares que se contrata el servicio de acceso a Internet y se lo comparte entre múltiples usuarios, es aquí en donde la construcción de antenas para redes inalámbricas de buen alcance y potencia permitirá garantizar la confiabilidad, interoperabilidad y fiabilidad del servicio.

En el Ecuador se pueden adquirir estos equipos para establecer la comunicación, pero los costos que representan en función de la cobertura y potencia son sumamente elevados.

En este proyecto se plantea una alternativa que me permitirá reducir los costos en función de la construcción de antenas que cumplan los estándares y garanticen la potencia y alcance ofrecidos por equipos comerciales en el mercado ecuatoriano.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El Departamento de Eléctrica y Electrónica trabaja en el diseño y construcción de antenas de alta precisión, en el país no se producen este tipo de antenas por lo cual se tiene un buen mercado para la producción.

El presente proyecto surge por la necesidad de que el costo para adquirir este tipo de antenas en el mercado ecuatoriano es muy elevado. La construcción de un prototipo de Sistema de Soldadura Eléctrica de Punto, permitirá construir antenas sin la necesidad de importar fuera del país, teniendo costos más bajos, ya que la producción se la realizará con materia prima nacional de buena calidad.

La automatización del sistema de soldadura permitirá realizar los puntos de suelda con mayor precisión, exactitud y optimizar el desperdicio de material y en un tiempo más corto, teniendo una mayor ganancia en las antenas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Analizar, diseñar e implementar un prototipo de sistema de soldadura de punto sobre aluminio para la construcción de antenas Yagi para redes inalámbricas en la banda de 2.4 GHz

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar las características de antenas Yagi para determinar los parámetros que permitan manejar la construcción de las mismas.

- Realizar el análisis de las características físicas, químicas y mecánicas del aluminio para de esta manera determinar parámetros que permitan garantizar un buen punto de suelda.
- Implementar el prototipo del sistema de soldadura bajo los parámetros determinados que permitan certificar la rigidez y exactitud al realizar el punto de suelda.
- Realizar la construcción de una antena Yagi de 2.4 Ghz utilizando el prototipo del sistema de soldadura.
- Realización de pruebas del sistema de soldadura y análisis de costos de la construcción del prototipo.

1.4 ALCANCE DEL PROYECTO

El presente proyecto comprenderá el análisis, diseño e implementación de un prototipo de sistema de soldadura de punto para la construcción de antenas Yagi en la banda de 2.4 GHz.

En el proyecto se desarrollará un análisis de las antenas Yagi y un estudio de las características del aluminio.

El proyecto cumplirá con la implementación del prototipo del sistema de soldadura de punto, después del análisis de las antenas Yagi y de las características del aluminio. La implementación del prototipo estará basada en la utilización de un microcontrolador PIC, con una interfaz a un LCD (pantalla de cristal líquida) y comandos de teclado.

El proyecto también realizará pruebas de la implementación para comprobar los beneficios obtenidos con este nuevo sistema de soldadura, además se realizaran pruebas en las antenas construidas para comprobar su ganancia, impedancia y rigidez.

CAPITULO II

REDES INALÁMBRICAS

2.1 DEFINICIÓN

Una red Wireless o Red Inalámbrica, es un sistema de comunicaciones de datos flexible que se incorpora como una extensión o una alternativa a la red cableada. Utiliza ondas de radio de alta frecuencia en lugar de cables para la transmisión y recepción de datos, minimizando la necesidad de conexiones con cable, de esta forma las redes inalámbricas combinan la conectividad de datos con la movilidad del usuario.

En una configuración Wireless es habitual un dispositivo transmisor/receptor, denominado Punto de Acceso (figura 2.1), permite una cobertura de red desde una ubicación fija a equipos portátiles o fijos equipados con una tarjeta de Red Inalámbrica (figura 2.2).

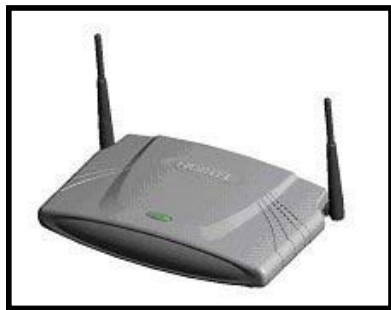


FIG. 2.1 PUNTO DE ACCESO



FIG. 2.2 TARJETA DE RED INALÁMBRICA

2.2 VENTAJAS DE LA REDES INALÁMBRICAS

Este tipo de redes utilizan tecnología de radiofrecuencia, minimizando así la necesidad de conexiones cableadas. Este hecho proporciona al usuario una gran movilidad sin perder conectividad. El atractivo fundamental de este tipo de redes es la facilidad de instalación y el ahorro que supone la supresión del medio de transmisión cableado. Aún así, debido a que sus prestaciones son menores en lo referente a la velocidad de transmisión. Las redes inalámbricas son la alternativa ideal para hacer llegar una red tradicional a lugares donde el cableado no lo permite, y en general se las utilizan como un complemento de las redes fijas.

2.3 CLASIFICACIÓN DE LA REDES INALÁMBRICAS

- Wireless WAN (Wide Area Network)
- Wireless LAN (Local Area Network)
- Wireless MAN (Metropolitan Area Network)
- Wireless PAN (Personal Area Network)

2.3.1. Wireless WAN

Es una red de computadores que abarca una área geográfica relativamente extensa, típicamente permiten a múltiples organismos como oficinas de gobierno, universidades y otras instituciones conectarse en una misma red. Las WAN tradicionales hacen estas conexiones generalmente por medio de líneas telefónicas.

Por medio de una WAN Inalámbrica se pueden conectar las diferentes localidades utilizando conexiones satelitales, o por antenas de radio microondas. Estas redes son mucho más flexibles, económicas y fáciles de instalar.

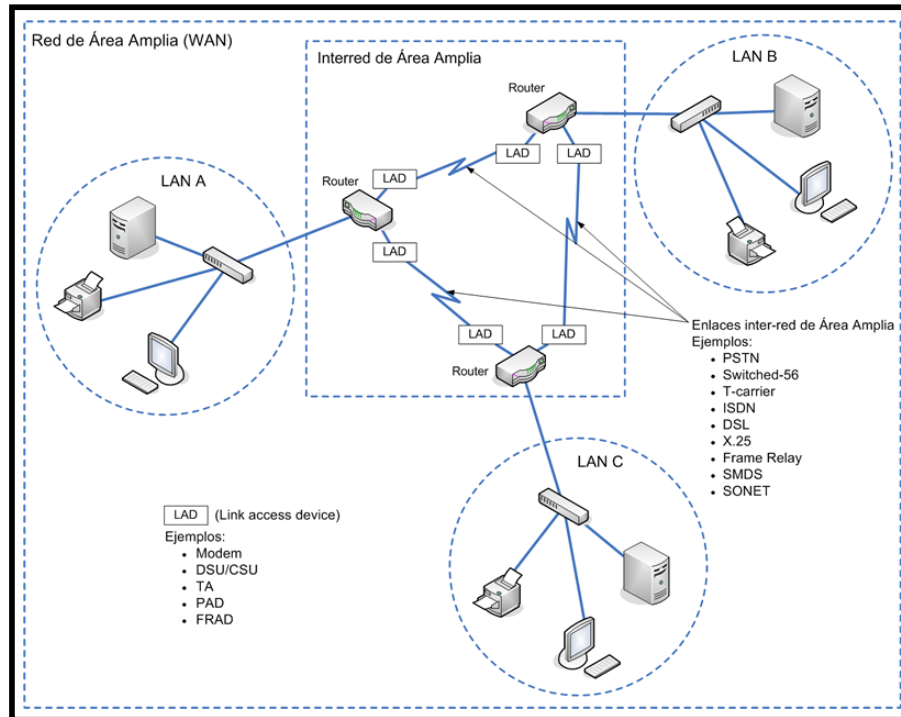


FIG. 2.3 RED DE ÁREA AMPLIADA (WAN)

En sí la forma más común de implantación de una red WAN es por medio de Satélites, los cuales enlazan una o más estaciones bases, para la emisión y recepción, conocidas como estaciones terrestres.

Los satélites utilizan una banda de frecuencias (con una frecuencia de subida y otra de bajada) para recibir la información, luego amplifican y repiten la señal para enviarla en otra frecuencia.

Para que la comunicación satelital sea efectiva generalmente se necesita que los satélites permanezcan estacionarios con respecto a su posición sobre la tierra, si no es así, las estaciones en tierra los perderían de vista. Para mantenerse estacionario, el satélite debe tener un periodo de rotación igual que el de la tierra, y esto sucede cuando el satélite se encuentra a una altura de 35,784 Km.

2.3.2. Wireless LAN

Estas redes permiten conectar una red de computadores en una localidad geográfica, de manera inalámbrica para compartir archivos, servicios, impresoras, y otros recursos. Usualmente utilizan señales de radio, las cuales son captadas por PC-Cards, o tarjetas PCMCIA conectadas a laptops, o a slots PCI para PCMCIA de PCs de escritorio. Estas redes a grosso modo, soportan generalmente tasas de transmisión entre los 11Mbps y 54Mbps (mega bits por segundo) y tienen un rango de entre 30 a 300 metros, con señales capaces de atravesar paredes.

Redes similares pueden formarse entre edificios, o vehículos, esta tecnología permite conectar un vehículo a la red por medio de un transmisor en una laptop o PDA, al punto de acceso dentro del edificio.

Estas tecnologías son de gran uso en bibliotecas, unidades móviles como ambulancias para los hospitales, etc.

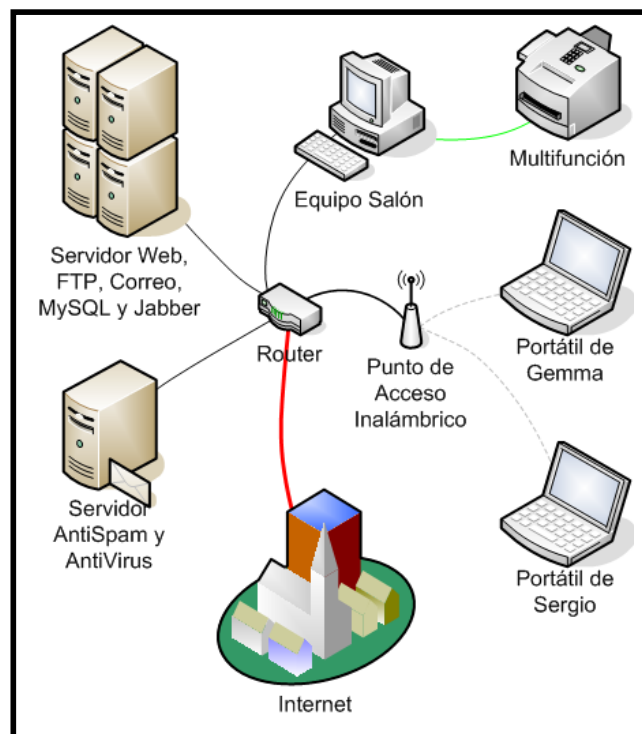


FIG. 2.4 RED DE ÁREA LOCAL (LAN)

Las Wireless LANs ofrecen muchas ventajas sobre las LANs Ethernet convencionales, tales son, movilidad, flexibilidad, escalabilidad, velocidad, simplicidad, y costos reducidos de instalación. Son una solución para edificios que por su arquitectura, o su valor histórico, no pueden ser perforados para instalar cableado estructurado.

2.3.3. Lan Inalámbrica IEEE 802.11

El estándar IEEE 802.11 extiende el principio del acceso múltiple sensible a la portadora (CSMA) utilizado por la tecnología Ethernet (IEEE 802.3) para adecuarse a las características de la comunicación sin hilos. El estándar 802.11 está dirigido a soportar comunicaciones entre computadores separados unos 150 metros entre sí a velocidades de hasta 11Mbps.

Varios dispositivos móviles inalámbricos se comunican con el resto de la Intranet a través de una estación base que es el punto de acceso a la red LAN cableada. Una red sin hilos que se conecta al mundo a través de un punto de acceso en una LAN convencional se conoce como una red de infraestructura.

Las estaciones en las redes IEEE 802.11 utilizan como medio de transmisión señales de radio (en la banda de los 2.4GHz) o señales de infrarrojos. La versión radio del estándar utiliza técnicas de selección de frecuencia y de saltos de frecuencia para evitar las interferencias externas y mutuas entre redes LAN inalámbricas independientes.

A continuación se da un resumen y una breve comparación de las 4 enmiendas del IEEE 802.11 más importantes.

Estándar	Frecuencia	Técnica de Modulación	Tasa de transmisión nominal	Descripción
802.11a	5Ghz	ODFM	54 Mbps	8 Canales no solapados. No ofrece QoS
802.11b	2.4Ghz	DSSS, CCK	11 Mbps	14 canales solapados.
802.11g	2.4 Ghz	OFDM, CCK, DSS	54 Mbps	14 canales solapados. Compatibilidad con el 802.11b
802.11n	2.4 Ghz	OFDM	360/540 Mbps	Mejora los estándares anteriores agregando MIMO que aprovecha transmisores múltiples para aumentar el rendimiento mediante multiplexación espacial

TABLA. 2.1 COMPARACIÓN DE LAS ENMIENDAS DEL IEEE 802.11

Wireless MAN

Son redes tipo Wimax (Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas), es un estándar de transmisión inalámbrica de datos (802.16 MAN) que proporciona accesos en áreas de hasta 48 km de radio y a velocidades de hasta 70 Mbps, utilizando tecnología que no requiere línea de vista con las estaciones base.

WiMax, fue diseñado como una solución de última milla en redes metropolitanas (MAN) para prestar servicios a nivel comercial.

Como dijimos, WiMAX es un estándar de transmisión inalámbrica de datos proporcionando accesos concurrentes en áreas de hasta 48 kilómetros de radio y a velocidades de hasta 124 Mbps, utilizando tecnología portátil LMDS.

LDMS (Sistema de Distribución Local Multipunto) es una tecnología probada de conexión vía radio inalámbrica, con un gran ancho de banda que se utiliza desde hace algún tiempo para brindar accesos a internet.

Si bien el estándar inicial 802.16 se definió de manera que WiMAX se encontraba en la banda de frecuencias de 10-66 GHz, requiriendo torres de gran tamaño, de un costo generalmente muy elevado, las sucesivas modificaciones de la norma cambiaron la banda del espectro utilizada al rango 2-11 GHz, con la versión 802.16a (ratificada en marzo de 2003), que, como ventaja añadida, no requiere de torres LOS (Sin Línea de Vista) sino únicamente del despliegue de pequeñas y económicas estaciones base formadas por antenas que sirven como emisoras y receptoras capaces de dar servicio a unas 200 estaciones, las cuales a su vez pueden dar cobertura a un edificio completos. Su más grande ventaja es que su instalación es muy sencilla y rápida (todo el proceso demora aproximadamente dos horas) y su precio, altamente competitivo en comparación con anteriores tecnologías de acceso inalámbrico (como la propia Wi-Fi).

2.3.4. Wireless PAN

Son redes que permite interconectar dispositivos electrónicos dentro de un rango de pocos metros, para comunicar y sincronizar información.

Redes inalámbricas personales

Dentro del ámbito de estas redes podemos integrar a dos principales actores:

- En primer lugar y ya conocido por gran cantidad de usuarios, están las redes que se usan actualmente mediante el intercambio de información a través de *infrarrojos*. Estas redes son muy limitadas dado su corto alcance, necesidad de "visión sin obstáculos" entre los dispositivos que se comunican y su baja velocidad (hasta 115

kbps). Se encuentran principalmente en ordenadores portátiles, PDAs (Agendas electrónicas personales), teléfonos móviles y algunas impresoras.



FIG. 2.5 TRANSMISIÓN POR INFRARROJOS

- En segundo lugar el *Bluetooth*, estándar de comunicación entre pequeños dispositivos de uso personal, como pueden ser los PDAs, teléfonos móviles de nueva generación y algún que otro ordenador portátil.

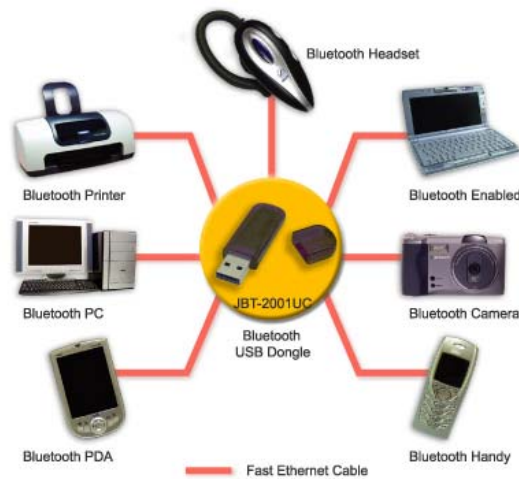


FIG. 2.6 TRANSMISIÓN POR BLUETOOTH

Su principal desventaja es que su puesta en marcha se ha ido retrasando desde hace años y la aparición del mismo ha sido plagada de diferencias e incompatibilidades entre los dispositivos de comunicación de los distintos fabricantes que ha imposibilitado su rápida adopción. Opera dentro de la banda de los 2.4 Ghz.

A continuación se muestra una tabla donde se indica los rangos, ancho de banda y latencia de las redes inalámbricas.

	RANGO	ANCHO DE BANDA	LATENCIA (MS)
LAN	1-2 km.	10-1.000	1-10
WAN	Mundial	0.010-600	100-500
MAN	2-50 km	1-150	10
LAN inalámbrica	0,15-1,5 km	2-11	5-20
WAN inalámbrica	Mundial	0.010-2	100-500
Internet	Mundial	0.010-2	100-500

TABLA 2.2 RANGOS DE LA REDES INALÁMBRICAS

2.4 Antenas

2.4.1 Definición

Una antena es un dispositivo que sirve para transmitir y recibir ondas de radio. Convierte la onda guiada por la línea de transmisión (el cable o guía de onda) en ondas electromagnéticas que se pueden transmitir por el espacio libre.

Las antenas también deben dotar a la onda radiada de una polarización. La polarización de una onda es la figura geométrica descrita, al transcurrir el tiempo, por el extremo del vector del campo eléctrico en un punto fijo del espacio en el plano perpendicular a la dirección de propagación.



FIG. 2.7 ANTENAS EN GENERAL

Para todas las ondas, esa figura es normalmente una elipse, pero hay dos casos particulares de interés y son cuando la figura trazada es un segmento, denominándose linealmente polarizada, y cuando la figura trazada es un círculo, denominándose circularmente polarizada.

Una antena, al ser un elemento de un circuito, tendrá una distribución de corrientes sobre ella misma. Esta distribución dependerá de la longitud que tenga la antena y del punto de alimentación de la misma.

El tamaño de las antenas está relacionado con la longitud de onda de la señal de radiofrecuencia transmitida o recibida, debiendo ser, en general, un múltiplo o submúltiplo exacto de esta longitud de onda. Por eso, a medida que se van utilizando frecuencias mayores, las antenas disminuyen su tamaño.

Clases de Antenas

Dentro de las clases de antenas podemos encontrar:

- Antena Colectiva
- Antena de Cuadro
- Antena de Reflector o Parabólica
- Antena Lineal
- Antena Vertical de $\frac{1}{4}$ de onda
- Antena Yagi
- Antena Multibanda
- Dipolo de Media Onda
- El Dipolo en V Invertida

2.4.2.1 Antena Colectiva

Indicadas para dar señal a un pequeño número de usuarios este tipo de instalaciones se realizan en viviendas unifamiliares, caseríos, así como en comunidades de vecinos que no poseen antenas de TV, básicamente consta de una o varias antenas de TV amarradas a un mástil, y del cableado hasta la toma de usuario, si es preciso incorporan elementos amplificadores para mejorar la calidad de las señales ver figura 2.8.

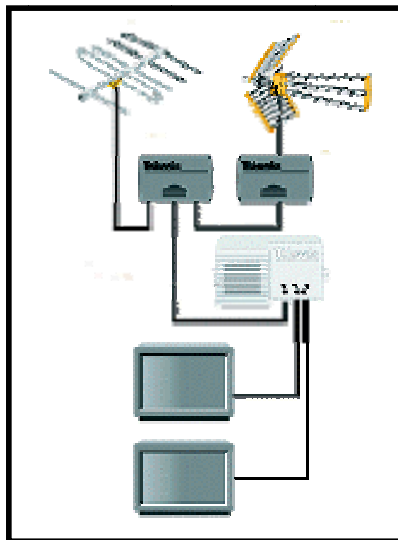


FIG. 2.8 ANTENA COLECTIVA

2.4.2.2 Antena de Cuadro

Antena de escasa sensibilidad, formada por una bobina de una o varias espiras arrolladas en un cuadro, cuyo funcionamiento bidireccional la hace útil en radiogoniometría.

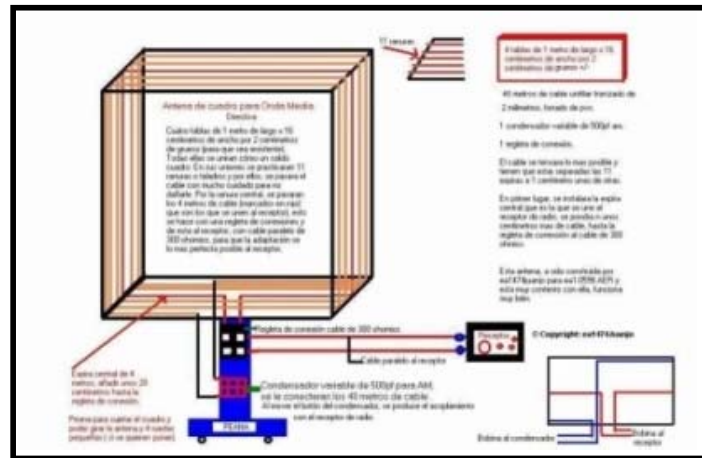


FIG. 2.9 ANTENA DE CUADRO

2.4.2.3 Antena de Reflector o Parabólica

Antena provista de un reflector metálico, de forma parabólica, esférica o de bocina, que limita las radiaciones a un cierto espacio, concentrando la potencia de las ondas; se utiliza especialmente para la transmisión y recepción vía satélite.



FIG. 2.10 ANTENA DE REFLECTOR O PARABÓLICA

2.4.2.4 Antena Lineal

La que está constituida por un conductor rectilíneo, generalmente en posición vertical.



FIG. 2.11 ANTENA LINEAL

2.4.2.5 Antena Multibanda

Hoy en día, existen muchos tipos de antenas, cada una con sus características. Así tenemos la antena multibanda que como su propio nombre indica, permite la recepción de ondas cortas en una amplitud de banda que abarca diversas frecuencias. Con este tipo de antenas, somos capaces de obtener señales tanto de la banda III como de la IV o, de la V.



FIG. 2.12 ANTENA MULTIBANDA

2.4.2.6 Dipolo de Media Onda

El dipolo de media onda lineal o dipolo simple es una de las antenas más ampliamente utilizadas en frecuencias arriba de 2MHz. En frecuencias bajo de 2 MHz, la longitud física de una antena de media longitud de onda es prohibitiva. Al dipolo de media onda se le refiere por lo general como antena de Hertz.

Una antena de Hertz es una antena resonante. O sea, es un múltiplo de un cuarto de longitud de onda de largo y de circuito abierto en el extremo más lejano. Las ondas estacionarias de voltaje y de corriente existen a lo largo de una antena resonante.



FIG. 2.13 DIPOLO DE MEDIA ONDA PARA 80 Y 160 METROS

2.4.2.7 Antena Yagi

Antena constituida por varios elementos paralelos y coplanarios, directores, activos y reflectores, utilizada ampliamente en la recepción de señales televisivas. Los elementos directores dirigen el campo eléctrico, los activos radian el campo y los reflectores lo reflejan.

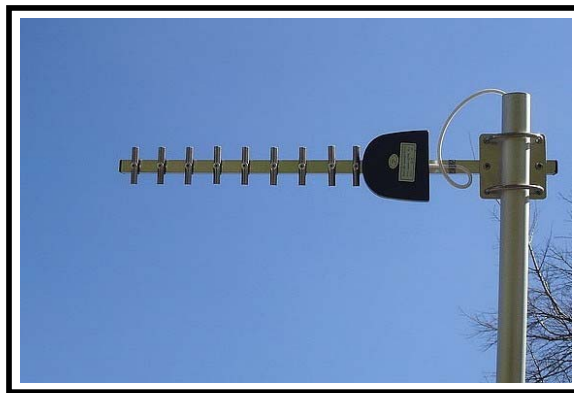


FIG. 2.14 ANTENA YAGI

2.4.2.8 La Antena Vertical de $\frac{1}{4}$ de Onda

El más conocido dipolo asimétrico es la antena de cuarto de onda con plano de tierra artificial, conocida como ground plane. El plano de tierra se simula mediante varios «radiales» de un cuarto de onda extendidos por debajo del elemento radiante vertical y conectado a la malla del cable de alimentación.



FIG. 2.15 ANTENA VERTICAL DE $\frac{1}{4}$ DE ONDA

2.4.2.9 El Dipolo en V Invertida

Este tipo de antenas son muy populares debido a que solamente necesitan de un mástil para poderlas instalar y que además no requieren de mucho espacio hacia los lados. Estas antenas además se pueden implementar como multibandas en forma por demás sencilla.

Cuando el espacio disponible no permite extender el dipolo horizontalmente en toda su longitud, se puede adoptar la configuración de las antenas dipolo en V invertida, que son una buena solución y que presenta incluso algunas ventajas frente al dipolo horizontal.

La realización exige algunas precauciones. Autores como Brault y Piat recomiendan que el ángulo de la V no sea inferior a 120 grados, y que los extremos de la V estén lo más lejos posible del suelo; la proximidad de los extremos a la tierra induce capacidades que alteran la frecuencia de resonancia.

El dipolo en V invertida es sumamente apreciado por los radioaficionados que transmiten en expediciones, porque con un simple mástil de unos nueve metros, un poco de cable y de cuerda de nylon, es posible instalar rápidamente una antena transportable, liviana, y poco voluminosa.



FIG. 2.16 DIPOLO EN V INVERTIDA PARA 30 METROS

2.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS ANTENAS

Dentro de las características de las antenas podemos considerar las siguientes:

- Polarización
- Angulo de Radiación
- Directividad
- Anchura de Haz
- Diagrama de Radiación
- Ganancia
- Ancho de banda

2.5.1. Polarización

Se define como polarización de una antena, la dirección que tiene el campo eléctrico de la onda electromagnética. Si el campo eléctrico es horizontal, la antena tiene polarización horizontal; si es vertical, tendrá polarización vertical. En general, la polarización coincide con la posición del hilo conductor de la antena. Si ésta tiene el conductor en posición horizontal, la antena tiene polarización horizontal; si está

vertical, tendrá polarización vertical. En algunos tipos de antenas resulta dudoso determinar la polarización (antenas de cuadro o similares), pero lo determinaremos al hablar de cada tipo.

Para las frecuencias comprendidas entre los 3 y 30 Mhz, en las que la mayoría de la propagación se realiza en la Ionosfera, la elección de uno u otro tipo no tiene importancia, ya que la polarización se pierde al haber una reflexión. Sin embargo, en frecuencias superiores, donde las reflexiones son muy raras, o bien, siempre que se quiera establecer comunicación por vía directa (sin reflexiones), la antena emisora y la receptora deben tener la misma polarización, ya que en caso contrario las pérdidas son muy importantes.

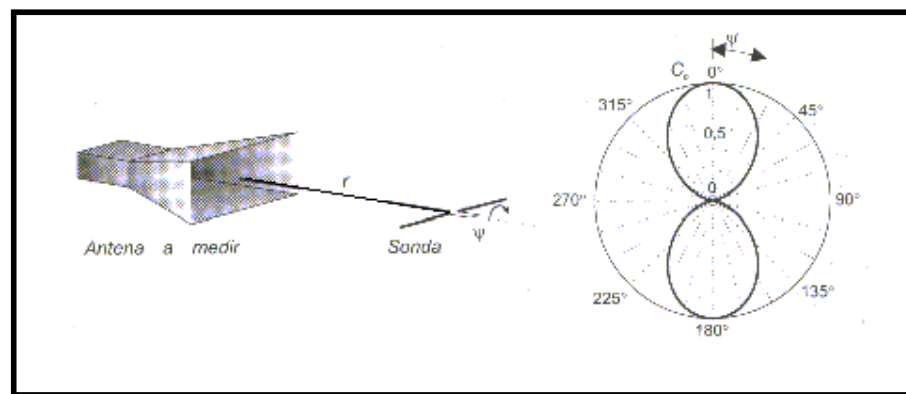


FIG. 2.17 ESQUEMA DE REPRESENTACIÓN DE LA POLARIZACIÓN DE UNA ANTENA

2.5.2. Angulo de Radiación

Se llama ángulo de radiación al ángulo vertical (Por encima del horizonte) en que antena emite (o recibe) la máxima intensidad de campo electromagnético.

Resulta evidente que todas las estaciones con las que podemos contactar se encuentran, o bien en línea horizontal o bien más allá del horizonte. Ahora bien, por el hecho de que las antenas se encuentran encima del suelo se produce una interacción entre el campo electromagnético que sale de la antena y la parte de éste rebota en el suelo. La combinación de los dos hace que la energía se cancele para ciertos ángulos y que se refuerce para otros. El ángulo para el que el refuerzo es máximo se llama ángulo de radiación de una antena. Curiosamente ninguna antena real situada sobre el suelo tiene su

máximo ángulo de radiación en dirección horizontal. La máxima radiación siempre ocurre con un cierto ángulo hacia arriba.

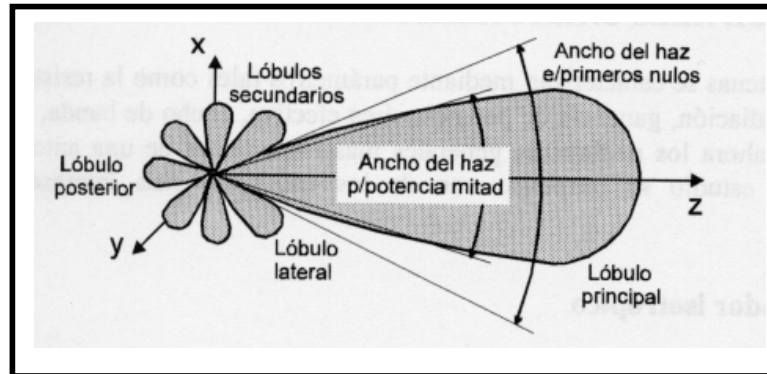


FIG. 2.18 ANGULO DE RADIACIÓN

2.5.3. Directividad

Se denomina directividad a la dirección en la que se produce el máximo de radiación de la antena. Algunas antenas radian igualmente hacia todas las direcciones, en cambio, otras tienen una o varias direcciones en las que la radiación se ve favorecida. La directividad se puede calcular a partir del diagrama de radiación. La ganancia de una antena es igual a la directividad multiplicada por la eficiencia.

Según este parámetro, existen dos grupos de antenas: Las antenas omnidireccionales, que son las que irradian las ondas en forma casi uniforme en todas las direcciones, y las antenas direccionales, que concentran la energía en una sola dirección. Este patrón de radiación se refiere teóricamente al espacio libre sin tener en cuenta los obstáculos que pueda encontrar la señal.

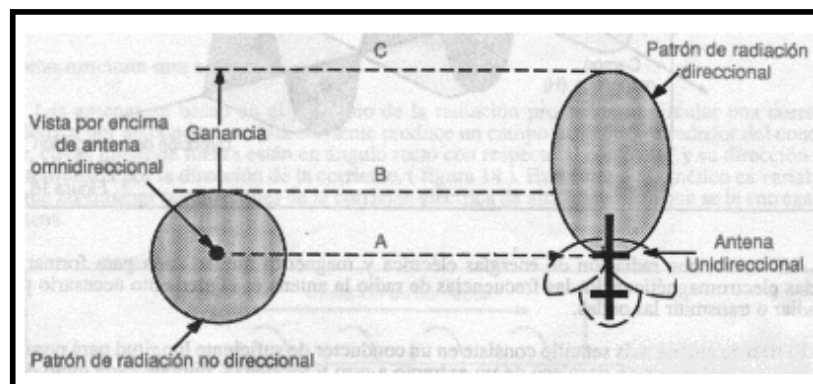


FIG. 2.19 DIRECTIVIDAD

2.5.4. Anchura de haz

Es un parámetro de radiación, ligado al diagrama de radiación. Se puede definir el ancho de haz a -3dB , que es el intervalo angular en el que la densidad de potencia radiada es igual a la mitad de la máxima. También se puede definir el ancho de haz entre ceros, que es el intervalo angular del haz principal del diagrama de radiación, entre los dos ceros adyacentes al máximo.

2.5.5. Diagrama de radiación (Patrón de radiación)

Es la representación gráfica de las características de radiación de una antena. Es habitual representar el módulo del campo eléctrico o la densidad de potencia radiada, aunque también se pueden encontrar diagramas de polarización o de fase.

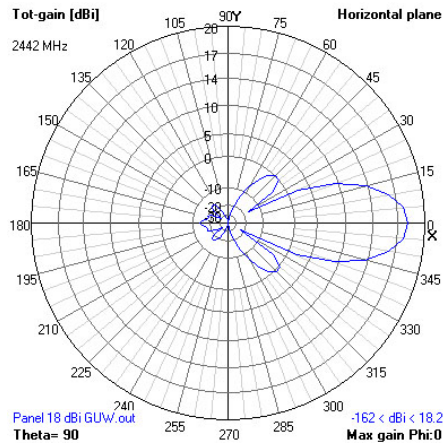


FIG. 2.20 DIAGRAMA DE RADIACIÓN EN EL PLANO HORIZONTAL

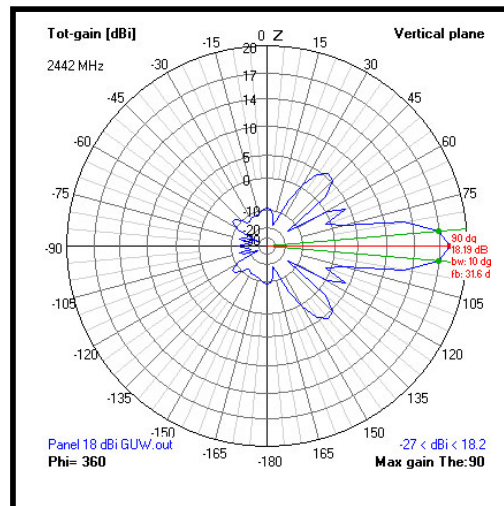


FIG. 2.21 DIAGRAMA DE RADIACIÓN EN EL PLANO VERTICAL

2.5.6. Ganancia

Se define como ganancia de una antena la diferencia que existe entre el campo electromagnético producido por una determinada antena en su dirección más favorable respecto al de otra antena que se toma como patrón. Científicamente se toma como referencia la antena isotrópica, que es una antena ideal que irradia uniformemente en todas direcciones. Evidentemente no existe tal antena pero, matemáticamente, es muy fácil calcular el campo electromagnético que produciría una antena de ese tipo. En la práctica la antena que se usa como referencia suele ser el dipolo, que ya tiene una ganancia de 2.8 dB sobre la antena isotrópica. Esto se debe a que el dipolo es una antena muy simple y fácil de construir, por lo cual se pueden hacer comparaciones directas entre dos antenas sin tener que recurrir a la antena isotrópica que no existe y por tanto no es comparable directamente.

Si la ganancia de una antena está referida a la antena isotrópica se representa como dBi. Si está referida al dipolo se representa como dBd. La ganancia de una antena siempre viene referida a otra, por tanto, no son de fiar las ganancias que no indiquen claramente cuál es la referencia (recordar que el decibelio es una media comparativa).

2.5.7. Ancho de Banda

El ancho de banda de la antena se define como el rango de frecuencias sobre las cuales la operación de la antena es "satisfactoria". Esto, por lo general, se toma entre los puntos de media potencia, pero a veces se refiere a las variaciones en la impedancia de entrada de la antena. Se puede definir un ancho de banda de impedancia, de polarización, de ganancia o de otros parámetros.

2.6 TIPOS DE ANTENAS PARA REDES INALÁMBRICAS

Las antenas de redes inalámbricas se pueden dividir en tres tipos:

- Antenas Direccionales (o directivas)
- Antenas Omnidireccionales
- Antenas Sectoriales

2.6.1. Antenas Direccionales (o directivas)

Orientan la señal en una dirección muy determinada con un haz estrecho pero de largo alcance. Una antena direccional actúa de forma parecida a un foco que emite un haz concreto y estrecho pero de forma intensa (más alcance).

Las antenas Direccionales "envían" la información a una cierta zona de cobertura, a un ángulo determinado, por lo cual su alcance es mayor, sin embargo fuera de la zona de cobertura no se "recibe" nada, no se puede establecer comunicación entre los interlocutores.

El alcance de una antena direccional viene determinado por una combinación de los dBi de ganancia de la antena, la potencia de emisión del punto de acceso emisor y la sensibilidad de recepción del punto de acceso receptor.

Debemos recalcar que las antenas yagi pertenecen al grupo de las antenas directivas ya que estas irradian en una sola dirección por su característica y construcción.



FIG. 2.22 ANTENAS DIRECCIONALES

2.6.2. Antenas Omnidireccionales

Orientan la señal en todas direcciones con un haz amplio pero de corto alcance. Si una antena direccional sería como un foco, una antena omnidireccional sería como una bombilla emitiendo luz en todas direcciones pero con una intensidad menor que la de un foco, es decir, con menor alcance.

Las antenas Omnidireccionales "envían" la información teóricamente a los 360 grados por lo que es posible establecer comunicación independientemente del punto en el que se esté. En contrapartida el alcance de estas antenas es menor que el de las antenas direccionales.

El alcance de una antena omnidireccional viene determinado por una combinación de los dBi de ganancia de la antena, la potencia de emisión del punto de acceso emisor y la sensibilidad de recepción del punto de acceso receptor. A mismos dBi, una antena sectorial o direccional dará mejor cobertura que una omnidireccional.



FIG. 2.23 ANTENAS OMNIDIRECCIONALES

2.6.3. Antenas Sectoriales

Son la mezcla de las antenas direccionales y las omnidireccionales. Las antenas sectoriales emiten un haz más amplio que una direccional pero no tan amplio como una omnidireccional. La intensidad (alcance) de la antena sectorial es mayor que la omnidireccional pero algo menor que la direccional. Siguiendo con el ejemplo de la luz, una antena sectorial sería como un foco de gran apertura, es decir, con un haz de luz más ancho de lo normal.

Para tener una cobertura de 360° (como una antena omnidireccional) y un largo alcance (como una antena direccional) deberemos instalar o tres antenas sectoriales de 120° ó 4 antenas sectoriales de 80° . Las antenas sectoriales suelen ser más costosas que las antenas direccionales u omnidireccionales.



FIG. 2.24 ANTENAS SECTORIALES

2.7 ANTENA YAGI

La antena Yagi es una antena direccional inventada por el Dr. Hidetsugu Yagi de la Universidad Imperial de Tohoku y su ayudante, el Dr. Shintaro Uda (de ahí el nombre Yagi-Uda). Esta invención diferente a las ya convencionales, produjo que mediante una estructura simple de dipolo, combinado con elementos parásitos, conocidos como reflector y directores, construir una antena de muy alto rendimiento. La invención del Dr. Yagi (patentada en 1926) no fue usada en Japón en un principio. Sin embargo fue aceptada en Europa y Norteamérica, en donde se incorporó a la producción comercial, de los sistemas de difusión, Tv y otros. El uso de esta antena en Japón solo comenzó a utilizarse durante la Segunda Guerra Mundial, cuando fue descubierto que la invención de Yagi, era utilizada como antena de radar por los ejércitos aliados.

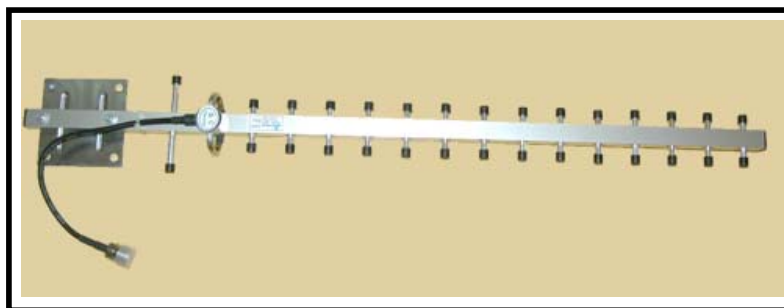


FIG. 2.25 ANTENA YAGI DE 2.4 GHz

2.8 ELEMENTOS DE UNA ANTENA YAGI

Los elementos de una antena Yagi son:

1. **Elemento Conductor.** Este es el elemento que capta o emite las señales.
2. **Reflectores.** Estas dos varillas actúan reflejando las ondas en la dirección del elemento conductor.
3. **Directores o guías de ondas:** Estas varillas, de longitud progresivamente menor alejándose del conductor y espaciadas a distancias precisas, hacen que la onda siga el camino correcto hasta llegar a elemento conductor. También influyen sobre la impedancia de la antena
4. **Cableado:** Cable coaxial o bifilar que va desde la fuente de origen hasta la antena.



FIG. 2.26 ELEMENTOS DE UNA ANTENA YAGI

CAPITULO III

ESTUDIO Y MÉTODOS DE SUELDA DEL ALUMINIO

3.1 INTRODUCCIÓN

El aluminio es el metal más abundante en la corteza terrestre en una proporción aproximada del 8%. En un principio, el aluminio se consideró como un metal precioso y la primera presentación pública de este metal fue en 1855 en la Exposición Universal de París. En aquel entonces se le conocía como “plata de arcilla”.

A principios de siglo, el aluminio era poco empleado, ya que era ligero, muy blando, dúctil y sobretodo mecánicamente poco resistente. No obstante, en 1915 la industria intentó abrir mercados con el aluminio comercialmente puro y varias aleaciones más de colada y forja. No obstante, no fue hasta con la aparición de la aleación conocida como “duraluminio” cuando la industria del aluminio empezó a expandirse. El duraluminio experimentaba un envejecimiento natural a temperatura ambiente que producía un aumento considerable de la resistencia mecánica. Esta aleación era la base para la construcción de aviones y dirigibles. A partir de ese momento el empleo del aluminio y sus aleaciones ha ido en auge y se utiliza para diversos campos como la aeronáutica, el automóvil, industrias químicas, etc.

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL ALUMINIO

Dentro de las características de aluminio que podemos destacar tenemos: características físicas, químicas, mecánicas y punto de fusión.

3.2.1. Características Físicas

Entre las características físicas del aluminio, destacan las siguientes:

- **Ligero y Resistente:** El aluminio es un metal muy ligero con un peso específico de $2,7 \text{ g/cm}^3$ un tercio el peso del acero. Su resistencia puede adaptarse a la aplicación que se desee modificando la composición de su aleación.
- **Resistente a la corrosión:** El aluminio genera de forma natural una capa de óxido que lo hace muy resistente a la corrosión. Los diferentes tipos de tratamientos de revestimiento pueden mejorar aún más esta propiedad. Resulta especialmente útil para aquellos productos que requieren de protección y conservación.
- **Excelente conductor del calor y de la electricidad:** El aluminio es un excelente conductor del calor y la electricidad y, en relación con su peso, es casi dos veces mejor que el cobre.
- **Totalmente reciclable:** El aluminio es cien por cien reciclable sin merma de sus cualidades. El refundido del aluminio necesita poca energía. El proceso de reciclado requiere sólo un 5% de la energía necesaria para producir el metal primario inicial.
- **Abundante en la naturaleza:** Es el elemento metálico más abundante en la Tierra y en la Luna, pero nunca se encuentra en forma libre en la naturaleza. Se halla ampliamente distribuido en las plantas y en casi todas las rocas, sobre todo en las ígneas, que contienen aluminio en forma de minerales de alúmino silicato.
- **Es de color blanco brillante**

3.2.2. Características Químicas

Entre las características químicas del aluminio se tienen las siguientes:

- Debido a su elevado estado de oxidación se forma rápidamente al aire una fina capa superficial de óxido de aluminio (Alúmina Al_2O_3) impermeable y adherente que detiene el proceso de oxidación, lo que le proporciona resistencia a la corrosión y durabilidad. Esta capa protectora, de color gris mate, puede ser ampliada por electrólisis en presencia de oxalatos.
- El aluminio tiene características anfóteras, esto significa que se disuelve tanto en ácidos (formando sales de aluminio) como en bases fuertes (formando aluminatos con el anión $[Al(OH)_4]^-$) liberando hidrógeno.
- La capa de óxido formada sobre el aluminio se puede disolver en ácido cítrico formando citrato de aluminio.
- El principal y casi único estado de oxidación del aluminio es +III como es de esperar por sus tres electrones en la capa de valencia

El aluminio reacciona con facilidad con HCl (ácido clorhídrico), NaOH (hidróxido de sodio), perclórico, pero en general resiste la corrosión debido al óxido. El óxido de aluminio es tan estable que se utiliza para obtener otros metales a partir de sus óxidos (Cromo, Manganeso, etc.) por el proceso aluminotérmico.

3.2.3. Características Mecánicas:

Entre las características mecánicas del aluminio se tienen las siguientes:

- De fácil mecanizado.
- Muy maleable, permite la producción de láminas muy delgadas.
- Bastante dúctil: El aluminio es dúctil y tiene una densidad y un punto de fusión bajos. Esta situación de fundido, puede procesarse de diferente manera. Su ductibilidad permite que los productos de aluminio se fabriquen en una fase muy próxima al diseño final del producto.

- Material blando (Escala de Mohs: 2-3). Límite de resistencia en tracción: 160-200 N/mm² [160-200 MPa] en estado puro, en estado aleado el rango es de 1400-6000 N/mm². El duraluminio es una aleación particularmente resistente.
- Material que forma aleaciones con otros metales para mejorar las propiedades mecánicas.
- Material soldable.

3.3 PROCESOS DE SOLDADURA PARA EL ALUMINIO

Los procedimientos de soldadura en aluminio pueden ser:

- Por arco eléctrico,
- Por resistencia.

3.3.1. Soldadura por arco eléctrico

Hay dos técnicas de soldadura por arco, de un lado la soldadura por arco bajo atmósfera inerte con electrodo refractario o procedimiento TIG y de otro lado la soldadura por arco bajo atmósfera inerte con electrodo consumible o procedimiento MIG.

3.3.1.1 La Soldadura TIG (Tungsten Inert Gas),

La soldadura mediante arco de gas tungsteno (GTAW) suele denominarse soldadura TIG. Se trata de un proceso de soldadura de alta calidad utilizado habitualmente. La soldadura TIG se ha convertido en una elección habitual cuando se requiere una soldadura de precisión y de alta calidad.

En la soldadura TIG se forma un arco entre un electrodo de tungsteno inconsumible y el componente a soldar. Se aplica gas a través del soplete para proteger el electrodo y fundir el baño de fusión de la soldadura. Si se utiliza un alambre o varilla de metal o de aportación, se añade al baño de fusión de la soldadura.

Los gases protectores que suelen usarse son el argón, el argón con hidrógeno y el argón con helio. Suele añadirse helio para incrementar la entrada de calor (aumentando así la velocidad o la penetración de la soldadura). El hidrógeno genera soldaduras de aspecto más

limpio y también incrementa la entrada de calor. Sin embargo, el hidrógeno puede provocar porosidad o fisuración por absorción de hidrógeno.

A continuación se detalla los elementos que conforman el equipo de la soldadura TIG.

- **Fuente de potencia:** La fuente de energía deberá ser capaz de funcionar a elevadas intensidades y suministrar corriente continua de forma constante para que pueda fundir el alambre de aportación a medida que este fluye de forma continua.



FIG. 3.1 EQUIPO BÁSICO DE LA SOLDADURA TIG

- **Antorcha TIG:** Tiene la misión de conducir la corriente y el gas de protección hasta la zona de soldeo. El electrodo de tungsteno que transporta y mantiene la corriente hasta la zona de soldeo se sujeta rígidamente mediante una pinza alojada en el cuerpo porta-electrodos.

El gas de aportación llega hasta la zona de soldeo a través de una tobera de material cerámico, sujeta en la cabeza del porta-electrodos. La tobera tiene la misión de dirigir y distribuir el gas protector sobre la zona de soldeo.



FIG. 3.2 ANTORCHA DE LA SOLDADURA TIG

- **Pinza de masa:** La conexión correcta de la pinza de masa es una consideración de importancia. La situación del cable es de especial relevancia en el soldeo. Un cable mal sujeto no proporcionará un contacto eléctrico consistente y la conexión se calentará, pudiendo producirse una interrupción en el circuito y la desaparición del arco. La zona de contacto de la pinza de masa debe estar totalmente limpia sin sustancias que puedan dificultar su correcto contacto como pinturas, barnices, aceites....



FIG. 3.3 PINZA DE MASA DE LA SOLDADURA TIG

- **Electrodo:** Los electrodos normalmente utilizados son de tungsteno con Torio. A título orientativo, las intensidades de soldadura deberían ser las siguientes:

ELECTRODO (mm)	CORRIENTE DE SOLDADURA (Amp)
1.6 mm	3 – 35 Amp.
2.0 mm	30 – 100 Amp.
2.4 mm	100 – 160 Amp.

TABLA 3.1 PARAMETROS DE LOS ELECTRODOS

3.3.1.2 Soldadura por arco Mig / Mag

El soldeo por arco eléctrico con protección de gas, es un proceso de soldeo en el cual el calor necesario es generado por un arco que se establece entre un electrodo consumible y el metal que se va a soldar.

Un alambre macizo, desnudo, que se alimenta de forma continua automáticamente y se convierte en el metal depositado según se consume, realiza la función de electrodo.

El electrodo, arco, metal fundido y zonas adyacentes del metal base, quedan protegidas de la contaminación de los gases atmosféricos mediante una corriente de gas que se aporta por la tobera de la pistola, concéntricamente al alambre / electrodo.

El proceso MIG / MAG se puede utilizar para el soldeo de todos los materiales (Aceros al carbono, inoxidable, aluminio, etc).

El electrodo es continuo, lo que aumenta la productividad por no tener que cambiar de electrodo y la tasa de deposición es elevada. Se puede conseguir velocidades de soldeo mucho más elevadas que con electrodos revestidos. Se trata de un proceso de fácil aplicación que nos permite el soldeo en cualquier posición. Se pueden realizar soldaduras largas sin empalmes entre cordones. No se requiere eliminar ninguna escoria, puesto que no existe.

Por otro lado se trata de un equipo más costoso, de mayores dimensiones y que requiere de instalación de gas lo que hace que se restrinja su uso a espacios industriales interiores.

A continuación se detalla los elementos que conforman el equipo de la soldadura MIG / MAG

- **Fuente de potencia:** La fuente de energía deberá ser capaz de funcionar a elevadas intensidades y suministrar corriente continua de forma constante para que pueda fundir el alambre de aportación a medida que este fluye de forma continua. Esta fuente de potencia requerirá alimentación monofásica (1ph) o trifásica (3ph) según sea su potencia o por lo tanto su consumo.



FIG. 3.4 EQUIPO BÁSICO DE LA SOLADADURA MIG / MAG

- **Sistema de alimentación de alambre:** La unidad de alimentación de alambre es el dispositivo que hace que el alambre pase por el tubo de contacto de la pistola para fundirse en el arco. Los equipos MIG / MAG disponen de un sistema para variar la velocidad de avance del alambre, así como de una válvula magnética para el paso del gas.

Un motor transmite la potencia a los rodillos de arrastre de manera que estos desplazan el alambre desde la bobina a la punta de contacto de la antorcha.

Los rodillos en contacto son normalmente uno plano y el otro con bisel. El bisel es en forma de V para materiales duros como acero y acero inoxidable, y en forma de U para materiales blandos como el aluminio. Es imprescindible que seleccionar el rodillo de acuerdo con el diámetro de alambre.

- **Antorcha:** Las pistolas para el soldeo por hilo continuo tienen que permitir que el alambre se mueva a través de ellas a una velocidad predeterminada y, en segundo lugar, transmitir la corriente de soldadura al alambre y dirigir el gas de protección.



FIG. 3.5 ANTORCHA DE LA SOLDADURA MIG / MAG

- **Pinza de masa:** La conexión correcta de la pinza de masa es una consideración de importancia. La situación del cable es de especial relevancia en el soldeo. Un cable mal sujeto no proporcionará un contacto eléctrico consistente y la conexión se calentará, pudiendo producirse una interrupción en el circuito y la desaparición del

arco. La zona de contacto de la pinza de masa debe estar totalmente limpia sin sustancias que puedan dificultar su correcto contacto como pinturas, barnices, aceites....



FIG. 3.6 PINZA DE MASA DE LA SOLDADURA MIG / MAG

Parámetros de soldeo

- **Materiales de aportación:** El hilo o alambre realiza la función de electrodo durante el proceso de soldeo y aporta el material necesario para realizar la unión.

Los alambres empleados suelen ser de los diámetros 0,6; 0,8; 1,0; 1,2;... y se suministran en bobinas que se colocan directamente sobre los sistemas de alimentación. Para conseguir una alimentación suave y uniforme el alambre debe estar bobinado en capas perfectamente planas y es necesario que no esté tirante durante su suministro.

Los alambres de acero reciben a menudo un recubrimiento de cobre que mejora el contacto eléctrico, la resistencia a la corrosión y disminuye el rozamiento con los distintos sistemas de alimentación y la antorcha.

El material de aportación tiene que ser similar en composición química del metal base.

Cuando se varía el diámetro del alambre utilizado se debe cambiar el tubo-guía. El tubo de contacto y ajustar los rodillos a la nueva medida de alambre.

- **Soldadura HILO SIN GAS:** Existe un tipo de alambre denominado “hilo animado” o “hilo tubular” que permite el soldeo sin la necesidad de aportar gas de protección. Esto lo hace ideal para soldar en exteriores o en ambientes con grandes corrientes de aire. Para poder soldar con este tipo de alambre es necesario disponer

de equipos que nos permitan invertir la polaridad.; antorcha al polo negativo (-) y pinza de masa al polo positivo (+).

- **Velocidad del hilo:** La velocidad del hilo debe regularse de acuerdo con la intensidad de soldadura de manera que el alambre se funda homogéneamente. Si se varía la potencia de soldadura para adaptarla a un nuevo material o a una nueva medida de alambre, se debe al mismo tiempo modificar la velocidad del hilo.
- **Intensidad de soldadura:** Este parámetro se selecciona en función del material a soldar, el grosor del mismo y el diámetro del alambre. La intensidad seleccionada condicionará la velocidad del hilo.
- **Gases de protección:** El objetivo fundamental del gas de protección es la de proteger al metal fundido de la contaminación por atmósfera circundante. Muchos otros factores afectan a la elección del gas de protección. Alguno de estos son: material a soldar, modo de transferencia de metal de aportación deseado, penetración y forma del cordón, velocidad de soldeo y por supuesto precio del gas.

Generalizado, los gases más comúnmente utilizados son:

MATERIAL	GAS DE PROTECCIÓN
ACERO	Argón 85% + CO ₂ 15% + CO ₂ 15%
ACERO INOXIDABLE	Argón 75% + CO ₂ 20%
ALUMINIO	Argón 100%

TABLA 3.2 PARAMETROS DE SOLDADURA DE LA MIG/MAG

El caudal de gas a utilizar dependerá de las condiciones en las que estemos trabajando, pero por lo general podemos calcularlo a base de 10 veces el diámetro del hilo.

3.3.2. Soldadura por Resistencia

La soldadura por resistencia es uno de muchos métodos de unir dos o más piezas de metal. Algunos de esos métodos son listados a continuación a fin de ilustrar en que difiere la soldadura de punto de las demás.

1. Empernar
2. Rivetear/Remachar
3. Soldar

4. Suelta de Arco
5. Soldadura por Punto

Empernar, ribetear, soldar y suelta de arco, todas requieren de un material adicional a ser añadido al metal que va a ser unido. Adicionalmente, empernar y ribetear, requieren que se haga agujeros al metal para que calcen los ribetes o pernos en el metal.

Analizado los diferentes tipos de suelta se seleccionó para el presente proyecto la soldadura por punto la misma que consiste en que las dos piezas de metal que van a unirse deben ser presionadas juntas por los electrodos de la máquina soldadora de manera que hagan un buen contacto eléctrico. Entonces se pasa la corriente eléctrica a través de ellos, se los calienta hasta que empiecen a derretir en el punto donde están en contacto El metal fundido de las dos piezas fluye y las piezas se unen; entonces la corriente se apaga y el metal fundido se solidifica, formando una conexión metálica sólida entre las dos piezas. *El término "Soldadura por Punto" viene del hecho de que es la propiedad eléctrica de la resistencia del metal a ser soldado la que causa el calor que se generará cuando la corriente fluye a través de él.*

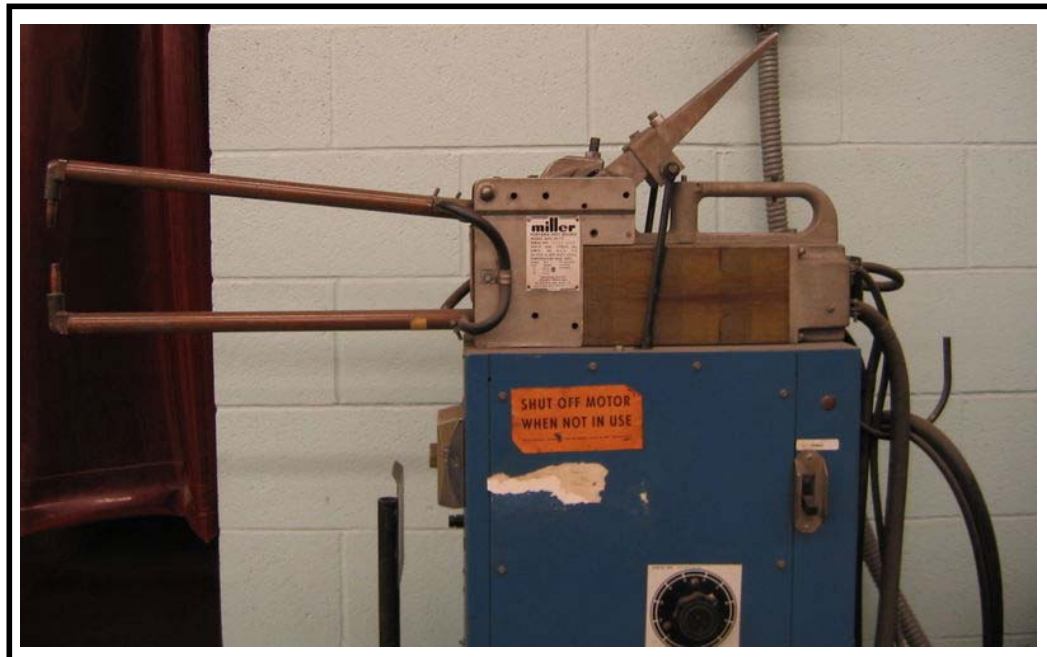


FIG. 3.7 EQUIPO DE LA SOLADADURA DE PUNTO

Factores importantes al hacer una soldadura por punto

Importante para la formación apropiada del área fundida entre las piezas a ser soldadas es la magnitud de la corriente, el tiempo durante el cual esta corriente fluye, y la fuerza al presionar las partes juntas. El valor óptimo de estos parámetros varía de acuerdo al tipo de material y grosor que va hacer soldado.

- **Corriente adecuada:** Corrientes altas no están disponibles en cualquier tomacorriente estándar. La máxima corriente disponible en los tomacorrientes de casa y oficinas es de 15 amperios. Aún en las fábricas donde se utilizan grandes cantidades de energía eléctrica, 200 amperios es la corriente disponible en los circuitos de distribución eléctrica.

Sin embargo para conseguir corrientes altas, necesarios para la soldadura por punto hay algunos dispositivos que deben usarse para aumentar la corriente de un nivel relativamente bajo de la línea de energía. El dispositivo generalmente es un transformador, el mismo que permite reducir un voltaje de 120 o 240 a 4 o 12 V, y elevar el amperaje considerablemente para aumentar la corriente.

- **Tiempo adecuado:** La duración del tiempo que la corriente de soldadura fluye a través de las dos piezas de metal a ser soldadas es también importante. Para el proyecto
- **Fuerza de los electrodos:** El tercer factor crítico en la soldadura de punto es la fuerza de presión sobre los metales juntos (Fuerza de Electrodo).

Esta fuerza es necesaria para asegurar un buen contacto eléctrico entre las partes que van a ser soldadas, y para mantener las partes fijas hasta que el metal derretido que forma la junta sólida tenga tiempo de solidificarse.

El valor óptimo de estos parámetros varían de acuerdo al tipo de material y su grosor para ello tenemos las siguientes tablas donde se especifican el grosor del material, diámetros del electrodo, tiempo de soldadura y corriente necesaria para la unión de las piezas a ser soldadas.

ESPELOR DE LA PIEZA (mm)	DIAMETRO DEL ELECTRODO (mm)	FUERZA NETA DEL ELECTRODO (Kgf)	TIEMPO DE SOLDADURA (seg)	CORRIENTE DE SOLDADURA (Amperios)
0.25	9.53	90.91	4	4000
0.53	9.53	136.36	6	6500
0.79	9.53	181.82	8	8000
1.02	12.70	227.27	10	9500
1.27	12.70	295.45	12	10500
1.57	12.70	363.64	14	12000
1.98	15.88	500.00	17	14000
2.39	15.88	590.91	20	15500
2.77	15.88	727.27	23	17500
3.18	22.23	818.18	26	19000

TABLA. 3.1 SOLDADURA POR PUNTO PARA ALUMINIO Y ALEACIONES CON ALUMINIO¹

ESPELOR DE LA PIEZA (mm)	DIAMETRO DEL ELECTRODO (mm)	FUERZA NETA DEL ELECTRODO (Kgf)	TIEMPO DE SOLDADURA (seg)	CORRIENTE DE SOLDADURA (Amperios)
0.15	4.76	81.81	2	1200
0.20	4.76	90.90	3	1200
0.25	4.76	104.54	3	1200
0.30	6.35	118.18	3	1500
0.35	6.35	136.36	4	2000
0.40	6.35	172.72	4	2500
0.45	6.35	181.81	4	3000
0.50	6.35	236.36	4	3500
0.60	9.53	295.45	5	4000
0.65	9.53	340.90	5	5000

TABLA. 3.2 SOLDADURA POR PUNTO PARA MATERIAL EN ACERO

¹ Tabla 3.1 y 3.2 Handbook For Resistance Spot Welding

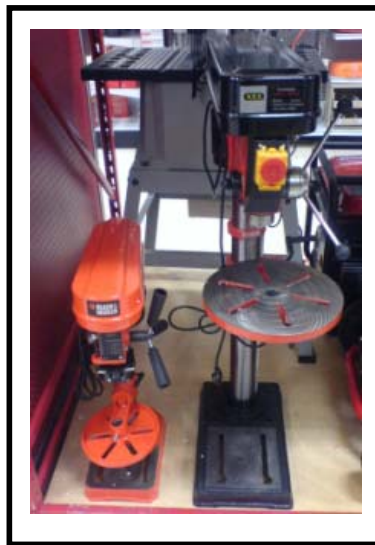
CAPITULO IV

IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA DE SOLDADURA

4.1 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS, TAMAÑO Y TORQUE PARA EL SISTEMA DE SOLDADURA

Para el sistema del brazo electromecánico para la soldadura de punto, se analizó los diferentes modelos y maquinas que reunían las características para dicho propósito.

El sistema que más se acerco para dicho fin fue la de un taladro manual vertical de altura 1.20 cm, el mismo que no presentaba movimientos vibratorios en bocines ni juego en el eje principal, ya que con estas características nos permitió tener una mejor exactitud, precisión y seguridad para el acople mecánico y la automatización de las diferentes partes para el sistema de soldadura.



FOTOGRAFÍA 4.1 TALADRO MANUAL VERTICAL

4.2 DIAGRAMAS DE BLOQUES DEL SISTEMA DE SOLDADURA

El prototipo de Sistema de Soldadura de punto será diseñado y construido para soldar aluminio para la construcción de antenas Yagi en la banda de 2.4 GHz. La configuración del Sistema de Soldadura de Punto en diagrama de bloques Fig. 4.1

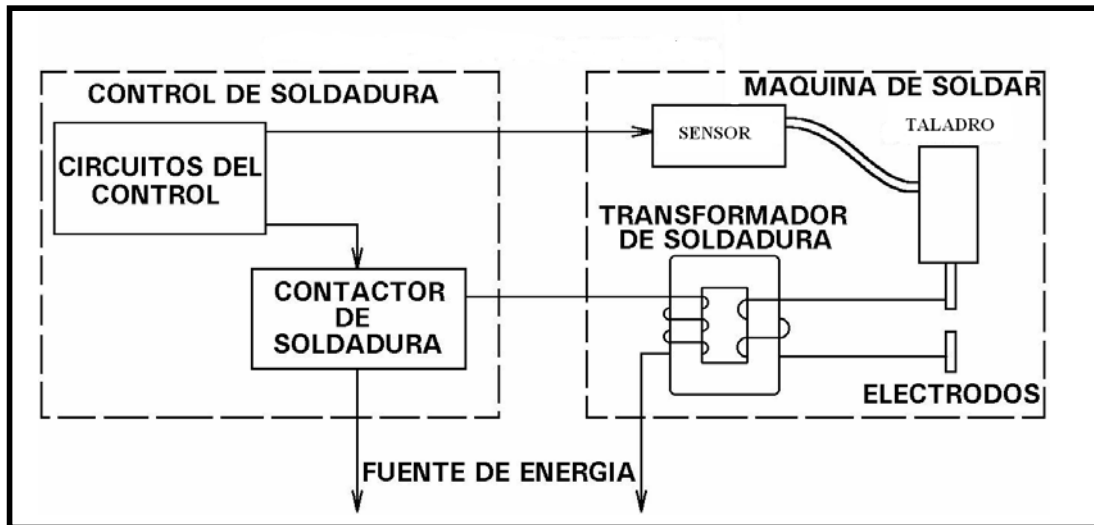


FIG 4.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE SOLDADURA DE PUNTO

4.3 CONSTRUCCIÓN DEL BRAZO ELECTROMECAÁNICO (MAQUINA DE SOLDAR)

En la construcción del brazo electromecánico nos interesaba el control del eje vertical para de esta manera poder realizar la suelda de punto, se procedió a retirar las partes eléctricas y mecánicas que producían el movimiento circular del mandril, por tal motivo se retiró las siguientes partes:

- Bandas
- Ejes de Poleas
- Motor eléctrico AC
- Soporte del Motor
- Mandril

Después de retirar las partes mencionadas, se diseñó el sistema electromecánico el mismo que permite el movimiento vertical del eje principal, para lo cual se analizó los diferentes tipos de motores.

4.3.1 Servomotores (CC)

Los servos son un tipo especial de motor de corriente continua, que se caracterizan por su capacidad para posicionarse de forma inmediata en cualquier posición dentro de su intervalo de operación.

Para ello, el servomotor espera un tren de pulsos que se corresponde con el movimiento a realizar. Están generalmente formados por un amplificador, un motor, un sistema reductor formado por ruedas dentadas y un circuito de realimentación, todo en una misma caja de pequeñas dimensiones. El resultado es un servo de posición con un margen de operación de 180° aproximadamente

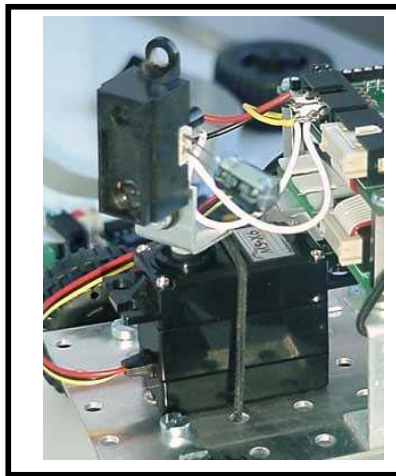


FIG. 4.2 SERVOMOTOR (CC)

Se dice que el servo es un dispositivo con un eje de rendimiento controlado ya que puede ser llevado a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada. Con tal de que exista una señal codificada en la línea de entrada, el servo mantendrá la posición angular del engranaje. Cuando la señal codificada cambia, la posición angular de los piñones cambia.

Los motores son pequeños, un servo normal proporciona un par de 3 kg-cm a 4.8 V, lo cual es bastante para su tamaño, sin consumir mucha energía. La corriente que requiere depende del tamaño del servo. Normalmente el fabricante indica cual es la corriente que consume. Eso no significa mucho si todos los servos van a estar moviéndose todo el tiempo. La corriente depende principalmente del par, y puede exceder un amperio si el servo está enclavado.

4.3.1.1 Composición del Servomotor (CC)

El servomotor está constituido por un motor, una circuitería de control, un juego de piñones, y la caja.

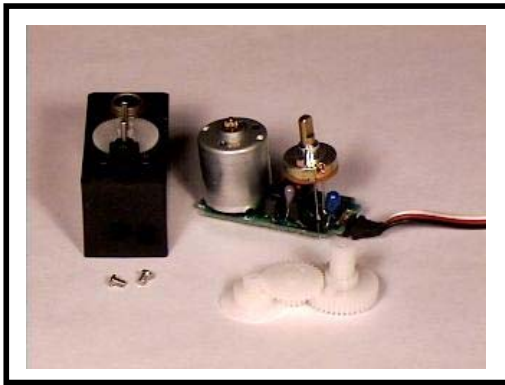


FIG. 4.3 SERVOMOTOR DESMONTADO

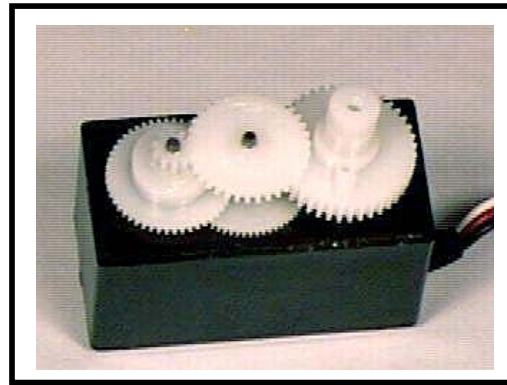


FIG. 4.4 TREN DE ENGRANAJES

Tiene tres cables de conexión externa:

- Rojo: Es para alimentación, V_{cc} ($\sim +5$ volts)
- Negro: Para conexión a tierra (GND)
- Blanco o Amarillo: Es la línea de control por la que se le envía la señal codificada para comunicar el ángulo en el que se debe posicionar.



FIG. 4.5 DETALLE DEL CIRCUITO DE REALIMENTACIÓN

El motor del servo tiene algunos circuitos de control y un potenciómetro conectado al eje central del motor Fig. 4.5. Este potenciómetro permite a la circuitería de control, supervisar el ángulo actual del servo motor. Si el eje está en el ángulo correcto, entonces el motor está apagado. Si el circuito chequea que el ángulo no es correcto, el motor volverá a la dirección correcta, hasta llegar al ángulo que es correcto.

El eje del servo es capaz de llegar alrededor de los 180 grados. Normalmente, en algunos llega a los 210 grados, pero varía según el fabricante.

Un servo normal se usa para controlar un movimiento angular de entre 0 y 180 grados. Un servo normal no es mecánicamente capaz de retornar a su lugar, si hay un mayor peso que el sugerido por las especificaciones del fabricante.

El voltaje aplicado al motor es proporcional a la distancia que éste necesita viajar. Así, si el eje necesita regresar una distancia grande, el motor regresará a toda velocidad. Si este necesita regresar sólo una pequeña cantidad, el motor girará a menor velocidad. A esto se le denomina control proporcional.

4.3.2 Motores de corriente continua (DC)



FIG. 4.6 MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA (DC)

En la imagen se observa algunos clásicos micromotores DC (Direct Current) o también llamados CC (corriente continua) de los usados generalmente en robótica. Los hay de distintos tamaños, formas y potencias, pero todos se basan en el mismo principio de funcionamiento.

El motor de corriente continua está compuesto de 2 piezas fundamentales:

- Rotor
- Estator

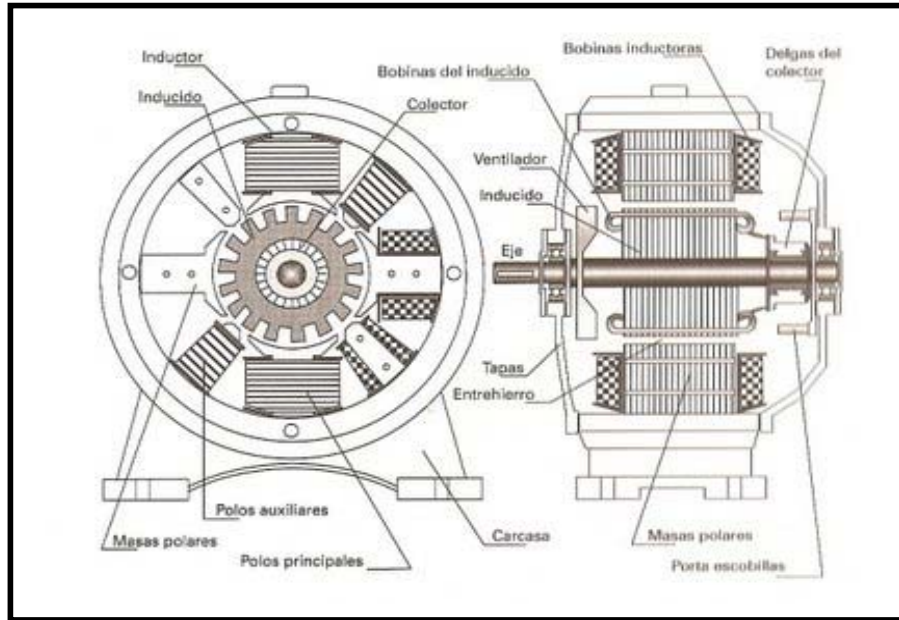


FIG. 4.7 ROTOR Y ESTATOR

La siguiente tabla muestra la distribución de las piezas del motor:

ROTOR	ESTATOR
Eje	Armazón
Núcleo y Devanado	Imán permanente
Colector	Escobillas y portaescobillas
	Tapas

TABLA. 4.1 ELEMENTOS DEL ROTOR Y ESTATOR

4.3.2.1 Rotor

Constituye la parte móvil del motor, proporciona el torque para mover a la carga. Está formado por:

- **Eje:** Formado por una barra de acero fresada. Imparte la rotación al núcleo, devanado y al colector.
- **Núcleo:** Se localiza sobre el eje. Fabricado con capas laminadas de acero, su función es proporcionar un trayecto magnético entre los polos para que el flujo magnético del devanado circule.

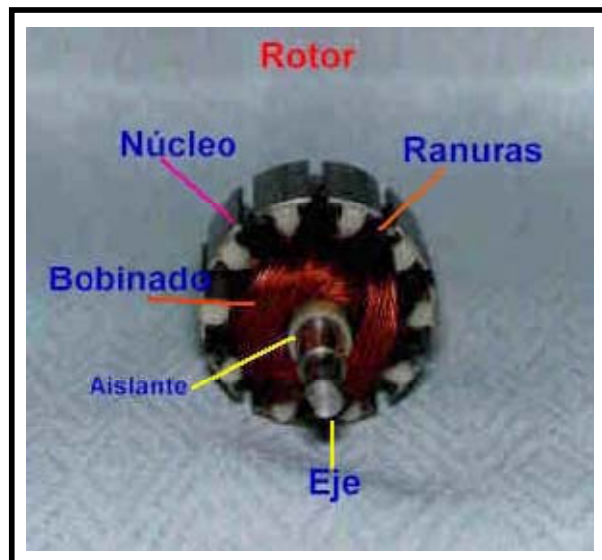


FIG. 4.8 EJE Y NÚCLEO DEL ROTOR

Las laminaciones tienen por objeto reducir las corrientes parásitas en el núcleo. El acero del núcleo debe ser capaz de mantener bajas las pérdidas por histéresis. Este núcleo laminado contiene ranuras a lo largo de su superficie para albergar al devanado de la armadura (bobinado).

- **Devanado:** Consta de bobinas aisladas entre sí y entre el núcleo de la armadura. Estas bobinas están alojadas en las ranuras, y están conectadas eléctricamente con el colector, el cual debido a su movimiento rotatorio, proporciona un camino de conducción conmutado.

- **Colector:** Denominado también conmutador, está constituido de láminas de material conductor (delgas), separadas entre sí y del centro del eje por un material aislante, para evitar cortocircuito con dichos elementos.

El colector se encuentra sobre uno de los extremos del eje del rotor, de modo que gira con éste y está en contacto con las escobillas. La función del colector es recoger la tensión producida por el devanado inducido, transmitiéndola al circuito por medio de las escobillas (llamadas también cepillos).

4.3.2.2 Estator

Constituye la parte fija de la máquina. Su función es suministrar el flujo magnético que será usado por el bobinado del rotor para realizar su movimiento giratorio. Está formado por:

- **Armazón:** Denominado también yugo, tiene dos funciones primordiales: servir como soporte y proporcionar una trayectoria de retorno al flujo magnético del rotor y del imán permanente, para completar el circuito magnético.



FIG. 4.9 PARTES DEL ESTATOR

- **Imán permanente:** Compuesto de material ferromagnético altamente remanente, se encuentra fijado al armazón o carcasa del estator.

Su función es proporcionar un campo magnético uniforme al devanado del rotor o armadura, de modo que interactúe con el campo formado por el bobinado, y se origine el movimiento del rotor como resultado de la interacción de estos campos.

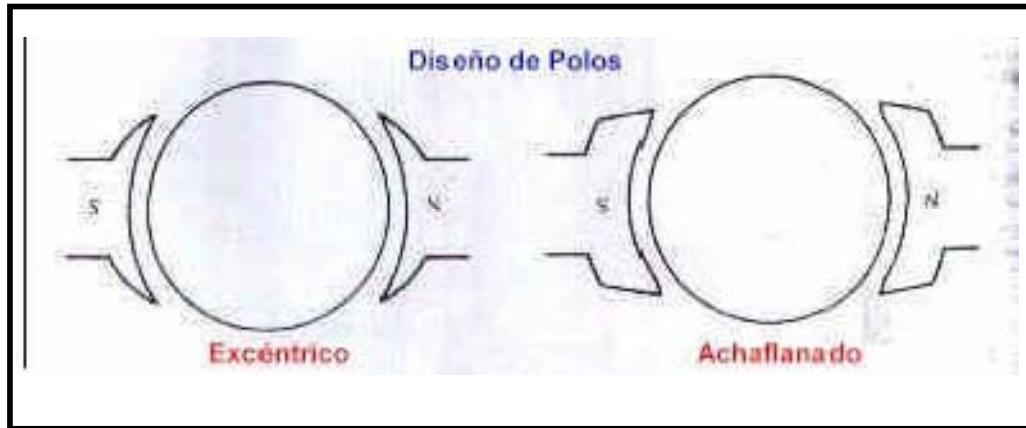


FIG. 4.10 DISEÑO DE POLOS

- **Escobillas:** Las escobillas están fabricadas de carbón, y poseen una dureza menor que la del colector, para evitar que éste se desgaste rápidamente. Se encuentran albergadas por los portaescobillas. Ambos, escobillas y portaescobillas, se encuentran en una de las tapas del estator. La función de las escobillas es transmitir la tensión y corriente de la fuente de alimentación hacia el colector y, por consiguiente, al bobinado del rotor.

La función del portaescobillas es mantener a las escobillas en su posición de contacto firme con los segmentos del colector. Esta función la realiza por medio de resortes, los cuales hacen una presión moderada sobre las escobillas contra el colector. Esta presión debe mantenerse en un nivel intermedio pues, de ser excesiva, la fricción desgastaría tanto a las escobillas como al colector; por otro lado, de ser mínima esta presión, se produciría lo que se denomina "chisporroteo", que es cuando aparecen chispas entre las superficies del colector y las escobillas, debido a que no existe un buen contacto.

Una vez analizadas las características de los dos motores, se decide utilizar un motor de corriente continua (DC) *ver anexo I*, ya que el accionamiento del mismo es simple basta con conectar la tensión de alimentación entre sus bornes. Para invertir el sentido de giro basta con invertir la alimentación y el motor comenzará a girar en sentido opuesto.

Los motores de corriente continua (DC) a diferencia de los motores paso a paso, no pueden ser posicionados y/o enclavados en una posición específica. Estos simplemente giran a la máxima velocidad y en el sentido que la alimentación aplicada se los permite y eso es lo que necesitamos para nuestro propósito.

4.3.3 Acoplamiento del motor de corriente continua (DC) al sistema de engranajes

Para realizar el movimiento del eje vertical se procedió con la implementación de un sistema de engranajes acoplados al motor de corriente continua (DC), logrando cumplir de esta manera con el propósito.

4.3.3.1 Engranajes

Se denomina engranaje o ruedas dentadas al mecanismo utilizado para transmitir potencia mecánica entre las distintas partes de una máquina. Los engranajes están formados por dos ruedas dentadas, de las cuales a la mayor se le denomina corona y la menor piñón. Un engranaje sirve para transmitir movimiento circular mediante contacto de ruedas dentadas. Una de las aplicaciones más importantes de los engranajes es la transmisión del movimiento desde el eje de una fuente de energía, como puede ser un motor de combustión interna o un motor eléctrico, hasta otro eje situado a cierta distancia y que ha de realizar un trabajo.

De manera que una de las ruedas está conectada por la fuente de energía y es conocido como engranaje motor y la otra está conectada al eje que debe recibir el movimiento del eje motor y que se denomina engranaje conducido.

Clasificación de los Engranajes

La más empleada es la que se basa en la situación relativa de los árboles o ejes donde van montados los engranajes, y cuyo movimiento de rotación transmiten.

- Ejes paralelos en un mismo plano.
- Engranajes cónico-rectos, cónico-helicoidales o espirales.
- Ejes que se cortan en un mismo plano.
- Engranajes cónico-rectos, y helicoidales y cónico-espirales.
- Ejes que se cruzan perpendicularmente.
- Engranajes de tornillo-sin-fin, helicoidales, cónico-hipoides
- Ejes que se cruzan a cualquier ángulo.
- Helicoidales.

Todos los tipos de engranajes citados, se resumen en las tres clases o tipos siguientes:

- **Engranajes Cilíndricos.**
 - **Rectos exteriores o simplemente rectos** (Fig. 4.11). — Es el tipo de engranaje más simple y corriente, generalmente, para velocidades medias.

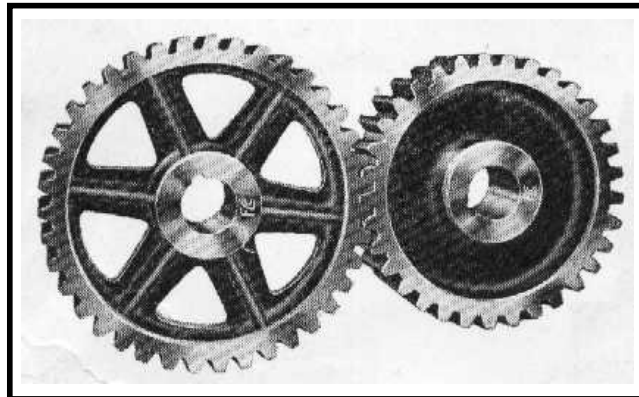


FIG. 4.11 ENGRANAJES CILINDRICOS

A grandes velocidades si no son rectificadas, producen ruido más o menos importante según la velocidad y la corrección de su tallado.

- **Interiores** Fig(4.12).- Pueden ser con dentado recto, helicoidal o doble-helicoidal. Engranajes de gran aplicación en los llamados “trenes epicicloidales o planetarios”.

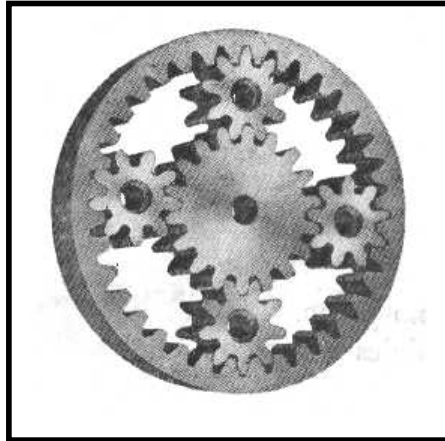


FIG. 4.12 ENGRANAJES EPICICLOIDALES

- **Helicoidales** Fig. (4.13).- Más silenciosos que los rectos. Se emplean siempre que se trata de velocidades elevadas. Necesitan cojinetes de empuje para contrarrestar la presión axial que originan.

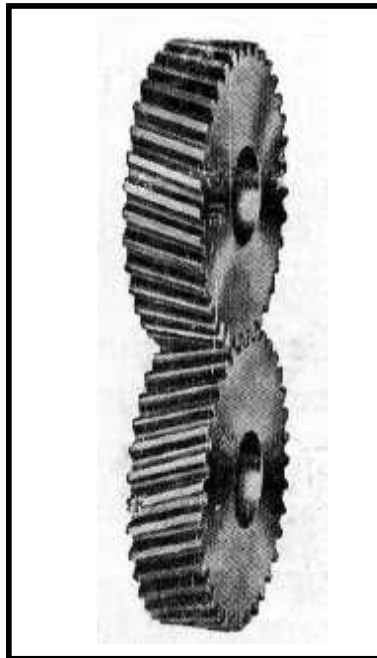


FIG. 4.13 ENGRANAJES HELICOIDALES

- **Doble-helicoidales** (Fig. 4.14).- Para las mismas aplicaciones que los helicoidales, con la ventaja sobre éstos de no producir empuje axial, debido a la inclinación doble en sentido contrario de sus dientes. Se les denomina también por el galicismo “á chevron”, que debe evitarse.

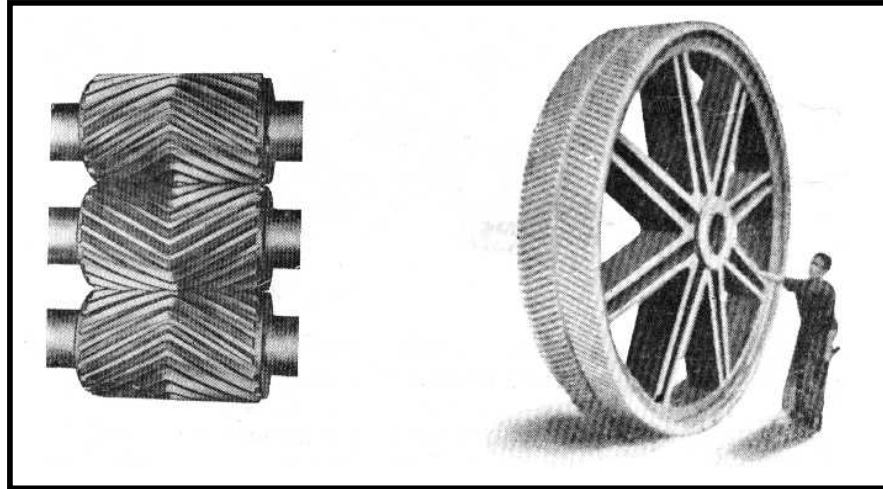


FIG. 4.14 ENGRANAJES DOBLE HELICOIDALES

- **Helicoidales para ejes cruzados** (Fig. 4.15).- Pueden transmitir rotaciones de ejes a cualquier ángulo, generalmente a 90° , para los cuales se emplean con ventaja los de tornillo-sin-fin, ya que los helicoidales tienen una capacidad de resistencia muy limitada y su aplicación se ciñe casi exclusivamente a transmisiones muy ligeras (reguladores, etc.).

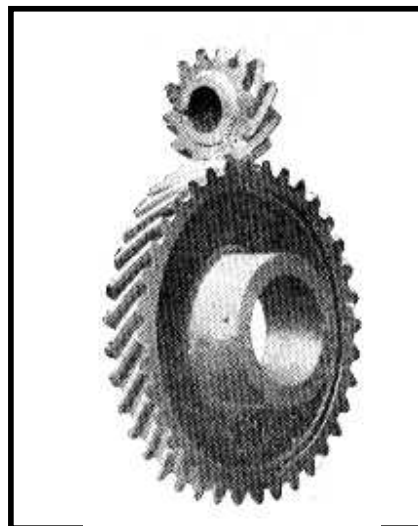


FIG. 4.15 ENGRANAJES HELICOIDALES PARA EJES CRUZADOS

- **Cremallera** (Fig. 4.16).- Rueda cilíndrica de diámetro infinito con dentado recto o helicoidal, Generalmente de sección rectangular.

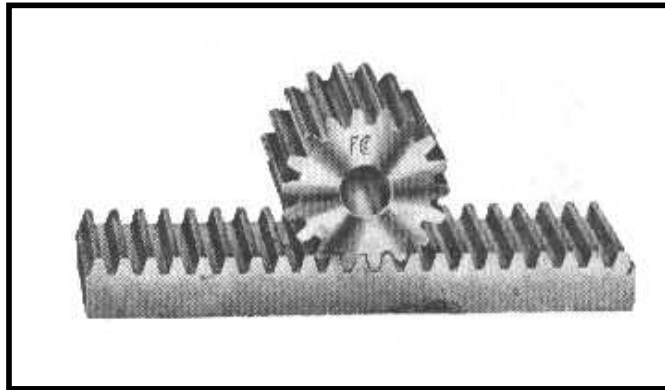


FIG. 4.16 ENGRANAJE CREMALLERA

- **Engranajes Cónicos**

- **Cónico-rectos** Fig (4.17). - Efectúan la transmisión de movimiento de ejes que se cortan en un mismo plano, generalmente en ángulo recto, por medio de superficies cónicas dentadas. Los dientes convergen en el punto de intersección de los ejes.

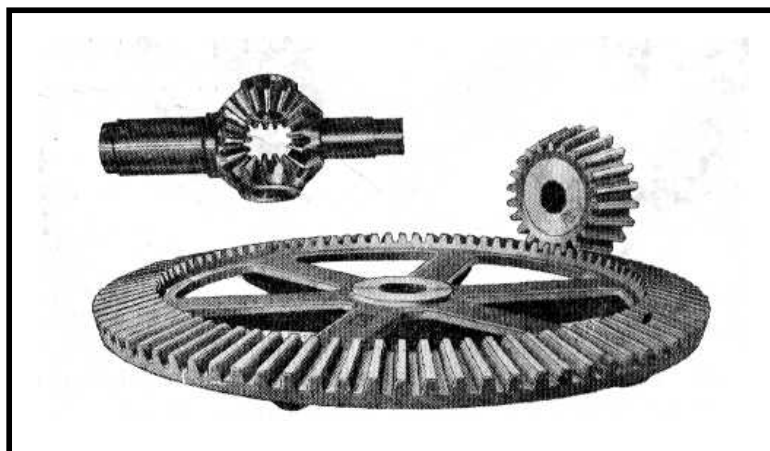


FIG. 4.17 ENGRANAJES CÓNICOS-RECTOS

- **Cónico-helicoidales** (Fig. 4.18).- Engranajes cónicos con dientes no rectos.

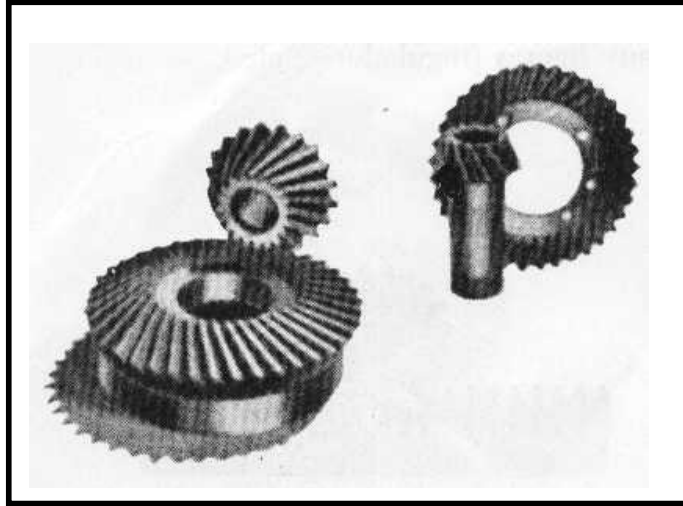


FIG. 4.18 ENGRANAJES CÓNICO-HELICOIDALES

- **Cónico-espinales** Fig. (4.19). - En los cónico-espinales, la curva del diente en la rueda-plana, depende del procedimiento o máquina de dentar, aplicándose en los casos de velocidades elevadas para evitar el ruido que producirían los cónico-rectos.



FIG. 4.19 ENGRANAJES CÓNICO-ESPIRALES

- **Cónico-hipoides** (Fig. 4.20). — Para ejes que se cruzan, generalmente en ángulo recto, empleados principalmente en el puente trasero del automóvil y cuya situación de ejes permite la colocación de cojinetes en ambos lados del piñón.

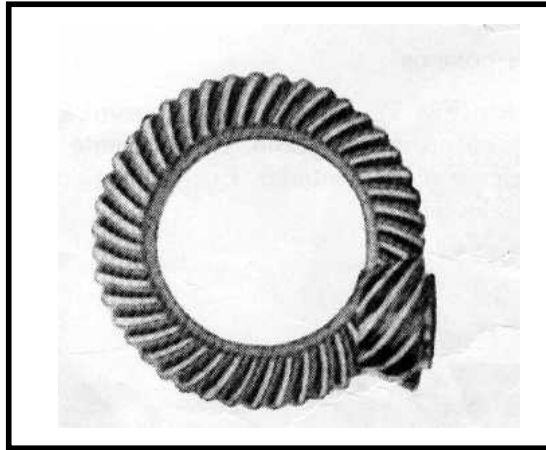


FIG. 4.20 ENGRANAJES CÓNICO-HIPOIDES

- **De tornillo-sin-fin** (Fig. 4.21). — Generalmente cilíndricos. Pueden considerarse derivados de los helicoidales para ejes cruzados, siendo el tornillo una rueda helicoidal de un solo diente (tornillo de un filete) o de varios (dos o más). La rueda puede ser helicoidal simple o especial para tornillo-sin-fin, en la que la superficie exterior y la de fondo del diente son concéntricas con las cilíndricas del tornillo. Generalmente, el ángulo de ejes es de 90°.

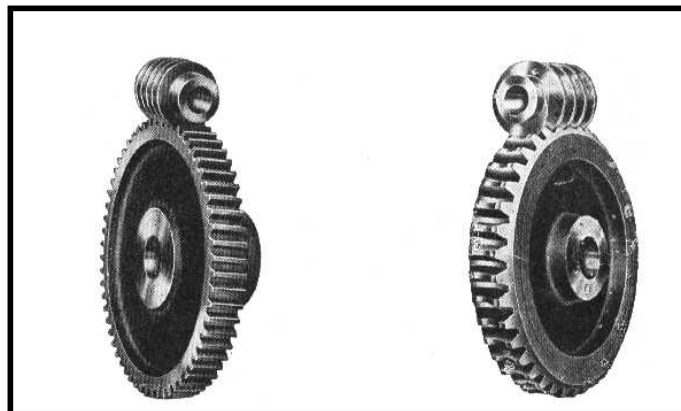


FIG. 4.21 ENGRANAJES DE TORNILLO SIN FIN

Transmisión por engranajes

- **Transmisión sencilla:**

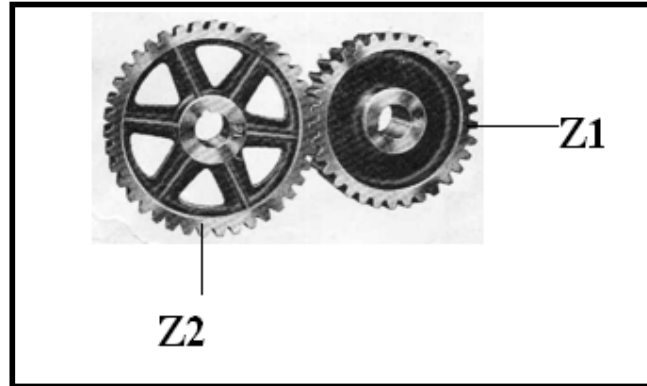


FIG. 4.22 TRANSMISIÓN SENCILLA

Si la rueda 1 tiene $Z_1=100$ dientes y gira una vez sobre sí misma, la rueda 2 girará en 100 dientes. Si no tiene nada más que $Z_2= 50$ dientes, querrá esto decir que habrá que dar 2 vueltas. Si el número de revoluciones de la rueda dentada 1 es $n_1= 40$ rpm, el número de revoluciones de la segunda $n_2= 80$ rpm.

$$\frac{\text{número de rev. rueda 1}}{\text{número de rev. rueda 2}} = \frac{\text{número de dientes rueda 2}}{\text{número de dientes rueda 1}}$$

Los números de dientes guardan entre sí una relación inversa de los números de revoluciones de las ruedas.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

FÓRMULA 4.1

O lo que es lo mismo, que el número de revoluciones por el diente de la rueda matriz = el número de revoluciones por número de dientes de la rueda arrasada.

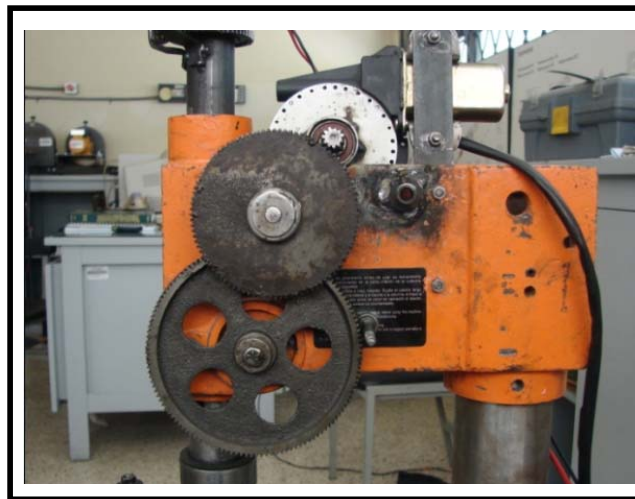
$$n_1 * Z_1 = n_2 * Z_2$$

- **Transmisión doble:** Si en las ruedas halladas para la transmisión por correas se sustituyen los diámetros por el número de dientes, se obtienen para la transmisión por ruedas dentadas relaciones análogas.

$$n_4 = \frac{Z_1 Z_3}{Z_2 Z_4} n_1$$

FÓRMULA 4.2

Para acoplar el motor DC con el eje vertical se implemento un sistema de engranajes de transmisión doble, debido a que se necesita de algunos engranajes para la reducción de la velocidad del motor, los mismos que permitieron el movimiento del eje, para lo cual partimos del dato de la velocidad del motor $V=5000 \text{ rpm}$ y con la utilización de la fórmula 4.1 se obtuvo:



FOTOGRAFÍA. 4.2 SISTEMA DE ENGRANAJES

$$n_1 = \frac{\text{Velocidad del motor}}{Z_1}$$

$$n_1 = \frac{5000 \text{ rpm}}{95} = 52.63 \text{ rpm}$$

$$n_2 = n_1 * Z_2$$

$$n_2 = 52.63 \text{ rpm} * 40 = 2105.2 \text{ rpm}$$

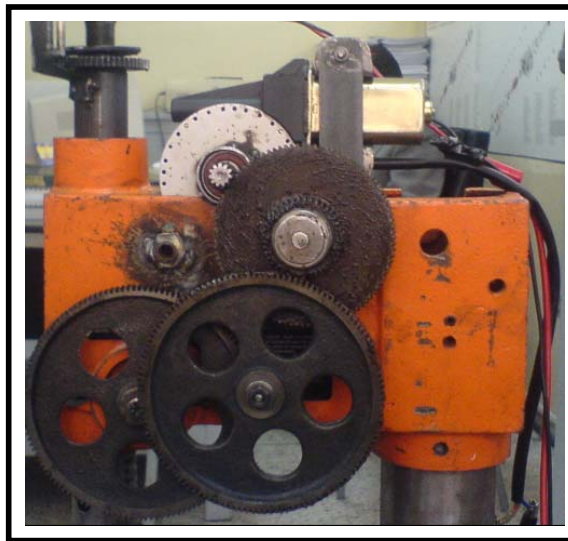
$$n_3 = \frac{n_2}{Z_3}$$

$$n_3 = \frac{2105.2rpm}{160} = 13.16rpm$$

$$V_{eje} = n_3 * cremallera$$

$$V_{eje} = 13.16rpm * 15 = 197.4 rpm$$

De esta manera tenemos que la velocidad del eje vertical es 197.4 rpm, pero aun el movimiento del eje aun era muy rápido por lo cual se dificultaba para el control del mismo, además se necesita exactitud y precisión para el punto de suelda por lo tanto se incremento un nuevo juego de engranajes teniendo como resultado una mayor reducción de velocidad del eje:



FOTOGRAFÍA. 4.3 SISTEMA DE ENGRANAJES COMPLETO

$$n_1 = \frac{\text{Velocidad del motor}}{Z_1}$$

$$n_1 = \frac{5000rpm}{95} = 52.63rpm$$

$$n_2 = n_1 * Z_2$$

$$n_2 = 52.63rpm * 40 = 2105.2 rpm$$

$$n_3 = \frac{n_2}{Z_3}$$

$$n_3 = \frac{2105.2rpm}{160} = 13.16rpm$$

$$n_4 = n_3 * Z_4$$

$$n_4 = 13.16rpm * 11 = 144.76rpm$$

$$n_5 = \frac{n_4}{Z_5}$$

$$n_5 = \frac{144.76rpm}{160} = 0.90rpm$$

$$V_{eje} = n_5 * cremallera$$

$$V_{eje} = 0.90rpm * 15 = 13.57rpm$$

Incrementado este nuevo juego de engranajes se tiene como resultado una $V_{eje} = 13.57$ rpm, es decir se logró reducir en 100 veces la velocidad que se tenía al comienzo, dando lugar a que se pueda realizar el control del movimiento del eje sin ningún problema llegando a tener de esta manera precisión y exactitud en el mismo.

Por la necesidad de reacción instantánea del eje vertical luego de realizar el punto de suelda, se acoplo un segundo motor de las mismas características mediante un engranaje a la cremallera del eje vertical, de esta manera se pudo cumplir con este punto especificado.



FOTOGRAFÍA. 4.4 MOTOR ACOPLADO A LA CREMALLERA DEL EJE

$$n_1 = \frac{\text{Velocidad del motor}}{Z_1}$$
$$n_1 = \frac{5000rpm}{55} = 90.90rpm$$

Al momento del punto de suelda el segundo motor reaccionará instantáneamente a una $V = 90.90 \text{ rpm}$, logrando de esta manera subir al eje vertical de una manera más rápida.

4.4 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA PARA EL CONTROL DE GIRO DEL MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA (DC)

Una vez implementado el motor de corriente continua (DC) y el sistema de engranajes, se procedió con el diseño de un circuito que permita el control de giro del motor para lo cual se utilizó la configuración del puente H, el mismo que permite controlar motores en rangos entre 12 y 30 voltios y con consumos de hasta 2.5 amperios por medio de señales de baja potencia de un circuito digital

Las principales características de la interfaz Puente H se enumeran a continuación:

- Activación de motores en un rango entre 9 y 30 voltios DC.
- Capacidad para entregar hasta 2.5 Amperios a la carga.
- Capacidad para activar el giro del motor en cualquiera de los dos sentidos.
- Fácil y rápida conexión gracias a sus borneras de tornillo.
- Reducido tamaño
- Excelente calidad.

4.4.1 Puente H

El puente H está formado por transistores NPN y PNP (par complementario).

Puede observarse que si se coloca “1 lógico” en las bases de T1 T3 y “0 lógico” en T2 T4, se establece un sentido de circulación de corriente I_L como la indicada en la figura 4.24.

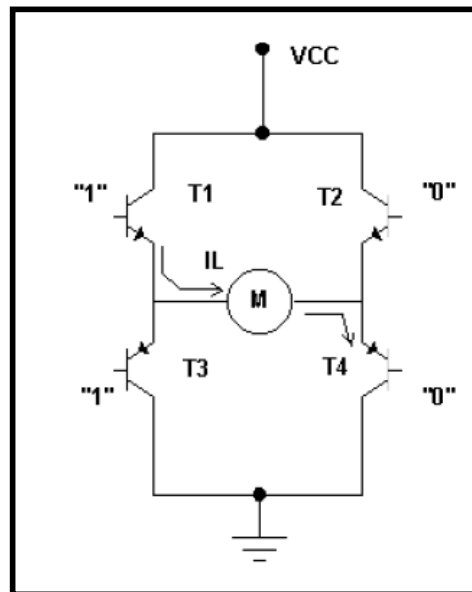


FIG. 4.23 CIRCULACIÓN DE LA CORRIENTE

Mientras que si se coloca “0 lógico” en las bases de T1 T3 y “1 lógico” en T2 T4, se establece un sentido de circulación de corriente I_L contrario. Nuevamente se puede controlar el sentido de giro del motor M, típicamente $T1=T2$ y $T3=T4$.

Los “1 lógico” y “0 lógico” serán asignados por un circuito digital por lo cual se agregaron transistores adicionales al circuito para manejar las corrientes de bases. Los TA y TB conforman un par Darlington, el H_{fe} equivalente es aproximadamente el producto de los H_{fes} .

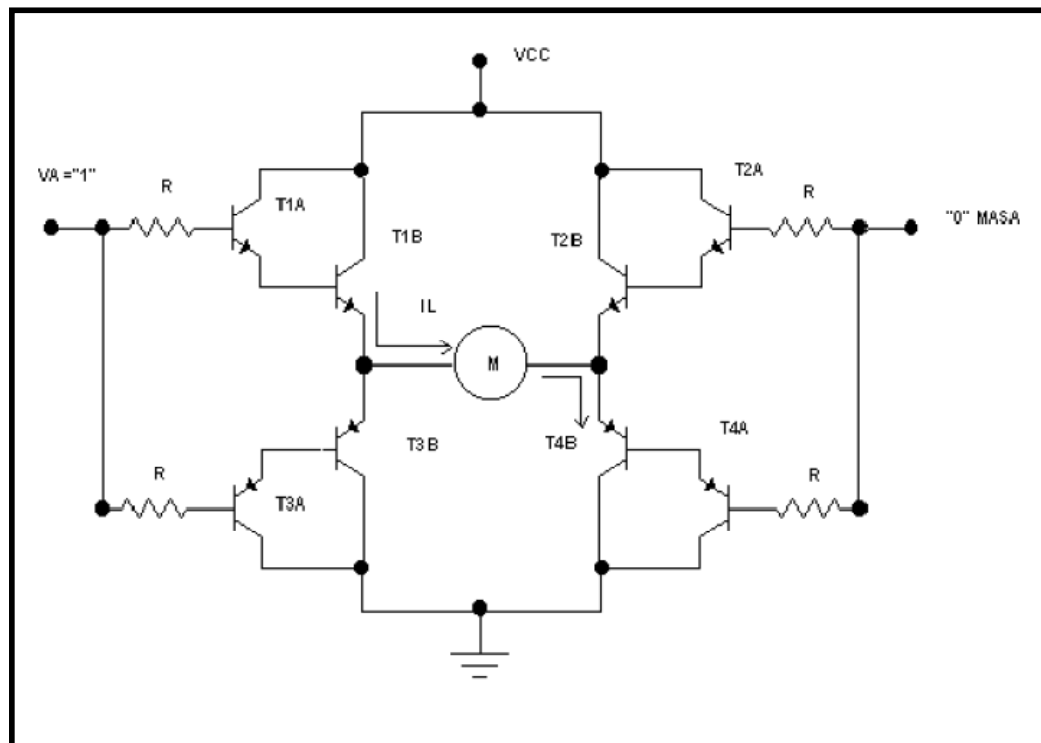


FIG. 4.24 CIRCUITO DEL PUNTE H

4.4.2 Uso del la interfaz puente H

La interfaz PUENTE H es básicamente un sistema de conmutación controlado por dos señales digitales de baja potencia. Cuando el sistema detecta un 1 digital en una de sus dos entradas de control y un “cero” en la otra, éste conecta el motor a la fuente de alimentación con determinada polaridad. Si la señal de control que estaba en “1” pasa a “cero” y la de “cero” a uno el PUENTE H conecta la fuente al motor con la polaridad invertida

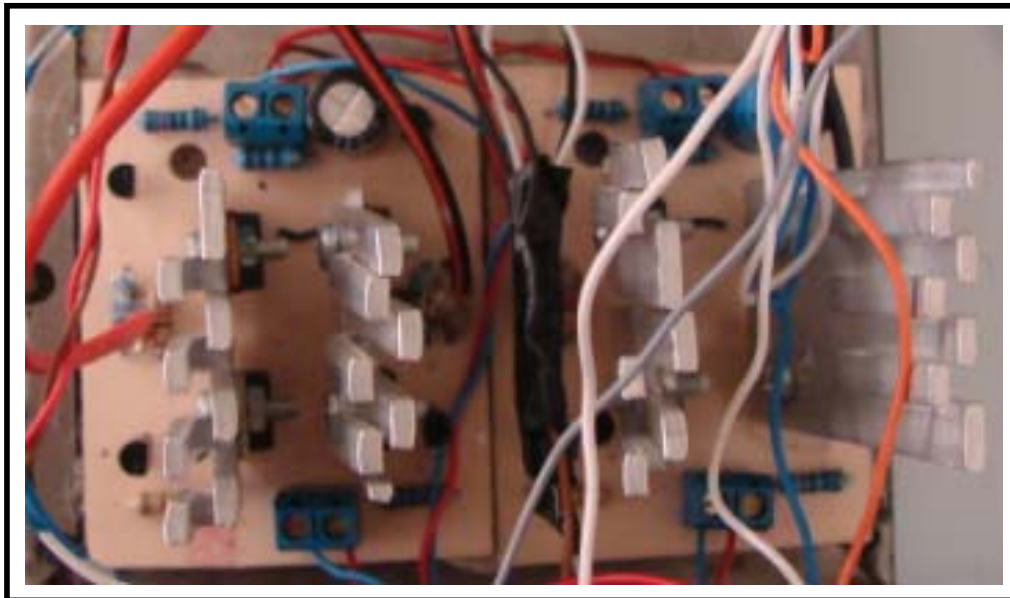
facilitando así el giro en sentido contrario, para lo cual podemos ver la siguiente tabla de verdad.

Entradas				Motor	
Alimentación		Control			
GND	+	+	-	+	-
0	V_{in}	0	0	0	0
0	V_{in}	0	1	V_{in}	0
0	V_{in}	1	0	0	V_{in}
0	V_{in}	1	1	No permitido	

TABLA. 4.2 TABLA DEL CONTROL DE GIRO DEL MOTOR

4.4.3 Consideraciones de potencia

Por su gran flexibilidad, la interfaz PUENTE H puede manejar un gran rango de motores, debido a esta característica es necesario considerar la potencia que se disipara en forma de calor en los transistores de potencia y adaptar a estos un disipador de calor para cada uno de los transistores, además se implementó un ventilador en la caja del circuito de control para un mejor enfriamiento.



FOTOGRAFÍA. 4.5 CIRCUITO PUENTE H

4.4.4 Circuito completo del Puente H

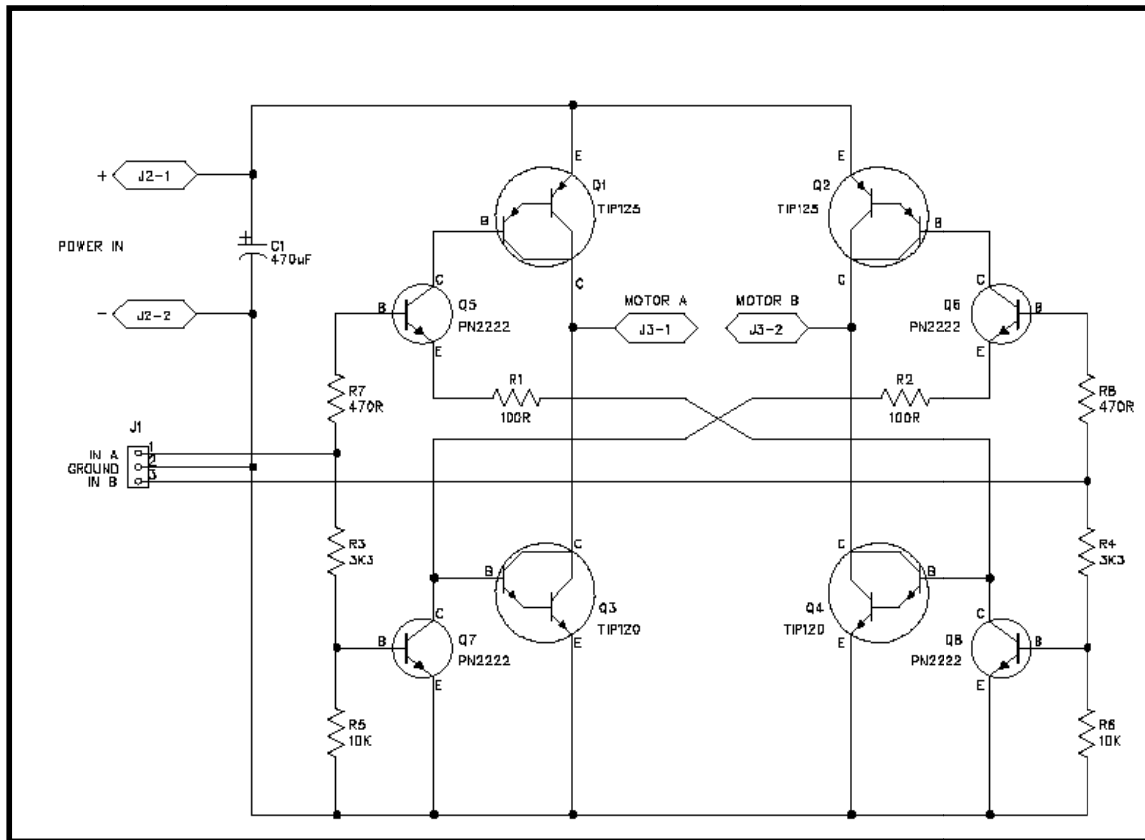


FIG. 4.25 CIRCUITO COMPLETO DEL CONTROL DE GIRO DE LOS DOS MOTORES

4.5 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE POTENCIA PARA EL PUNTO DE SUELDA

Corrientes elevadas no están disponibles en cualquier tomacorriente estándar. La máxima corriente disponible en los tomacorrientes de casa y oficinas es de 15 amperios. Aún en las fábricas donde se utilizan grandes cantidades de energía eléctrica, 200 amperios es la corriente disponible en los circuitos de distribución eléctrica. Sin embargo, para conseguir corrientes altas necesarias para la soldadura de punto hay algunos dispositivos que deben usarse para aumentar la corriente desde un nivel relativamente bajo de la línea de energía. El dispositivo usado generalmente es un transformador.

4.5.1 Transformador

Los transformadores son considerados como un variador ya sea para aumentar o disminuir el voltaje, pero la corriente también puede ser transformada de la misma manera.

Se compone de un núcleo de hierro sobre el cual se han arrollado varias espiras (vueltas) de alambre conductor.

Este conjunto de vueltas se llaman bobinas y se denominan:

Bobina primaria o "primario" a aquella que recibe el voltaje de entrada y Bobina secundaria o "secundario" a aquella que entrega el voltaje transformado.

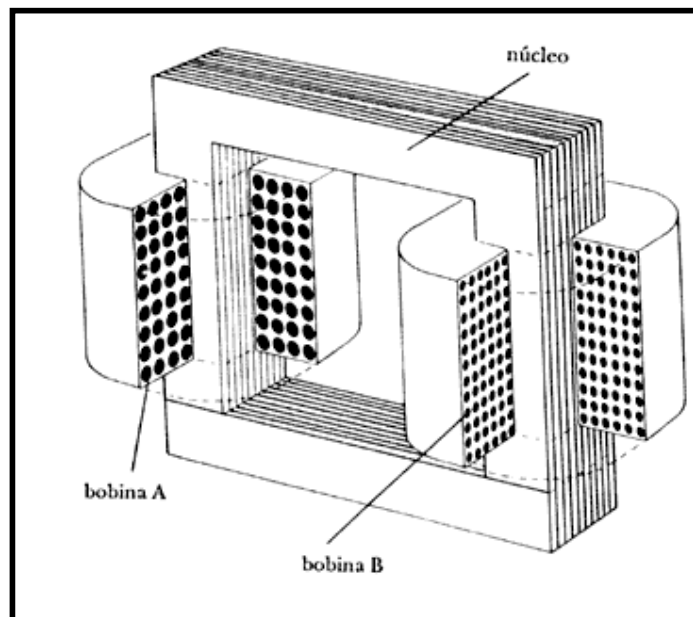


FIG. 4.26 PARTES DEL TRANSFORMADOR

- La Bobina primaria recibe un voltaje alterno que hará circular, por ella, una corriente alterna.
- Esta corriente inducirá un flujo magnético en el núcleo de hierro.
- Como el bobinado secundario está arrollado sobre el mismo núcleo de hierro, el flujo magnético circulará a través de las espiras de éste.

- Al haber un flujo magnético que atraviesa las espiras del "Secundario", se generará por el alambre del secundario un voltaje. En este bobinado secundario habría una corriente si hay una carga conectada (el secundario conectado por ejemplo a una resistencia)

La razón de transformación del voltaje entre el bobinado "Primario" y el "Secundario" depende del número de vueltas que tenga cada uno. Si el número de vueltas del secundario es el triple del primario. En el secundario habrá el triple de voltaje.

Relación de transformación del transformador ideal:

$$\frac{\text{Número de espiras del primario } (N_P)}{\text{Números de espiras del secundario } (N_S)} = \frac{\text{Tensión del primario } (V_P)}{\text{Tensión del secundario } (V_S)}$$

FORMULA 4.3

A partir de la ecuación 4.1 se obtiene:

$$V_S = \frac{(N_S * V_P)}{N_P}$$

FORMULA 4.4

Un transformador puede ser "elevador o reductor" dependiendo del número de espiras de cada bobinado. Si se supone que el transformador es ideal. (La potencia que se le entrega es igual a la que se obtiene de él, se desprecian las pérdidas por calor y otras), entonces:

$$\text{Potencia de entrada } (P_i) = \text{Potencia de salida } (P_s). \quad \text{Fórmula 4.5}$$

Si se tiene los datos de corriente y voltaje de un dispositivo, se puede averiguar su potencia usando la siguiente fórmula.

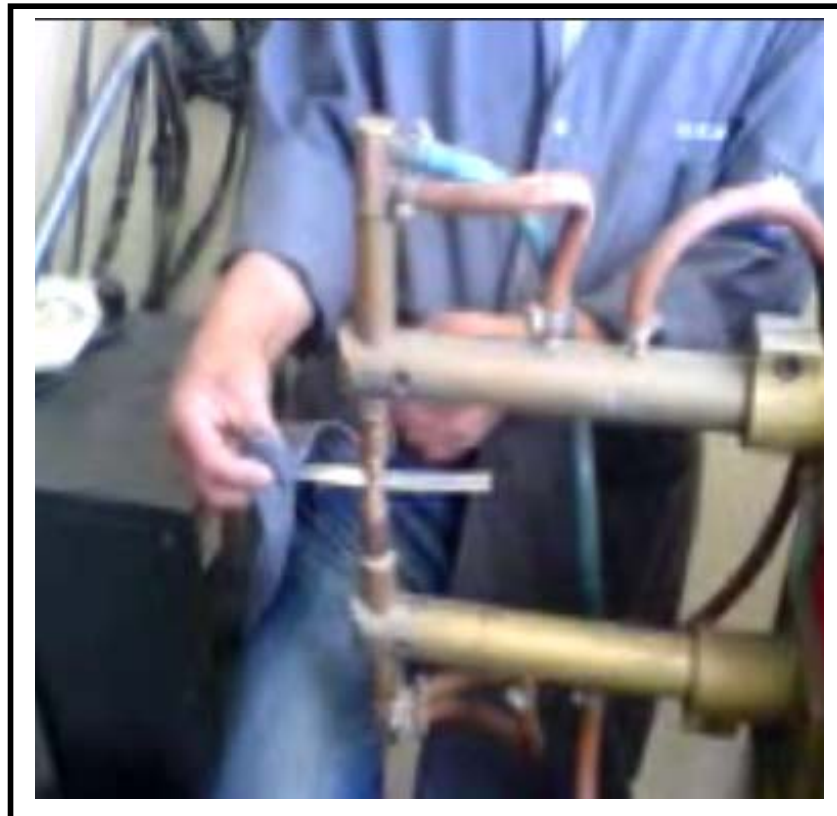
$$\text{Potencia } (P) = \text{Tensión } (V) \times \text{Corriente } (I)$$

$$P = V \times I \text{ (en watts)} \quad \text{Fórmula 4.6}$$

4.5.2 Implementación del transformador al Prototipo de Soldadura

Terminada la parte mecánica y control electrónico de los motores de corriente continua, se realizaron pruebas con el prototipo de Sistema de Soldadura de Punto con un transformador de $V_P = 220 \text{ V}$ y $I_S = 300 \text{ A}$ y se comprobó que no se pudo soldar el aluminio, luego se conectaron dos transformadores de iguales características en paralelo obteniendo de esta forma $V_P = 220 \text{ V}$ y $I_S = 600 \text{ A}$ y de igual manera no se pudo soldar el aluminio.

Posterior a esto se realizaron pruebas con otro equipo de soldadura que se encuentra en la (Facultad de Ingeniería Mecánica), el mismo que tenía un $V_P = 220 \text{ V}$ y $I_S = 1800 \text{ A}$, verificando una vez más que no se pudo soldar dicho material.



FOTOGRAFÍA. 4.6 SOLDADURA DE PUNTO

Continuando con la investigación se logró conseguir la Tabla 4.3² que a continuación se detalla, en la cual se especifica las corrientes que se necesita para soldar aluminio con sus diferentes espesores.

ESPEJOR DE LA PIEZA (mm)	DIAMETRO DEL ELECTRODO (mm)	FUERZA NETA DEL ELECTRODO (Kgf)	TIEMPO DE SOLDADURA (seg)	CORRIENTE DE SOLDADURA (Amperios)
0.25	9.53	90.91	4	4000
0.53	9.53	136.36	6	6500
0.79	9.53	181.82	8	8000
1.02	12.70	227.27	10	9500
1.27	12.70	295.45	12	10500
1.57	12.70	363.64	14	12000
1.98	15.88	500.00	17	14000
2.39	15.88	590.91	20	15500
2.77	15.88	727.27	23	17500
3.18	22.23	818.18	26	19000

TABLA. 4.3 SOLDADURA POR PUNTO DE ALUMINIO Y ALEACIONES CON ALUMINIO

Analizada la tabla 4.3, pruebas realizadas con el prototipo y otros equipos de soldadura se concluyó que para soldar aluminio se necesita altas corrientes debido a las características del material (Capítulo III).

Con los antecedentes descritos en los párrafos anteriores y debido a que la corriente es extremadamente alta y difícil de obtenerla, se tomó la decisión de cambiar el material de aluminio previsto inicialmente para la construcción de la antena Yagi, por latón de espesor de 1mm.

Para realizar el punto de suelda en latón se requiere de una corriente de 1000 A aproximadamente, por lo tanto se necesita de un transformador que reduzca el voltaje de entrada, dando lugar a que eleve la corriente en la bobina del secundario, por lo cual el transformador que mejor se acopló a nuestras necesidades presenta las siguientes características.

² Tabla 4.3 Handbook For Resistance Spot Welding

Características Nominales:

- $P_{in} = 2.3 \text{ KVA}$
- $P_{out} = 2 \text{ KVA}$
- $I_p = 19 \text{ [A]}$
- $I_s = 1000 \text{ [A]}$
- $V_p = 120 \text{ [V]}$
- $V_s = 2.2 \text{ [V]}$

Con estas características eléctricas del transformador se cumplió con el objetivo de soldar el latón para la construcción de las antenas Yagi, la corriente que se necesitó para soldar dicho material fue de 890 A, dato que se obtuvo a través de una pinza amperimétrica al momento de realizar el punto de suelda. Además se pudo verificar que el punto de suelda fue el óptimo ya que no mostró deficiencias ni deterioro en el material.

4.6 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ELECTRODOS

El amperaje que se debe aplicar para generar la soldadura es muy importante, de ello depende que no se pegue el electrodo, que la soldadura fluya entre las dos piezas o que no se perforen las piezas que se van a unir.

En la siguiente tabla se muestran las cantidades de corriente en amperes que se deben utilizar de acuerdo al grosor de los electrodos.

Intensidad de corriente aproximada para diferentes diámetros de electrodos³

DIAMETRO DEL ELECTRODO (in)	AMPERES PARA SOLDADURA
1/16	25 – 70
3/32	60 – 100
1/8	80 – 150
5/32	125 – 225
3/16	140 – 240
¼	200 – 350
5/16	250 – 500
3/8	325 – 650

TABLA. 4.4 TABLA DE LOS ELECTRODOS

Una recomendación ⁴práctica que se utiliza para hacer la determinación de la corriente, sin tener que recurrir a la tabla es la siguiente:

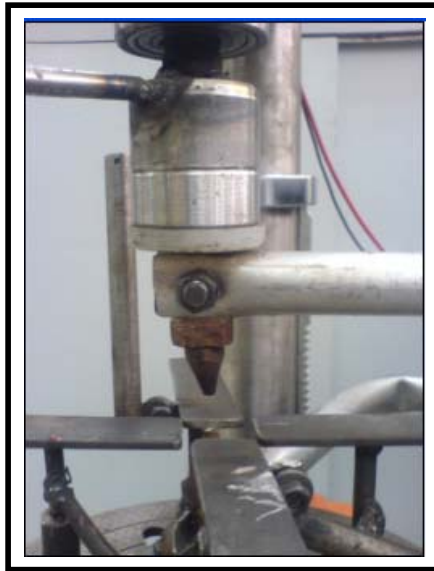
Convierta el diámetro del electrodo de fracciones a decimales, elimine el punto y esa será la corriente aproximada que debe utilizar con ese electrodo. Por ejemplo, si tiene un electrodo de 1/8 su conversión a decimales será 0.125, al quitarle el punto se obtiene 125, lo que indica que se deben utilizar mas o menos 125 amperes para que el electrodo funcione bien.

³ ElectroDOS: http://www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso1/Temario1_VII.html#cinco

⁴ Procesos Básicos de Soldadura Eléctrica: H. C. Kazanas, genn E. Backer, Thomas Gregor

4.6.1 Acople de los electrodos

Para acoplar los electrodos se aisló mediante fibra de alta temperatura, que permitió separar los electrodos de la armazón del prototipo evitando cortocircuito y altas corrientes de inducción.



FOTOGRAFÍA. 4.7 ELECTRODO ACOPLADO

En la base del taladro se armó un sistema de soporte que permite estabilizar y sujetar las partes de la antena para ser soldadas, evitando malos puntos de soldadura.

Para la conexión entre el transformador y los electrodos se acoplaron unos brazos de aluminio ya que es un excelente conductor, pues por los mimos debe circular una gran cantidad de corriente.

4.7 ELABORACIÓN DEL SOFTWARE QUE PERMITE REALIZAR EL CONTROL DE LA SOLDADURA DE PUNTO.

La automatización del prototipo se realizó mediante el microcontrolador PIC 16F877A debido a sus características de fiabilidad, estabilidad, escalabilidad y capacidad del mismo (ver anexo II).

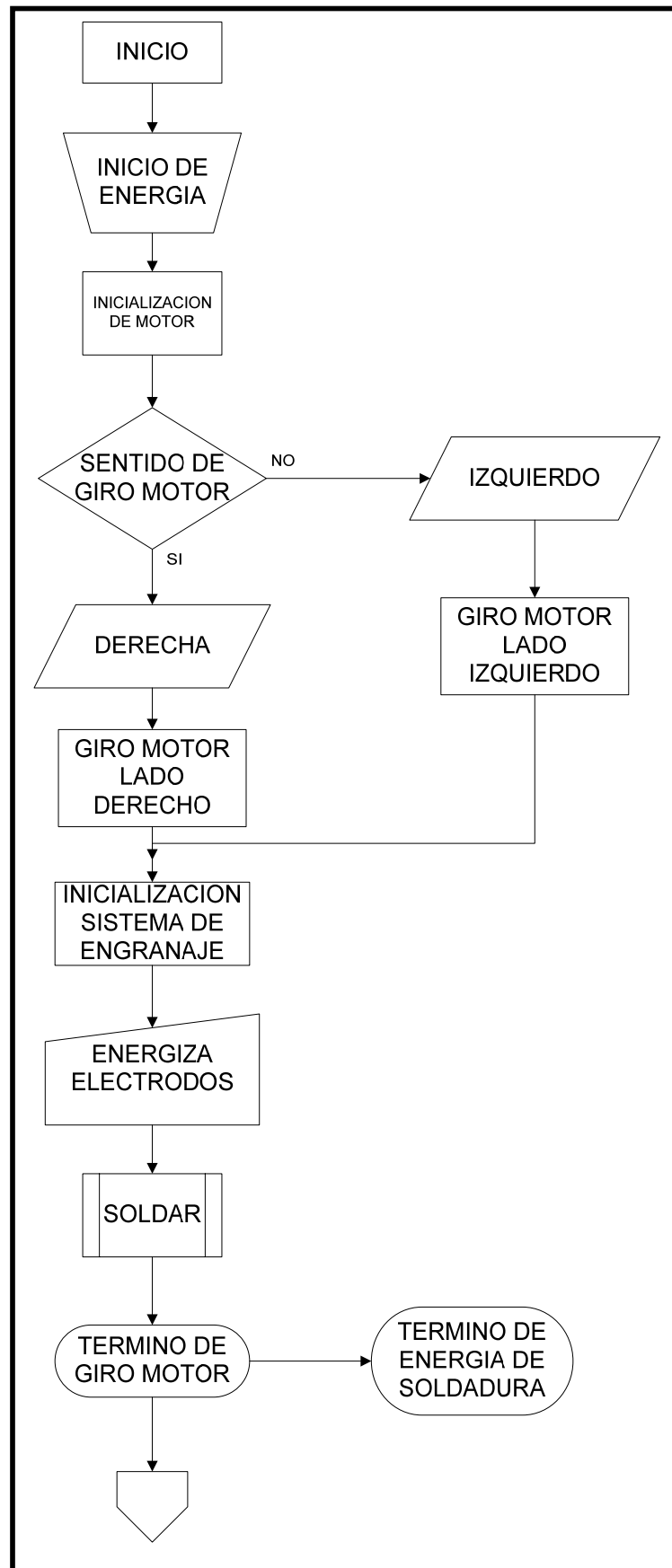
Una de sus principales características es el número de puertos que tiene, con los cuales se pueden controlar varios dispositivos entre los cuales están:

- Pantalla LCD 16x2 (Bus de datos 8 bits puerto D)
- Etapa de potencia de motores (4 bits del puerto B)
- Etapa de de transmisión y recepción RS232 (RC6, RC7)
- Sensor de movimiento (RC0)

Para la programación del PIC existen varios lenguajes, se ha escogido lenguaje C, se utilizo el PICC para la elaboración del software, el mismo que permite la compilación de las líneas de código generando un archivo hexadecimal el cual se carga en el PIC,

4.7.1 Programación del PIC 16F877A

La secuencia del código de programa para el proceso de soldadura es sencilla y fácil, y se la explica mediante la Fig. 4.27



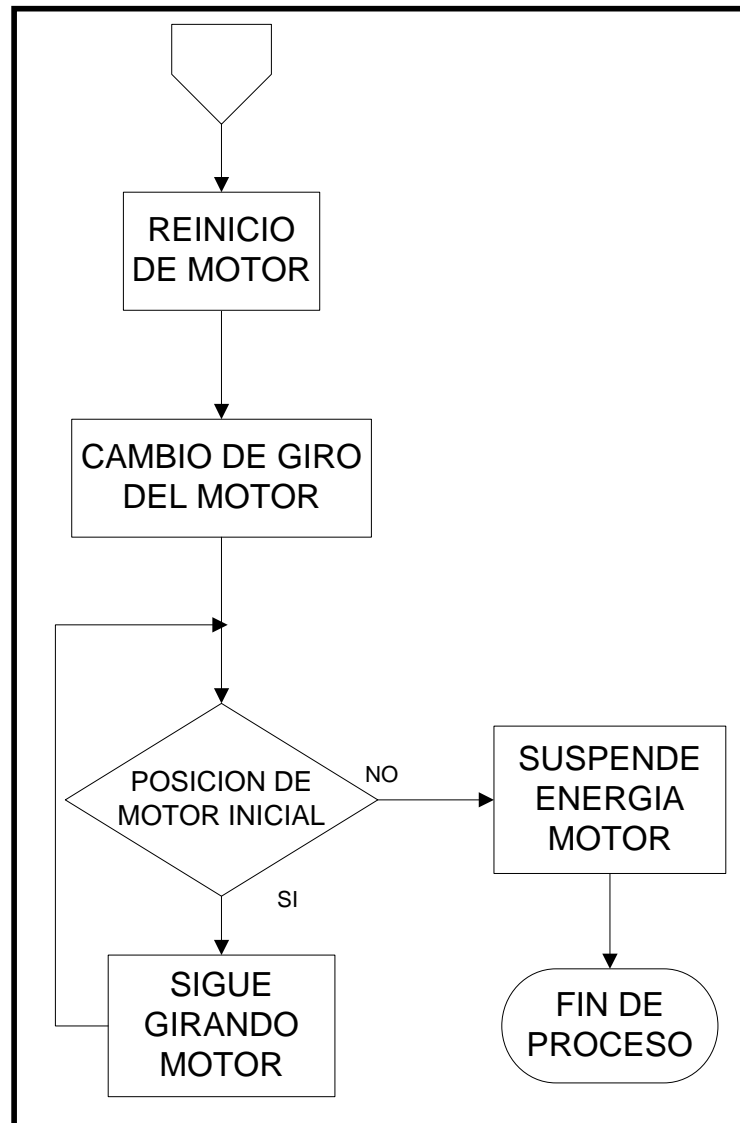


FIG. 4.27 DIAGRAMA DE FLUJO DEL FUNCIONAMIENTO DEL SOFTWARE

Las líneas de código del programa se presentan y se explica a continuación:

```

#include "C:\Archivos de programa\PICC\Examples\PIC\P2.h"
#include <lcd.c> //Archivo de config del LCD
#fuses XT,NOWDT,NOPROTECT,NOPUT,NOBROWNOUT,NOLVP
#use fast_io(A)
#use delay(clock=4000000)
#use rs232(baud=9600, xmit=PIN_C6, rcv=PIN_C7,stream=HOSTPC) //Inicio del rs232
#define inc bit_test(puerto_a,0) Iniciar el terminal
  
```

```
void saludo(void);
void menuprint(void);

void main()
{
    char opcion;
    set_tris_B(0xFF);          //Puerto B como salida
    lcd_init();
    setup_adc_ports(NO_ANALOGS);
    setup_adc(ADC_OFF);
    setup_psp(PSP_DISABLED);
    setup_spi(FALSE);
    setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_1);
    setup_timer_1(T1_DISABLED);
    setup_timer_2(T2_DISABLED,0,1);
    setup_comparator(NC_NC_NC_NC);
    setup_vref(FALSE);
    //saludo();
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("\f");
    lcd_putc("ENTRO");
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("\f");
    lcd_putc("ESPERANDO RESP");

    while(TRUE)
    {
        opcion=getch();
        switch(opcion)
        {
            case 'u': //GIRO ARRIBA
                lcd_gotoxy(1,1);
                lcd_putc("\f");
                lcd_putc("VA PA ARRIBA");
```

```
    output_high(pin_B0);
    delay_ms(300);
    output_low(pin_B0);
break;

case 'd': //GIRO ABAJO
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("\f");
    lcd_putc("VA PA ABAJO");
    output_high(pin_B1);
    delay_ms(300);
    output_low(pin_B1);
break;

case 'a': //SUBE 1mm
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("\f");
    lcd_putc("SUBE 1mm");
    output_high(pin_B0);
    delay_ms(400);
    output_low(pin_B0);
break;

case 'b': // SUBE 2mm
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("\f");
    lcd_putc("SUBE 2mm");
    output_high(pin_B0);
    delay_ms(800);
    output_low(pin_B0);
break;
```

```
case 'c': // SUBE 5mm
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("\f");
    lcd_putc("SUBE 5mm");
    output_high(pin_B0);
    delay_ms(1600);
    output_low(pin_B0);
break;

case 'e': // SUBE 10mm
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("\f");
    lcd_putc("SUBE 10mm");
    output_high(pin_B0);
    delay_ms(3200);
    output_low(pin_B0);
break;

case 'f': // BAJA 1mm
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("\f");
    lcd_putc("BAJA 1mm");
    output_high(pin_B1);
    delay_ms(400);
    output_low(pin_B1);
break;

case 'g': // BAJA 2mm
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("\f");
    lcd_putc("BAJA 2mm");
    output_high(pin_B1);
    delay_ms(800);
```

```
    output_low(pin_B1);
break;

case 'h': // BAJA 5mm
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("\f");
    lcd_putc("BAJA 5mm");
    output_high(pin_B1);
    delay_ms(1600);
    output_low(pin_B1);
break;

case 'i': // BAJA 10mm
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("\f");
    lcd_putc("BAJA 10mm");
    output_high(pin_B1);
    delay_ms(3200);
    output_low(pin_B1);
break;

case 'j': // SOLDANDO
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("\f");
    lcd_putc("SOLDANDO");
    output_high(pin_B1);
    delay_ms(12300);
    output_low(pin_B1);
    delay_ms(100);
    output_high(pin_B2);
    delay_ms(3500);
    output_low(pin_B2);
    delay_ms(300);
```

```
    output_high(pin_B0);
    delay_ms(12300);
    output_low(pin_B0);
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("\f");
    lcd_putc("REINICIE M2");
break;
case 'k': // REINIC M2
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("\f");
    lcd_putc("REINIC M2");
    do
    {
        output_high(pin_B3);

        }while (input(PIN_C0)==0);
    output_low(pin_B3);
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("\f");
    lcd_putc("LISTO PARA SOLDAR");
break;
case 'l': // SUBE M2
    lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("\f");
    lcd_putc("SUBE M2");
    output_high(pin_B2);
    delay_ms(300);
    output_low(pin_B2);
break;
void saludo(void)
{
    int i;
    lcd_putc("\n");
```



```
        lcd_gotoxy(1,1);
    lcd_putc("ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO ELECTRO");
    delay_ms(1500);
    for(i=1;i<=25;i++)
    {
        delay_ms(400);
        lcd_gotoxy(1,1);
        lcd_putc("\bE");
    }
    lcd_putc("\f");
    lcd_gotoxy(1,2);
    lcd_putc("PROYECTO TESIS DE GRADUACION BIENVENIDOS");
    delay_ms(1000);
    for(i=1;i<=25;i++)
    {
        delay_ms(400);
        lcd_gotoxy(1,2);
        lcd_putc("\b-");
    }
    lcd_init();
    return;
}
```

En la cabecera se especifica el archivo donde se encuentra el programa a compilar, en nuestro caso es "C:\Archivos de programa\PICC\Examples\PIC\P2.h", además se incluye un archivo donde están las directivas del LCD para su inicialización y funcionamiento (ver anexo III).

A continuación se encuentra el delay (retardo) con el que trabaja nuestro PIC, que representa el reloj que se encuentra conectado a nuestro microprocesador, que es de 4 MHz.

En la siguiente línea están todas las directivas y los puertos utilizados en la transmisión y recepción serial mediante el RS232 ver anexo IV, que son velocidad expresada en Baudios, puerto C6, C7 para transmisión y recepción respectivamente.

A continuación se encuentra la función de SALUDO en la misma se genera un saludo inicial que será visualizado en el LCD el mensaje de ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO ELECTRO y a continuación PROYECTO TESIS DE GRADUACION BIENVENIDOS moviéndose dinámicamente hacia la izquierda de la pantalla del LCD.

La siguiente parte del programa corresponde al cuerpo del software, primero seteamos el puerto B para la utilización de los bits como salidas, que permitirá enviar una señal al interface para realizar el movimiento de los motores 1 y 2 hacia arriba y hacia abajo.

A continuación iniciamos el LCD llamando a la secuencia de inicialización que se encuentra en el archivo LCD.c. Luego el microprocesador entra en un bucle de espera conformado por un “while” y “case” que ayudarán a escoger la opción que llega del interface serial, las opciones que puede tomar son las siguientes:

OPCION	SECUENCIA	TIEMPO (mseg)
u	Sube manualmente M1	300
d	Baja manualmente M1	300
a	Sube 1 mm M1	400
b	Sube 2 mm M1	800
c	Sube 5 mm M1	1600
e	Sebe 10 mm M1	3200
f	Baja 1 mm M1	400
g	Baja 2 mm M1	800
h	Baja 5 mm M1	1600
i	baja 10 mm M1	3200
j	Soldar	12300
k	Reinicia M2	Sensor
l	Sube manualmente M2	300
m	Baja manualmente M2	300

TABLA. 4.5 CUADRO DE DATOS DE COMANDO ENTRE EL PIC Y PC

4.8 DISEÑO DEL INTERFAZ DE VISUALIZACIÓN EN PC

4.8.1 Estándar RS-232

El puerto serial, también conocido por el estándar que lo norma, el RS-232, fue creado con el único propósito de contar con una interfaz entre los equipos terminales de datos (Data Terminal Equipment, DTE), y el equipo de comunicación de datos (Data Communications Equipment, DCE) empleando intercambio serial de datos binarios. De esta forma el equipo terminal de datos es el extremo cliente de los datos y el equipo de comunicación de datos es el dispositivo que se encarga de la unión entre los terminales, tal como un módem o algún otro dispositivo de comunicación.

El RS-232 fue originalmente adoptado en 1960 por la Asociación de Industrias de la Electrónica, conocida también por sus siglas en inglés EIA, Electronic Industries Association. El estándar evolucionó a través de los años y en 1969 la tercera revisión, el RS-232C, fue el estándar elegido por los fabricantes de computadoras personales compatibles con IBM. En 1987 se adoptó la cuarta revisión, el RS-232D, también conocida como EIA-232D. En esta nueva revisión se agregaron 3 líneas de prueba.

El estándar RS-232 original especifica una velocidad máxima de 19,200 baudios y una longitud máxima de cable en 50 pies, aproximadamente 16 metros, lo cual resultaba conveniente para la época; sin embargo el paso del tiempo y la evolución de la tecnología obligaron el aumento de estos parámetros, emergiendo el RS422 y el RS485, que utilizan líneas balanceadas para eliminar algunos problemas que se presentan a mayores velocidades de transmisión.

La mayoría de los equipos que implementan puertos RS-232 utilizan un conector DB-25 aún cuando la documentación original del estándar no especifica un conector en especial, la mayoría de las computadoras comenzaron a utilizar el conector DB-9 dado que 9 son los conectores que se requieren para la comunicación asíncrona. Es necesario notar que el documento especifica la cantidad de postes o terminales y su asignación, 20 para las señales, 3 reservados y 2 sin uso. Normalmente el conector macho es en el lado de la terminal y el conector hembra es en el de comunicaciones, aún si este no es el caso común.

La característica especial del RS-232, y que lo hiciera popular en el mundo de las computadoras es su diseño simple, en el cual los datos viajan como voltajes referidos a una tierra común, haciendo factible que pueda ser utilizado para vínculos síncronos como SDLC, HDLC, Frame Relay y X.25, además de la transmisión síncrona de datos.

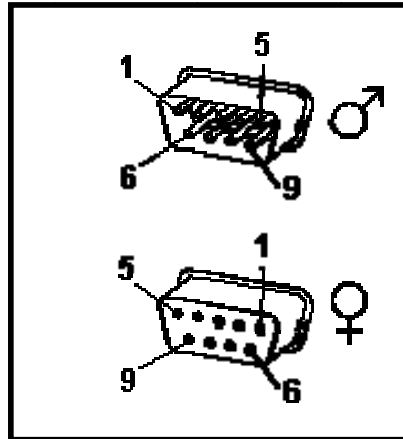


FIG. 4.28 CONECTOR HEMBRA, MACHO DEL RS232

4.8.2 Descripción y funcionamiento del MAX232

- **Descripción:** El MAX232 dispone internamente de 4 conversores de niveles TTL al bus estándar RS232 y viceversa, para comunicación serie como los usados en los ordenadores y que ahora están en desuso, el Com1 y Com2.
- **Funcionamiento:** El circuito integrado lleva internamente 2 conversores de nivel de TTL a RS232 y otros 2 de RS232 a TTL con lo que en total podremos manejar 4 señales del puerto serie del PC, por lo general las más usadas son; TX, RX, RTS, CTS, estas dos últimas son las usadas para el protocolo “handshaking” pero no es imprescindible su uso.

Para que el max232 funcione correctamente deberemos poner unos condensadores externos, todo esto lo podemos ver en la siguiente figura en la que solo se han cableado las líneas TX y RX que son las más usualmente usadas para casi cualquier aplicación.

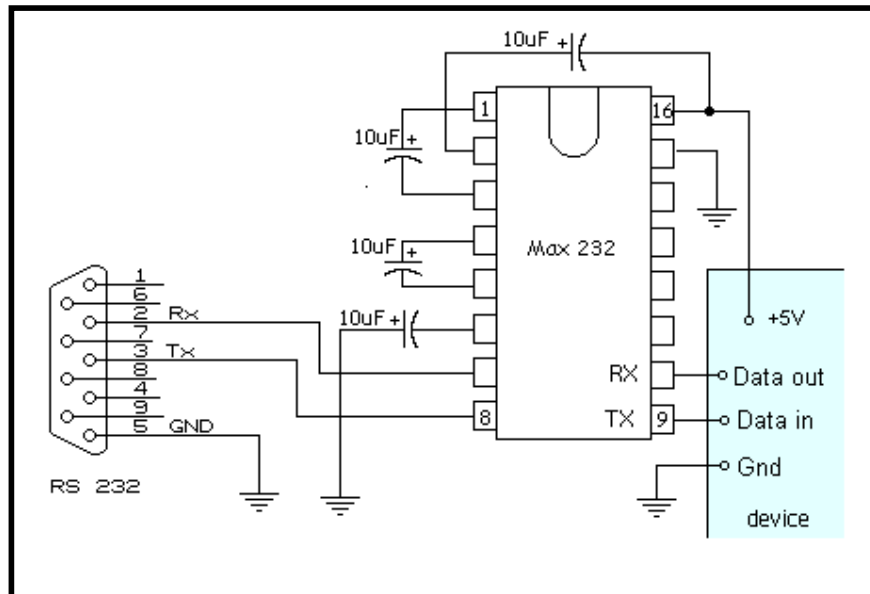


FIG. 4.29 CONFIGURACIÓN DEL MAX232

4.8.3 Puerto serial en la PC

El ordenador controla el puerto serie mediante un circuito integrado específico, llamado UART (Transmisor-Receptor-Asíncrono Universal). Normalmente se utilizan los siguientes modelos de este chip: 8250 (bastante antiguo, con fallos, solo llega a 9600 baudios), 16450 (versión corregida del 8250, llega hasta 115.200 baudios) y 16550A (con buffers de E/S). A partir de la gama Pentium, la circuitería UART de las placa base son todas de alta velocidad, es decir UART 16550A. De hecho, la mayoría de los módems conectables a puerto serie necesitan dicho tipo de UART, incluso algunos juegos para jugar en red a través del puerto serie necesitan de este tipo de puerto serie. Por eso hay veces que un 486 no se comunica con la suficiente velocidad con un PC Pentium... Los portátiles suelen llevar otros chips: 82510 (con buffer especial, emula al 16450) o el 8251 (no es compatible).

Para controlar al puerto serie, la CPU emplea direcciones de puertos de E/S y líneas de interrupción (IRQ). En el AT-286 se eligieron las direcciones 3F8h (o 0x3f8) e IRQ 4 para el COM1, y 2F8h e IRQ 3 para el COM2. El estándar del PC llega hasta aquí, por lo que al añadir posteriormente otros puertos serie, se eligieron las direcciones 3E8 y 2E8 para COM3-COM4, pero las IRQ no están especificadas. Cada usuario debe elegir las de acuerdo a las que tenga libres o el uso que vaya a hacer de los puertos serie (por ejemplo, no importa compartir una misma IRQ en dos puertos siempre que no se usen conjuntamente, ya que en caso contrario puede haber problemas). Es por ello que últimamente, con el auge de las comunicaciones, los fabricantes de PCs incluyan un puerto especial PS/2 para el ratón, dejando así libre un puerto serie.

Mediante los puertos de E/S se pueden intercambiar datos, mientras que las IRQ producen una interrupción para indicar a la CPU que ha ocurrido un evento (por ejemplo, que ha llegado un dato, o que ha cambiado el estado de algunas señales de entrada). La CPU debe responder a estas interrupciones lo más rápido posible, para que el tiempo a recoger el dato antes de que el siguiente lo sobrescriba. Sin embargo, las UART 16550A incluyen unos buffers de tipo FIFO, dos de 16 bytes (para recepción y transmisión), donde se pueden guardar varios datos antes de que la CPU los recoja. Esto también disminuye el número de interrupciones por segundo generadas por el puerto serie.

El RS-232 puede transmitir los datos en grupos de 5, 6, 7 u 8 bits, a unas velocidades determinadas (normalmente, 9600 bits por segundo o más). Después de la transmisión de los datos, le sigue un bit opcional de paridad (indica si el número de bits transmitidos es par o impar, para detectar fallos), y después 1 o 2 bits de Stop. Normalmente, el protocolo utilizado suele ser *8N1* (que significa, 8 bits de datos, sin paridad y con 1 bit de Stop).

Una vez que ha comenzado la transmisión de un dato, los bits tienen que llegar uno detrás de otro a una velocidad constante y en determinados instantes de tiempo. Por eso se dice que el RS-232 es asíncrono por carácter y síncrono por bit. Los pines que portan los datos son RXD y TXD. Las demás se encargan de otros trabajos: DTR indica que el ordenador está encendido, DSR que el aparato conectado a dicho puerto está encendido, RTS que el ordenador puede recibir datos (porque no está ocupado), CTS que el aparato conectado puede recibir datos, y DCD detecta que existe una comunicación, presencia de datos.

Tanto el aparato a conectar como el ordenador (o el programa terminal) tienen que usar el mismo protocolo serie para comunicarse entre sí. Puesto que el estándar RS-232 no permite indicar en qué modo se está trabajando, es el usuario quien tiene que decidirlo y configurar ambas partes. Como ya se ha visto, los parámetros que hay que configurar son: protocolo serie (8N1), velocidad del puerto serie, y protocolo de control de flujo. Este último puede ser por hardware (el que ya hemos visto, el “handshaking” RTS/CTS) o bien por software (XON/XOFF, el cual no es muy recomendable ya que no se pueden realizar transferencias binarias). La velocidad del puerto serie no tiene por qué ser la misma que la de transmisión de los datos, de hecho debe ser superior. Por ejemplo, para transmisiones de 1200 baudios es recomendable usar 9600, y para 9600 baudios se pueden usar 38400 (o 19200).

4.8.4 Características del Puerto RS232

El RS232 presenta las siguientes características:

- Para controlar al puerto serie, la CPU emplea direcciones de puertos de E/S y líneas de interrupción (IRQ).
- El RS-232 puede transmitir los datos en grupos de 5, 6, 7 u 8 bits, a unas velocidades determinadas (normalmente, 9600 bits por segundo o más).
- Después de la transmisión de los datos, le sigue un bit opcional de paridad (indica si el número de bits transmitidos es par o impar, para detectar fallos), y después 1 o 2 bits de Stop.
- Normalmente, el protocolo utilizado es 8N1 (que significa, 8 bits de datos, sin paridad y con 1 bit de Stop).
- Una vez que ha comenzado la transmisión de un dato, los bits tienen que llegar uno detrás de otro a una velocidad constante y en determinados instantes de tiempo.
- Se dice que el RS-232 es asíncrono por carácter y síncrono por bit. Los pines que portan los datos son RXD y TXD.

- Puesto que el estándar RS-232 no permite indicar en qué modo se está trabajando, es el usuario quien tiene que decidirlo y configurar ambas partes. Como ya se ha visto, los parámetros que hay que configurar son: protocolo serie (8N1), velocidad del puerto serie, y protocolo de control de flujo. Este último puede ser por hardware (el que ya hemos visto, el handshaking RTS/CTS) o bien por software (XON/XOFF, el cual no es muy recomendable ya que no se pueden realizar transferencias binarias). La velocidad del puerto serie no tiene por qué ser la misma que la de transmisión de los datos, de hecho debe ser superior. Por ejemplo, para transmisiones de 1200 baudios es recomendable usar 9600, y para 9600 baudios se pueden usar 38400 (o 19200).

4.8.5 Programación de la interfaz gráfica

Para la programación de la interfaz gráfica, se utilizó la herramienta de Visual Basic 6.0, una herramienta de diversa versatilidad que permite visualizar y enviar ordenes a los parámetros a cambiar.

La secuencia del código del programa para la interfaz gráfica se la explica mediante la figura 4.30

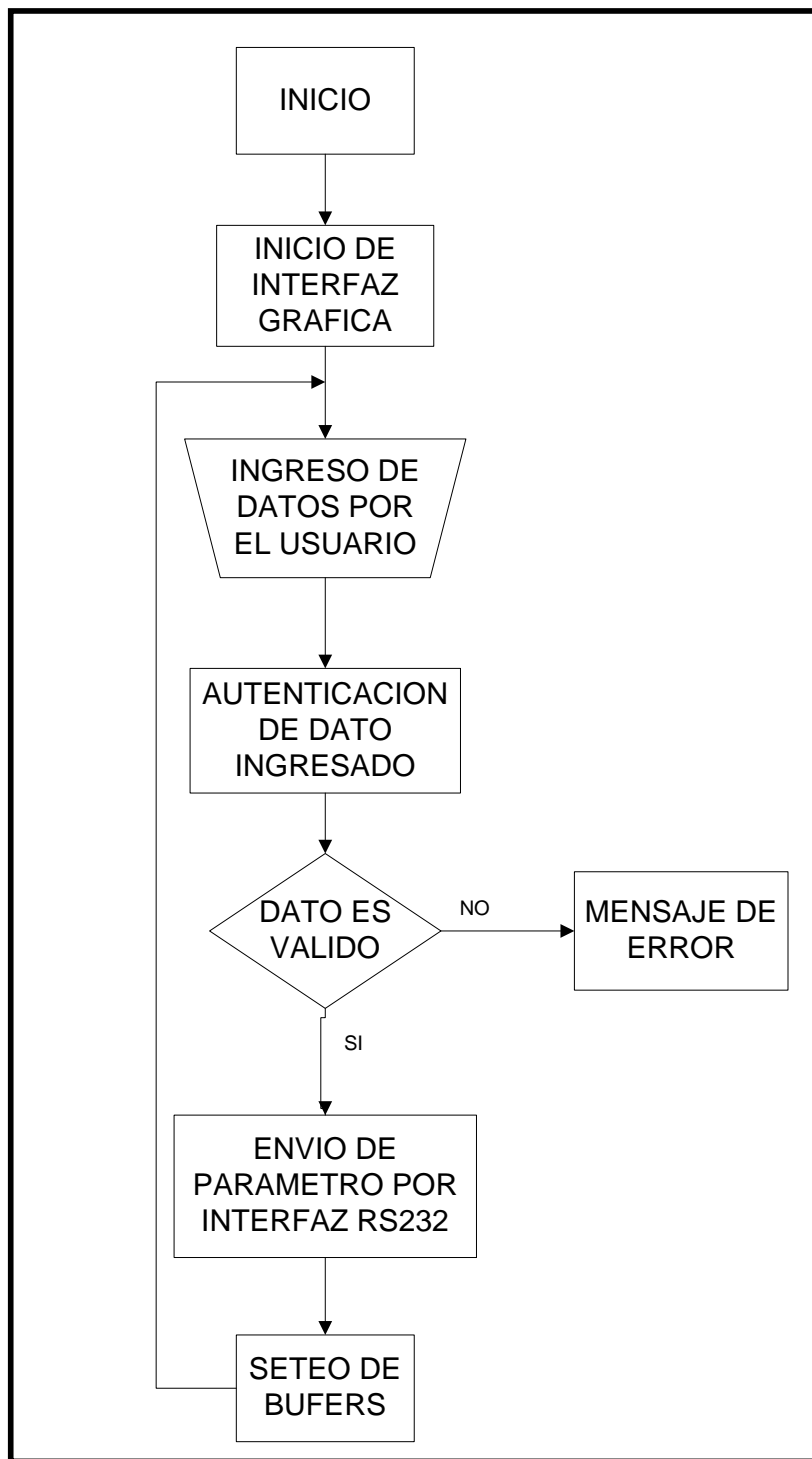


FIG. 4.30 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA INTERFAZ GRÁFICA

A continuación se presenta el código de cada una de las pantallas que conforma el software de control de procesos:

La primera pantalla que se muestra se la denominó BIENVENIDA, la cual muestra los principales aspectos como nombre de la universidad, departamento, especificación del proyecto, integrantes de la tesis.

Se añadió un gráfico del escudo de la ESPE, y un gif que interpreta el inicio del trabajo en el prototipo.



FIG. 4.31 PANTALLA DE INICIO

En las líneas de programación se encuentra como cargar el gif, teniendo en cuenta que el archivo debe encontrarse en el mismo directorio.

```
Private Sub cmdIngresar_Click()  
    Unload Me  
    Form2.Show  
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
    Marchoso1.FileName = App.Path & "\\TRABAJANDO.gif"
```

```
End Sub
```

Para acceder al proyecto presionamos sobre el icono ingresar.

En la siguiente pantalla se la denominó CLAVE que me permite autenticar a las personas que puedan manejar el equipo, para esto primero se colocan las líneas de código para cargar el gif que son:

```
Private Sub Form_Load()
```

```
    Marchoso1.FileName = App.Path & "\\wells1.gif"
```

```
End Sub
```



FIG. 4.32 PANTALLA PARA INGRESAR LA CLAVE

Después para autenticar la contraseña se realizó un bucle cerrado, comparando una palabra en común para su ingreso, las líneas de código son las siguientes:

```
Private Sub cmdContra_Click()
```

```
    Dim Val1 As String
```

```
        Dim Val2 As String
```

```
        Dim A As Integer
```

```
    Val1 = InputBox("Ingrese la Clave", "Ejemplo")
```

```
    Val2 = "ingeniero"
```

```
    For A = 1 To 2
```

```
If Val1 = Val2 Then
    MsgBox "CLAVE CORRECTA"
    GoTo IRA
Else
    MsgBox "¡INGRESE OTRA VEZ"
    Val1 = InputBox("Ingrese la Clave", "Ejemplo")
End If
Next
End

IRA:
    Unload Me
    Form3.Show
End Sub
```

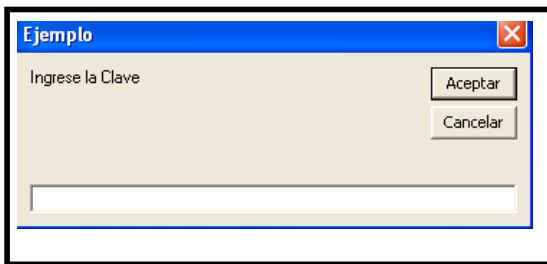


FIG. 4.33 PANTALLA PARA EL INGRESO DE LA CLAVE



FIG. 4.34 PATALLA DE CLAVE CORRECTA

Si la clave es incorrecta se pedirá el reingreso de la clave, si la contraseña es correcta se accederá a siguiente pantalla que se la denomino CARGANDO.

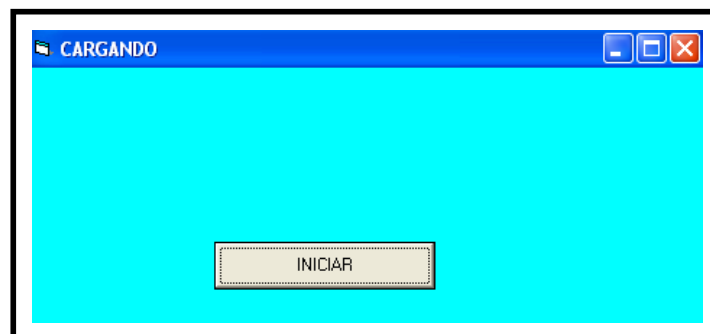


FIG. 4.35 PANTALLA PARA CARGAR LA APLICACIÓN

Esta pantalla cargará la última pantalla de control, las líneas de código son las siguientes:

```
Private Sub Command1_Click()  
    Cargando.Visible = True  
    Label1.Visible = True  
    ProgressBar1.Visible = True  
    'Le establecemos un valor para el máximo  
    ProgressBar1.Max = 80500  
    For i = 0 To ProgressBar1.Max  
        ' Valor actual del Progressbar  
        ProgressBar1.Value = i  
        ' Visualizamos el porcentaje en el Label  
        Label1 = CLng((ProgressBar1.Value * 100) / ProgressBar1.Max) & " %"  
        DoEvents  
    Next  
    Unload Me  
    Form4.Show  
End Sub  
Private Sub Form_Load()  
    Cargando.Visible = False  
    Label1.Visible = False  
    ProgressBar1.Visible = False  
End Sub
```



FIG. 4.36 PANTALLA CARGANDO LA APLICACIÓN

La última pantalla en presentarse es la de CONTROL que consta de:

Primero la sincronización de la velocidad entre el pic y la pc para el envío y recepción de datos, se configura el puerto, la velocidad y los bit de parada.

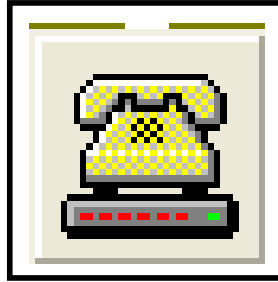


FIG. 4.37 ICONO MSCOMM

Para acceder a los cambios de los parámetros hacemos un click derecho sobre el icono y propiedades.

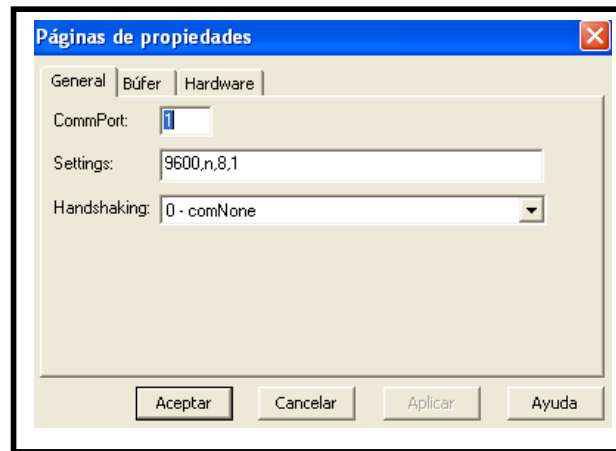


FIG. 4.38 CUADRO DE CONFIGURACIÓN DEL PUERTO MSCOM1

```
Private Sub Form_Load()
```

```
MSComm1.Settings = "9600,n,8,1" 'bts,bits de datos,paridad,bits de parada
```

```
MSComm1.CommPort = 1 'Elegir el COM# del puerto
```

```
MSComm1.PortOpen = True 'Habilitar el puerto
```

```
txtSubir.Text = ""
```

```
txtBajar.Text = ""
```

```
Marchoso1.FileName = App.Path & "\anima63.gif"
```

Para el control de motor 1 se tomaron valores de 1 mm, 2 mm, 5 mm y 10 mm de subida y bajada, que para lo cual se ingresa el valor en los cuadros de edición y se compara con cada valor específico que tiene.

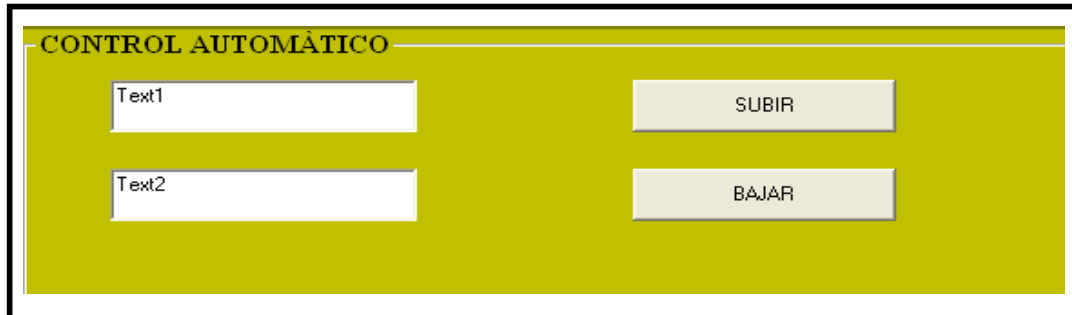


FIG. 4.39 CONTROL AUTOMÁTICO DEL MOTOR 1

```
Private Sub cmdSubir_Click()  
    sube = txtSubir.Text  
    If sube = 1 Then  
        MSComm1.Output = "a"  
    End If  
    If sube = 2 Then  
        MSComm1.Output = "b"  
    End If  
    If sube = 5 Then  
        MSComm1.Output = "c"  
    End If  
    If sube = 10 Then  
        MSComm1.Output = "e"  
    End If  
End Sub
```

```
Private Sub cmdBajar_Click()  
    baja = txtBajar.Text  
    If baja = 1 Then  
        MSComm1.Output = "f"  
    End If  
    If baja = 2 Then  
        MSComm1.Output = "g"  
    End If  
    If baja = 5 Then  
        MSComm1.Output = "h"  
    End If  
    If baja = 10 Then  
        MSComm1.Output = "i"  
    End If  
End Sub
```

Este cuadro enviará la orden hacia el PIC presionando sobre el botón de SUBIR O BAJAR para que proceda a la acción del motor 1.

Además el motor 1 tiene un control manual que recorre una distancia de 0,6 mm.



FIG. 4.40 CONTROL MANUAL DEL MOTOR 1

```
Private Sub cmdm2bajar_Click()  
    MSComm1.Output = "m"  
End Sub  
Private Sub cmdm2subir_Click()  
    MSComm1.Output = "l"  
End Sub
```


Para el control del motor 2 se tiene de la misma manera solo un control manual especificado de 1 mm, que ayudará a ubicar la posición exacta para la soldadura.



FIG. 4.41 CONTROL DEL MOTOR 2

```
Private Sub cmdSubirManu_Click()
```

```
    MSComm1.Output = "u"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()
```

```
    MSComm1.Output = "d"
```

```
End Sub
```

En la pantalla se encuentra el control de la suelda que ejecutará automática el punto de suelda de la antena.

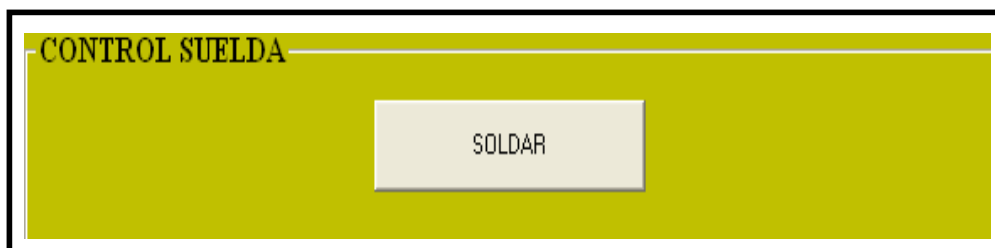


FIG. 4.42 CONTROL PARA LA SUELDA

```
Private Sub cmdSoldar_Click()
```

```
    MSComm1.Output = "j"
```

```
    Marchoso2.FileName = App.Path & "\Soldar.gif"
```

```
End Sub
```

La última acción que realiza es reiniciar los motores a la posición exacta para iniciar con un nuevo punto de suelda, para esto se implemento un sensor magnético, que por medio de proximidad se puede controlar la distancia exacta para un nuevo proceso de soldadura.



FIG. 4.43 CONTROL MOTOR 2 PARA PROCESO DE SUELDA

```
Private Sub cmdPos_Click()
```

```
    MSComm1.Output = "k"
```

```
    Marchoso2.FileName = App.Path & "\\el.gif"
```

```
End Sub
```

Cuando termine el proceso presionamos SALIR para terminar con el proyecto.

```
Private Sub cmdSalir1_Click()
```

```
    If MSComm1.PortOpen = True Then 'Si puerto abierto?
```

```
        MSComm1.PortOpen = False    'Cerrar el puerto
```

```
    End If
```

```
    Unload Me
```

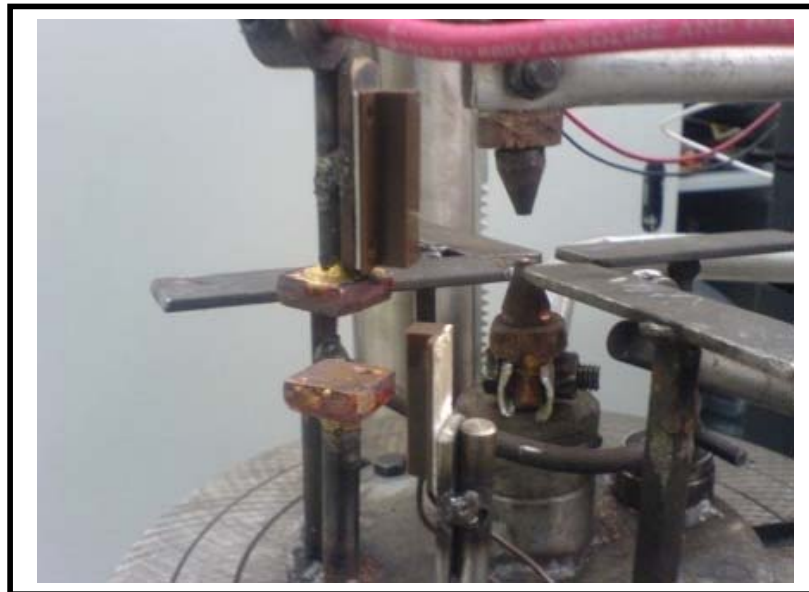
```
    End
```

```
End Sub
```

4.9 CALIBRACIÓN DEL PROTOTIPO REALIZADO

En la calibración del brazo electromecánico, surgió la necesidad de implementar un sensor de movimiento con el fin de realizar procesos continuos en la soldadura.

Se analizaron varios sensores encontrados en el mercado, pero el que más se ajusto a nuestro modelo fue un sensor magnético, el mismo que se activa cuando los dos elementos se acercan entre sí.



FOTOGRAFIA. 4.8 SENSOR UTILIZADO PARA LA CALIBRACIÓN DEL PROTOTIPO

Siempre que se inicie el proceso se necesita calibrar el prototipo para su mejor funcionamiento.

4.10 PARÁMETROS DE SEGURIDAD DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA DE SOLDADURA DE PUNTO

Al momento de realizar una suelda de punto hay que tomar en cuenta ciertos parámetros de seguridad como en cualquier otro tipo de suelda para evitar daños en lo personal al momento de realizar el punto de suelda:

Descarga eléctrica.

- Siempre utilice guantes secos.
- No tocar partes con carga eléctrica viva.
- Mantener el equipo siempre apagado cuando no se lo utilice.

Puede causar fuego o explosión.

- No suelde cerca de materiales inflamables.
- La suela de punto *es un reloj de fuego*, mantener un extintor cerca del área de trabajo.
- Proteger a las personas de las chispas que se producen al momento de la suelda, para evitar quemaduras en las mismas.

Piezas movibles pueden causar daño.

- No poner las manos entre los electrodos al momento de la suelda.
- Limpiar la pieza hacer soldada con guantes para evitar cortes en las manos.

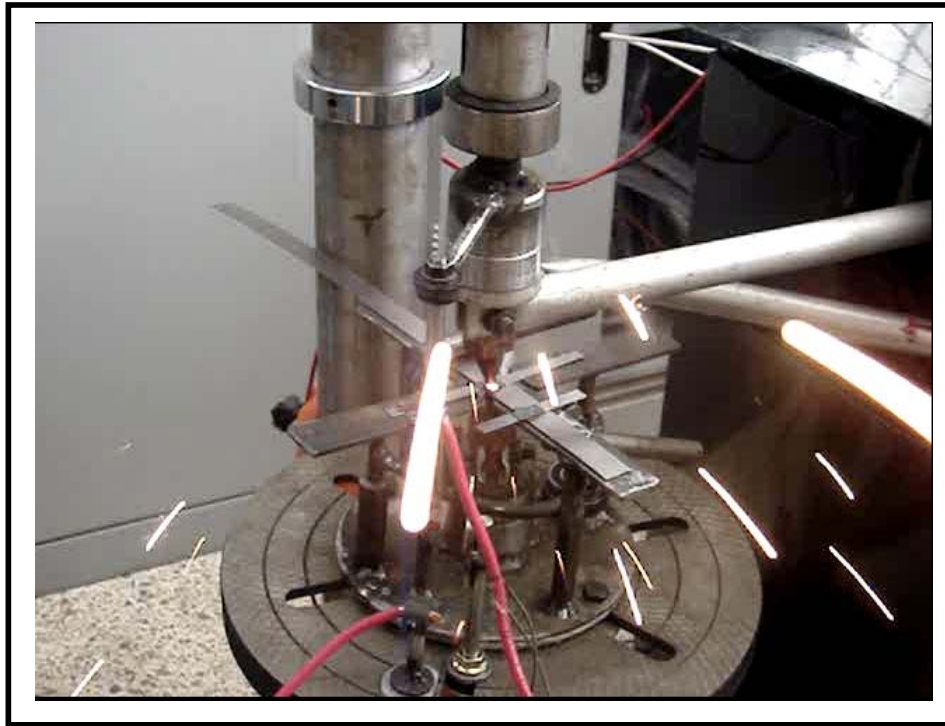
Material soldado.

- Permitir un período de enfriamiento antes de tocar el material soldado.
- No tocar con las manos desnudas los electrodos y las piezas de trabajo, ya que estos se encuentran calientes y pueden producir quemaduras y cortes.
- Usar las gafas de seguridad durante el proceso de soldadura.

Prohibido usar lentes de contacto mientras se esté utilizando el prototipo de soldadura.

4.11 VERIFICACIÓN Y DEFECTOS DE LA SOLDADURA DE PUNTO

En ocasiones, la soldadura puede no haber alcanzado las propiedades finales deseadas, dando lugar a uniones deficientes e incorrectas, para ello se realizaron varios puntos de suelda comprobando que el punto de suelda es el óptimo, dando lugar a que no existan deficiencias en sus uniones.



FOTOGRAFIA. 4.9 REALIZACIÓN DEL PUNTO DE SUELDA

Los principales defectos que puede presentar la soldadura por puntos son:

- Escasas propiedades mecánicas.
- Proyección de material fundido.
- Penetración del electrodo excesiva o escasa.
- Puntos quemados, con cráteres o fisuras.
- Pegado de las piezas a los electrodos.
- Sobrecalentamiento innecesario.

Estos defectos suelen deberse a dos causas fundamentales:

- Regulación incorrecta del equipo (intensidad, tiempo y presión de apriete).
- Preparación inadecuada de las chapas a soldar.

La siguiente tabla muestra los principales defectos existentes en la soldadura por puntos.





DEFECTOS DE SOLDADURA POR PUNTOS DE RESISTENCIA			
DEFECTO	ASPECTO	CAUSA	SOLUCIÓN
Penetración excesiva del electrodo		<ul style="list-style-type: none"> • Intensidad de soldadura alta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuir la intensidad de soldadura.
Proyección de material fundido		<ul style="list-style-type: none"> • Intensidad de soldadura alta. • Tiempo de soldadura alto. • Presión de apriete de los electrodos baja. • Diámetro insuficiente de los electrodos. • Mal contacto entre las chapas. • Suciedad de las chapas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustar la intensidad y tiempo de soldadura. • Dimensionar correctamente los electrodos. • Ajustar la presión de apriete de los electrodos. • Asegurar un buen contacto entre las chapas y una correcta limpieza.
Salpicaduras por expulsión del núcleo		<ul style="list-style-type: none"> • Presión de apriete de los electrodos excesiva. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuir la presión de apriete de los electrodos.
Penetración escasa del electrodo		<ul style="list-style-type: none"> • Intensidad de soldadura baja. • Tiempo de soldadura bajo. • Presión de apriete de los electrodos baja. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la intensidad y el tiempo de soldadura y la presión de apriete de los electrodos.

TABLA. 4.6 DEFECTOS DE LA SOLDADURA

CAPÍTULO V

CONSTRUCCIÓN DE LA ANTENA DE 2.4 GHz

5.1 PARÁMETROS DE LA ANTENA A CONSTRUIR

Las antenas se caracterizan eléctricamente por una serie de parámetros, como los que se describen a continuación:

- **Diagrama de radiación (Patrón de radiación):** Es la representación gráfica de las características de radiación de una antena. Es habitual representar el módulo del campo eléctrico o la densidad de potencia radiada, aunque también se pueden encontrar diagramas de polarización o de fase.

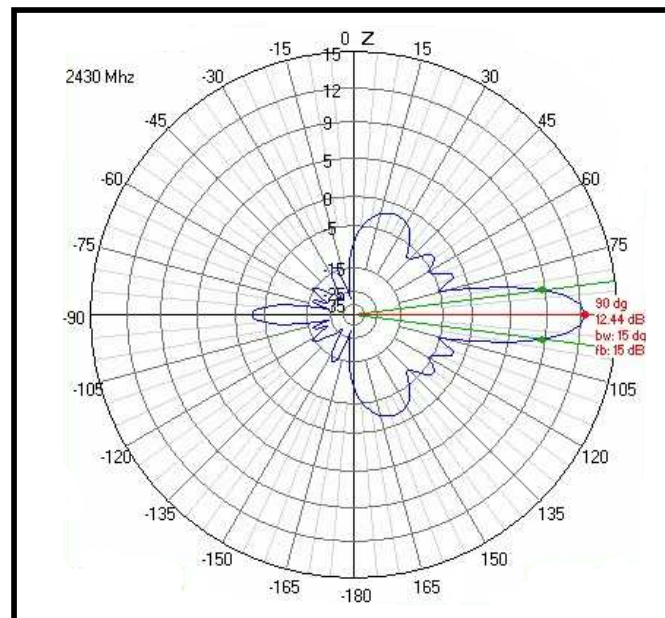


FIG. 5.1 DIAGRAMA DE RADIACIÓN EN EL PLANO VERTICAL

- **Ancho de banda:** El ancho de banda de la antena se define como el rango de frecuencias sobre las cuales la operación de la antena es "satisfactoria". Esto, por lo general, se toma entre los puntos de media potencia, pero a veces se refiere a las variaciones en la impedancia de entrada de la antena. Se puede definir un ancho de banda de impedancia, de polarización, de ganancia o de otros parámetros.
- **Directividad:** Es la relación entre la densidad de potencia radiada en la dirección de máxima radiación, a una cierta distancia r y la potencia total radiada dividida por el área de la esfera de radio r . La directividad se puede calcular a partir del diagrama de radiación. La ganancia de una antena es igual a la directividad multiplicada por la eficiencia.
- **Ganancia:** Es la relación entre la densidad de potencia radiada en la dirección del máximo a una distancia r y la potencia total entregada a la antena dividida por el área de una esfera de radio r . La eficiencia de una antena es la relación entre la ganancia y la directividad. Dicha relación, coincide con la relación entre la potencia total radiada y la potencia entregada a la antena.
- **Impedancia de entrada:** Es la impedancia de la antena en sus terminales. Es la relación entre la tensión y la corriente de entrada.
$$Z = \frac{V}{I}$$
 La impedancia es compleja. La parte real de la impedancia se denomina Resistencia de Antena y la parte imaginaria es la reactancia. La resistencia de antena es la suma de la resistencia de radiación y la resistencia de pérdidas. Las antenas se denominan resonantes cuando se anula su reactancia de entrada.
- **Anchura de haz:** Es un parámetro de radiación, ligado al diagrama de radiación. Se puede definir el ancho de haz a -3dB, que es el intervalo angular en el que la densidad de potencia radiada es igual a la mitad de la máxima. También se puede definir el ancho de haz entre ceros, que es el intervalo angular del haz principal del diagrama de radiación, entre los dos ceros adyacentes al máximo.

- **Polarización:** Las antenas crean campos electromagnéticos radiados. Se define la polarización electromagnética en una determinada dirección, como la figura geométrica que traza el extremo del vector campo eléctrico a una cierta distancia de la antena, al variar el tiempo. La polarización puede ser lineal, circular y elíptica. La polarización lineal puede tomar distintas orientaciones (horizontal, vertical, $+45^\circ$, -45°). Las polarizaciones circular o elíptica pueden ser a la derecha o izquierda (dextrógiras o levógiras), según el sentido de giro del campo (observado alejándose desde la antena).

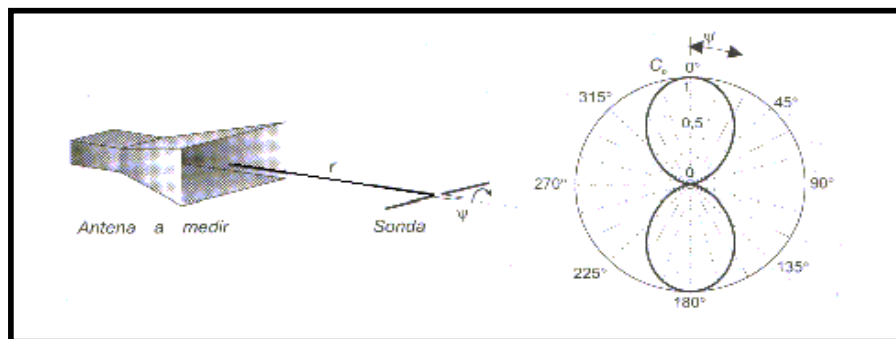


FIG. 5.2 ESQUEMA DE REPRESENTACIÓN DE LA POLARIZACIÓN DE UNA ANTENA

5.2 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN DEL ELEMENTO ACTIVO Y PASIVOS DE LA ANTENA

En términos prácticos las longitudes de los elementos y su separación no son muy críticos, y se pueden permitir variaciones de 1% en la longitud y hasta 5% en la separación. La longitud del reflector es más tolerante que la del director aunque en algunos casos se utilizan estas tolerancias para ampliar el ancho de banda de la antena; es decir con reflectores un poco más largos y directores un poco más cortos aumenta el ancho de banda, sin embargo en sentido contrario, el efecto es totalmente dañino y anula el comportamiento de la antena.

Es interesante observar que la ganancia crece rápidamente para pocos elementos y después mucho más lentamente para un número grande de elementos pasivos, así vemos que con 3 elementos (1 director y un reflector) la ganancia es 7.5 dB, con 5 es 10 dB, pero solo 12 dB con 8 elementos, esto nos lleva a la conclusión de la inconveniencia de

aumentar el número de elementos pasivos indefinidamente, por lo que no se hacen antenas Yagi de más de 12 a 15 elementos. Este defecto se debe principalmente a que al aumentar el número de parásitos disminuye la resistencia de radiación del dipolo, y por lo tanto, su campo radiado, por esta razón en muchas antenas Yagi se utilizan dipolos doblados con el fin de aumentar la resistencia de radiación.

5.3 ESTUDIO Y DISEÑO DE LA ANTENA YAGI DE 2,4 GHz

Para el diseño de la antena Yagi se utilizó el software QY4 (Quick Yagi V.4), que permite el diseño y análisis de la antena Yagi de forma rápida y automática, para lo cual el programa utiliza el método de “LOS MOMENTOS”, de tal manera que se ingresa la frecuencia de resonancia el número de elementos pasivos y el diámetro, arrojando valores de dimensiones y separación de los dipolos.

El software QY4 permite el ingreso de valores hasta los 999.999 MHz, por este motivo se realizó el escalamiento de frecuencia de 2450 GHz para tres teniendo como resultado el valor de 816.666 MHz, y los valores que genere el software se dividen por la razón para obtener valores reales de dimensiones.

Ingreso al software QY4

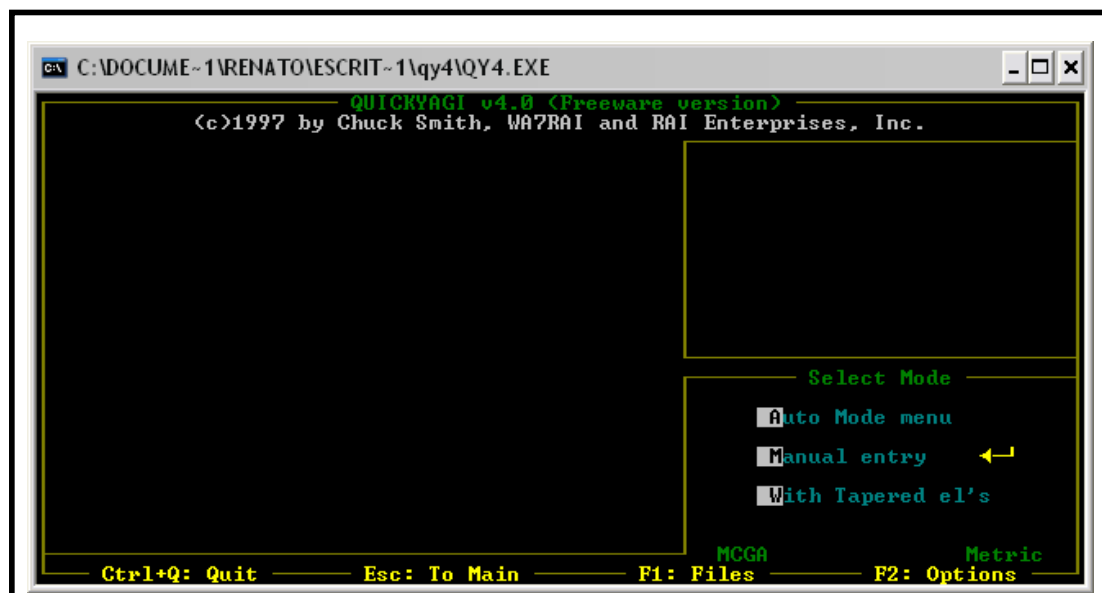


FIG. 5.3. PANTALLA PRINCIPAL DEL SOFTWARE QY4

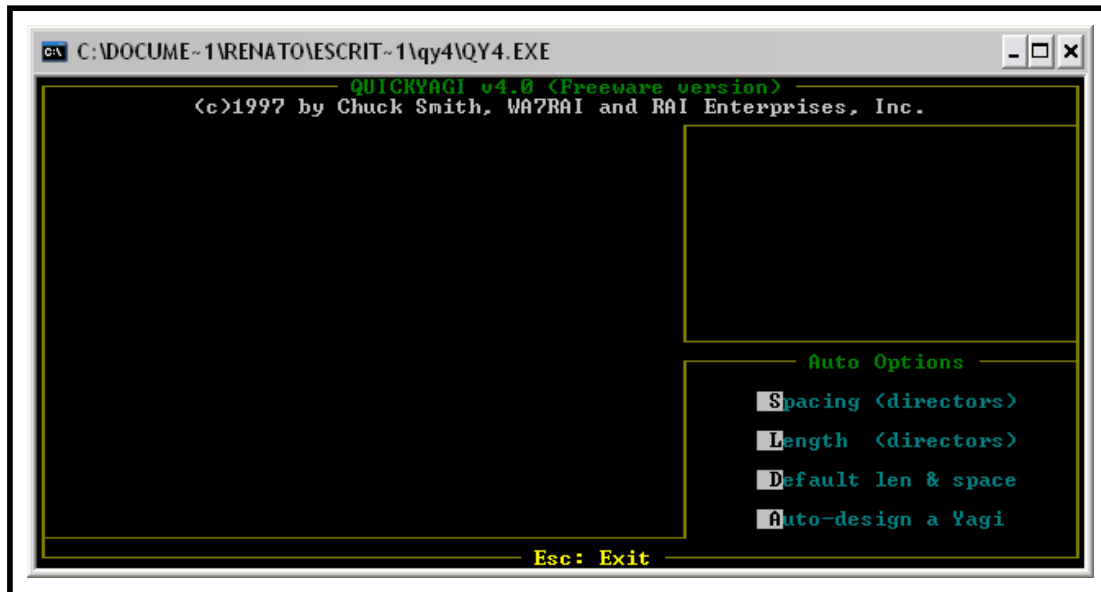


FIG. 5.4. SELECCIÓN DE AUTO- DESIGN A YAGI

Seleccionamos Auto-desing a Yagi

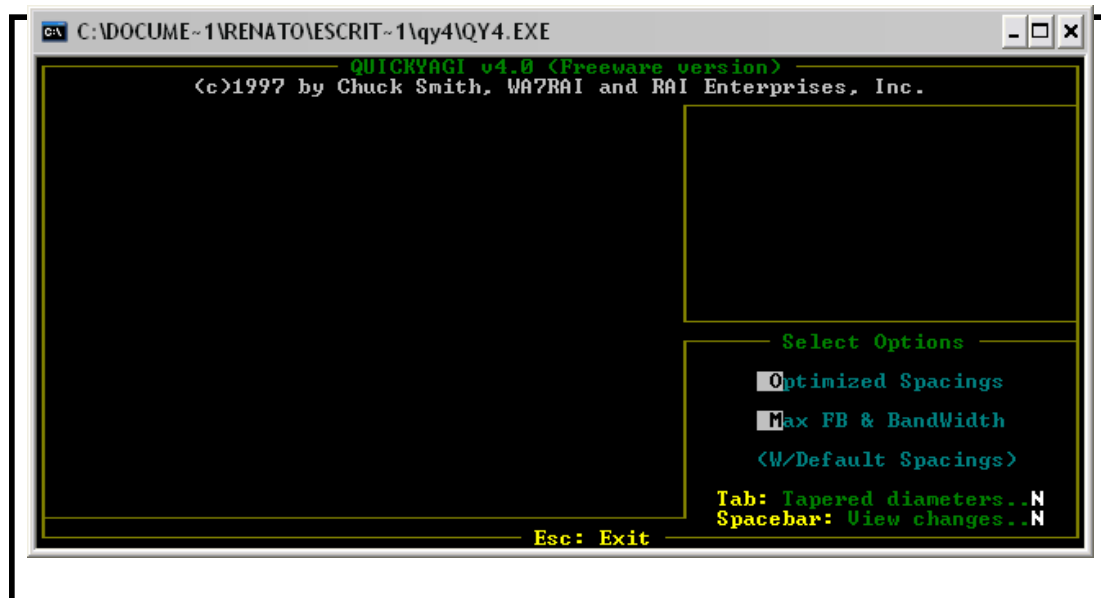


FIG. 5.5 SELECCIÓN DEL MAX FB & BandWidth

Elegimos Max FB & BandWidth, para la mayor ganancia frente espalda y ancho de Banda.

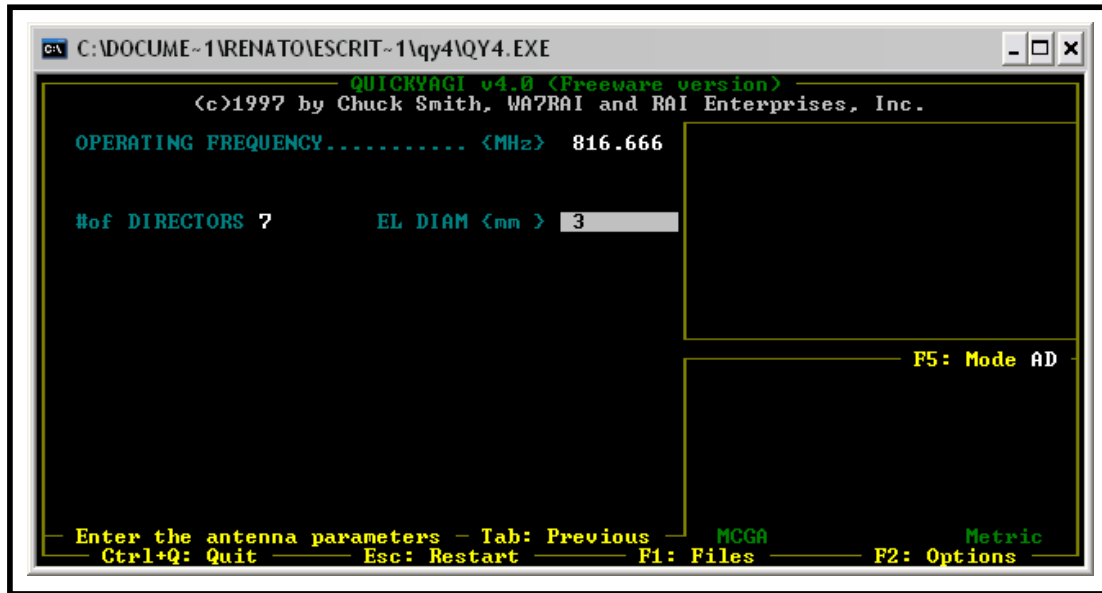


FIG. 5.6 INGRESO DE LA FRECUENCIA, DIRECTORES Y DIÁMETRO

Ingresamos la frecuencia, el número de directores y el diámetro y nos genera los valores de los elementos pasivos tanto en distancia y separación del uno con el otro.

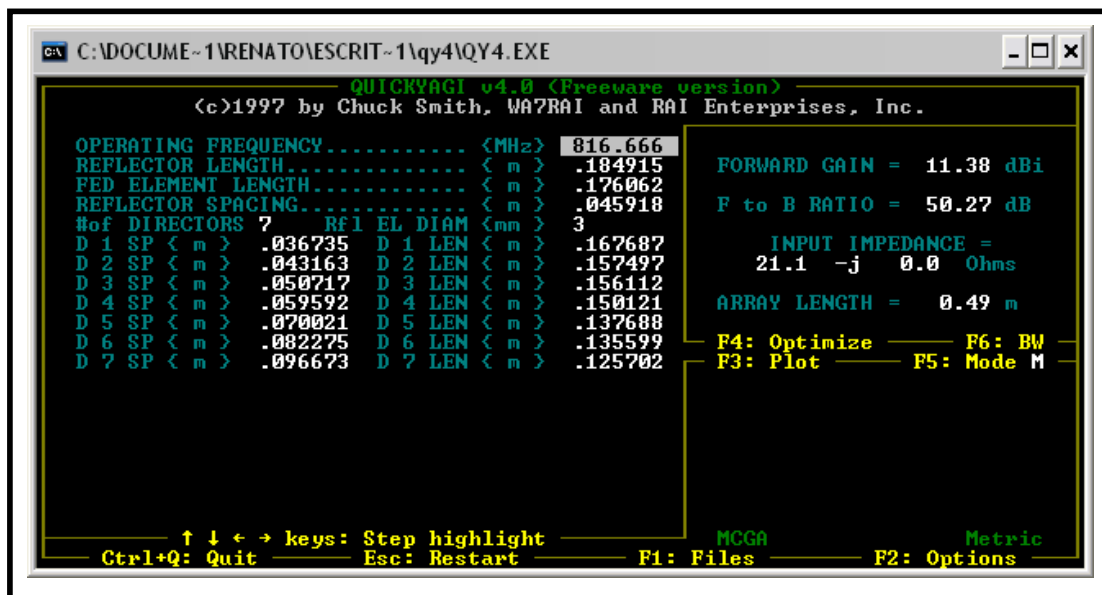


FIG. 5.7 LONGITUDES DE LOS DIRECTORES

Como se puede observar la impedancia de entrada es baja, para aumentarla se varía las longitudes de los elementos, teniendo como resultado:

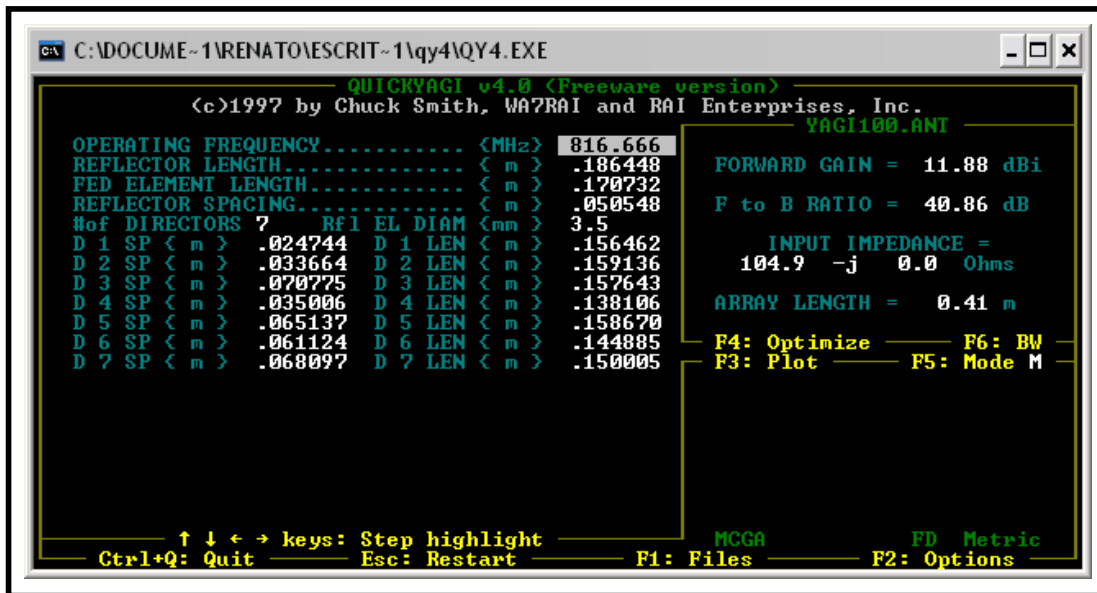


FIG. 5.8 LONGITUDES DE LOS DIRECTORES

Al graficar su resultado es:

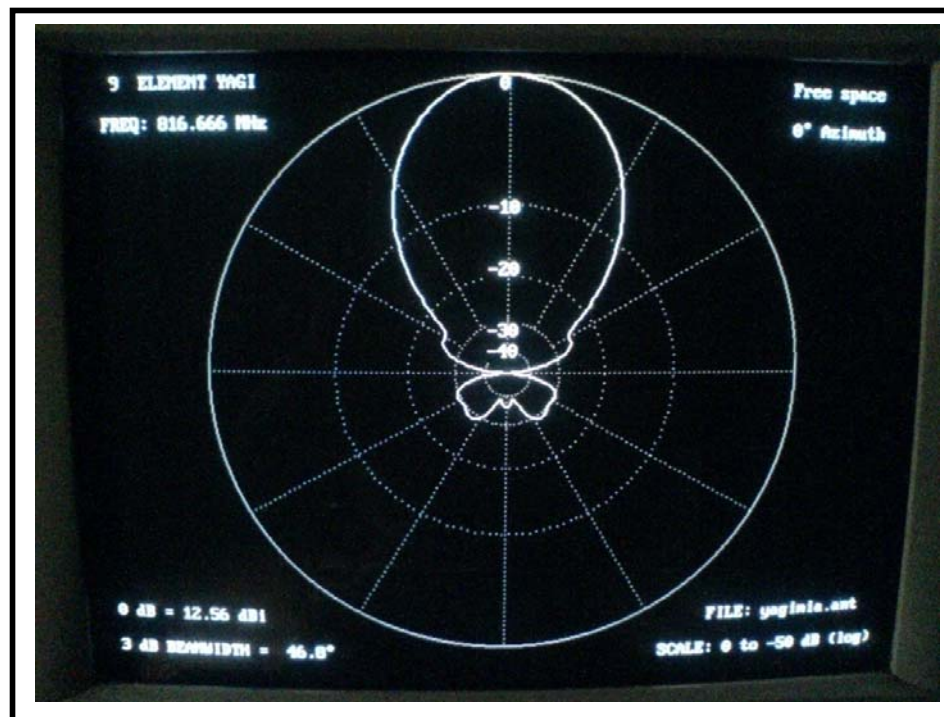


FIG. 5.9 LÓBULO DE RADIACIÓN

Como se puede observar en el gráfico la potencia de radiación es mayor en la dirección a transmitir, teniendo una ganancia de 12.55 dbi.

Además se puede generar una tabla de valores con diferentes frecuencias los valores de ganancia, resistencia de entrada y VSWR.

QUICKYAGI v4.0 (Freeware version)

Freq.(MHz)	Gain(dBi)	F/B(dB)	Input res. & react.(Ω)	VSWR
826.874	12.041	22.684	111.928 +j 37.25	1.42:1
825.854	12.031	23.784	110.099 +j 33.05	1.36:1
824.833	12.019	25.026	108.600 +j 28.95	1.31:1
823.812	12.006	26.455	107.395 +j 24.95	1.27:1
822.791	11.992	28.140	106.452 +j 21.05	1.22:1
821.770	11.976	30.195	105.743 +j 17.26	1.18:1
820.750	11.959	32.840	105.244 +j 13.58	1.14:1
819.729	11.941	36.561	104.932 +j 10.02	1.10:1
818.708	11.923	42.831	104.790 +j 6.56	1.06:1
817.687	11.903	51.016	104.797 +j 3.21	1.03:1
816.666	11.883	40.862	104.939 -j 0.02	1.00:1
815.645	11.862	35.714	105.200 -j 3.13	1.03:1
814.625	11.841	32.514	105.566 -j 6.14	1.06:1
813.604	11.820	30.209	106.024 -j 9.03	1.09:1
812.583	11.798	28.417	106.560 -j 11.80	1.12:1
811.562	11.776	26.957	107.164 -j 14.47	1.15:1
810.541	11.755	25.729	107.822 -j 17.02	1.18:1
809.521	11.733	24.672	108.524 -j 19.45	1.20:1
808.500	11.711	23.747	109.259 -j 21.78	1.23:1
807.479	11.689	22.927	110.016 -j 24.00	1.26:1
806.458	11.667	22.191	110.783 -j 26.11	1.28:1

P: Print G: Graph B: BW Plot Esc: Exit

FIG. 5.10 TABLA DE VALORES DE GANANCIA, RESISTENCIA DE ENTRADA Y VSWR

Y la graficamos

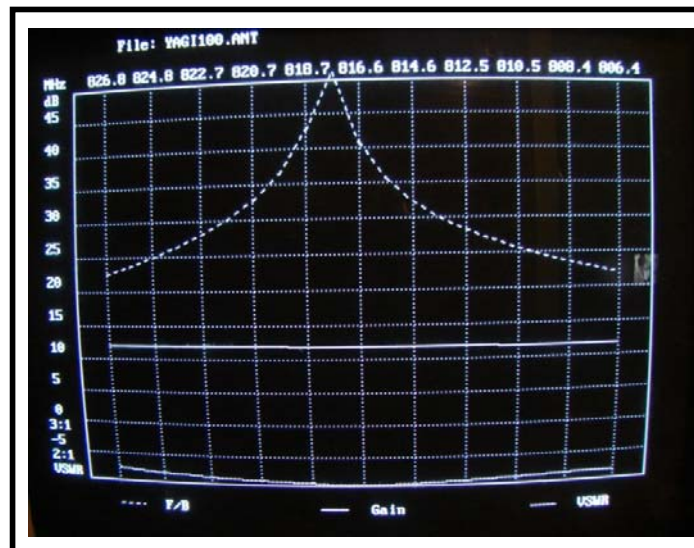


FIG. 5.11 GRÁFICA DE LA GANANCIA, RESISTENCIA DE ENTRADA Y VSWR

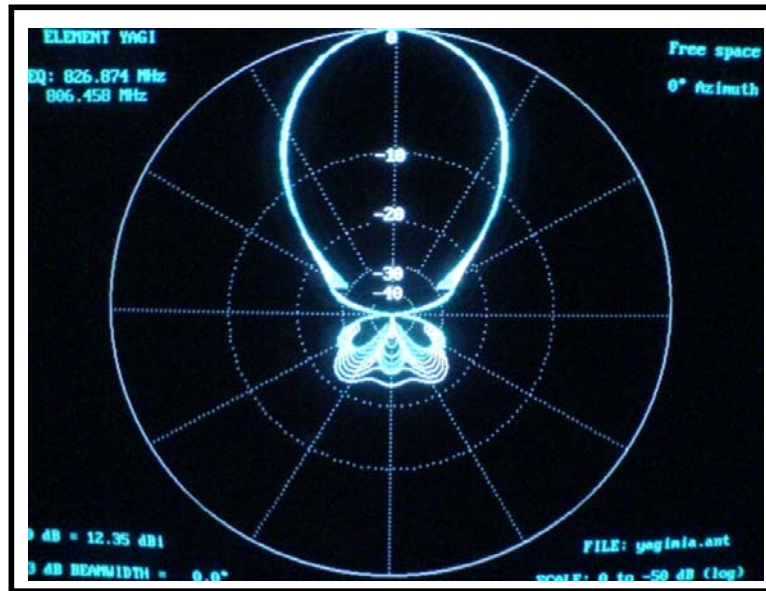


FIG. 5.12 LÓBULO DE RADIACIÓN

TABLA DE VALORES DE DISEÑO

Tomando en cuenta que la frecuencia de diseño es de 2400 MHz y asumiendo un factor de escalamiento de 3, la frecuencia con la que hemos trabajado en el QY4 fue de 816.66 MHz, por tal circunstancia las dimensiones reales de nuestra antena prototipo deben tomar en cuenta el factor de escalamiento mencionado anteriormente.

En la siguiente tabla se muestra los valores finales de las dimensiones del prototipo construido.

DESCRIPCION	SEPARACION (m)	LONGITUDES (m)
Reflector	0	0,066
Dipolo Doblado	0,024	0,04x0,012
Dipolo 1	0,042	0,046
Dipolo 2	0,06	0,05
Dipolo 3	0,08	0,044
Dipolo 4	0,105	0,048
Dipolo 5	0,133	0,05
Dipolo 6	0,164	0,048
Dipolo 7	0,201	0,05

TABLA. 5.1 LONGITUDES DE LOS DIRECTORES

Para el bosquejo y diseño de la antena Yagi se utilizo el software “Mmanagal” que permite emular el diseño de antenas.

Esta es la ventana principal del Mmanagal:

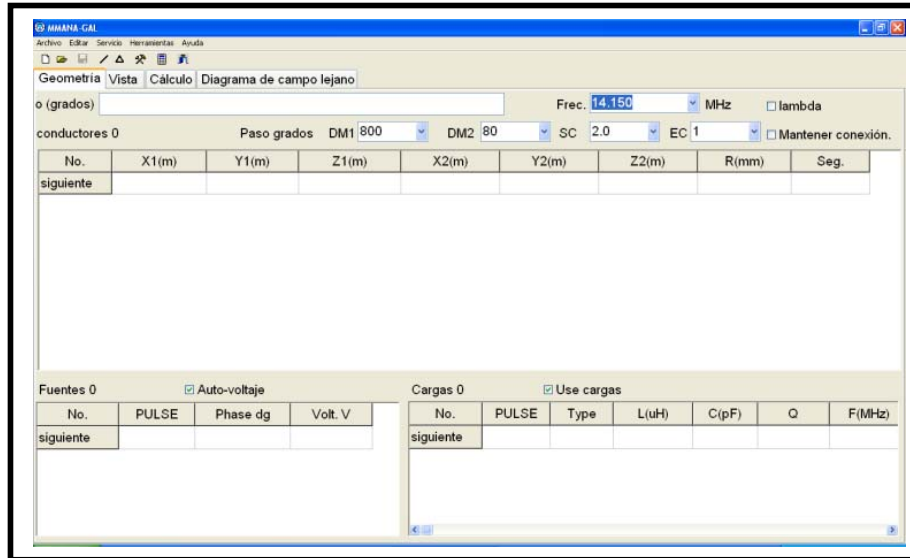


FIG. 5.13 PANTALLA PRINCIPAL DE MMANAGAL

El primer paso es poner el programa en español para trabajar más cómodamente, damos click en "Service" y luego en "lenguaje" y por ultimo en "Spain"

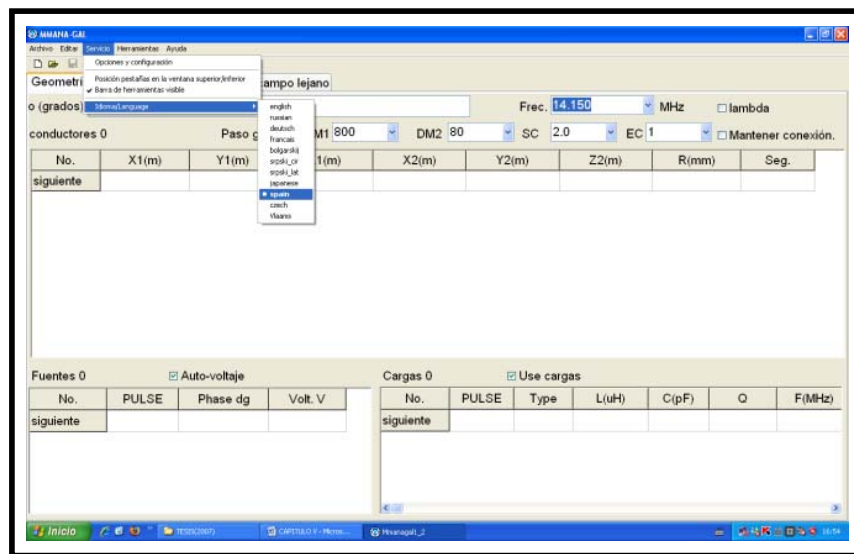


FIG. 5.14 PANTALLA DE MMANAGAL

Ahora seguimos con el diseño de la antena en sí, ingresamos los datos en el programa, el procedimiento que se va a seguir es para una Yagi de nueve elementos.

Para una antena Yagi, las dimensiones de sus elementos dependen de la frecuencia, estos elementos son el reflector, el dipolo doblado y los dipolos.

Para ingresar las dimensiones, es necesario encontrar la longitud de onda a la frecuencia de trabajo de la antena y la conseguimos de la siguiente forma:

$$\sigma = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{2,4 \times 10^9} = 0,125 \text{ m}$$

Con los valores encontrados procedemos a ingresarlos, colocados en coordenadas x,y,z.

En la pestaña "geometría" pide dos puntos (x1,y1,z1) punto de inicio, (x2,y2,z2) punto final de cada uno de los elementos.

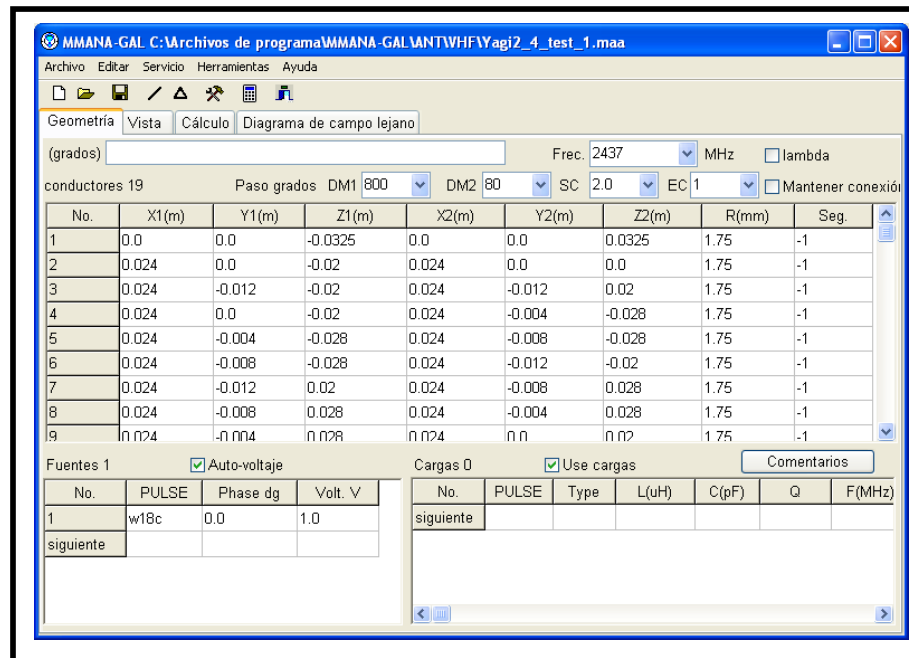


FIG. 5.15 INGRESO DE COORDENAS EN X, Y, Y Z

Luego en la pestaña vista del programa se obtiene una vista en 3D de nuestra antena, ahora seleccionamos el radiador, es decir el elemento de la mitad, damos click derecho sobre él, luego en "desplazar o agregar fuente a" y escogemos "centro del conductor", de esta forma obtenemos el dipolo de media onda necesario:

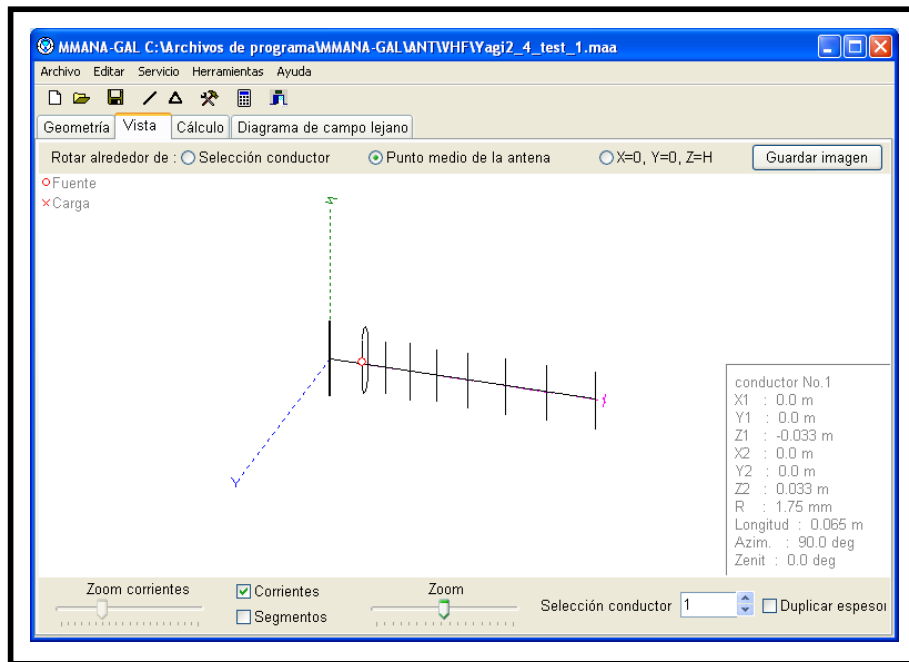


FIG. 5.16 VISTA DE LA ANTENA EN 3D

Lo que nos hace falta es obtener los datos de nuestra antena es decir el patrón de radiación, ganancia, etc. Para esto vamos a la pestaña "calculo", en esta pestaña nos cercioramos que se encuentre nuestra frecuencia de trabajo, y el material con que se construirá la antena, una vez seleccionada todas opciones como se muestra en la siguiente imagen damos click en el botón "calcular"

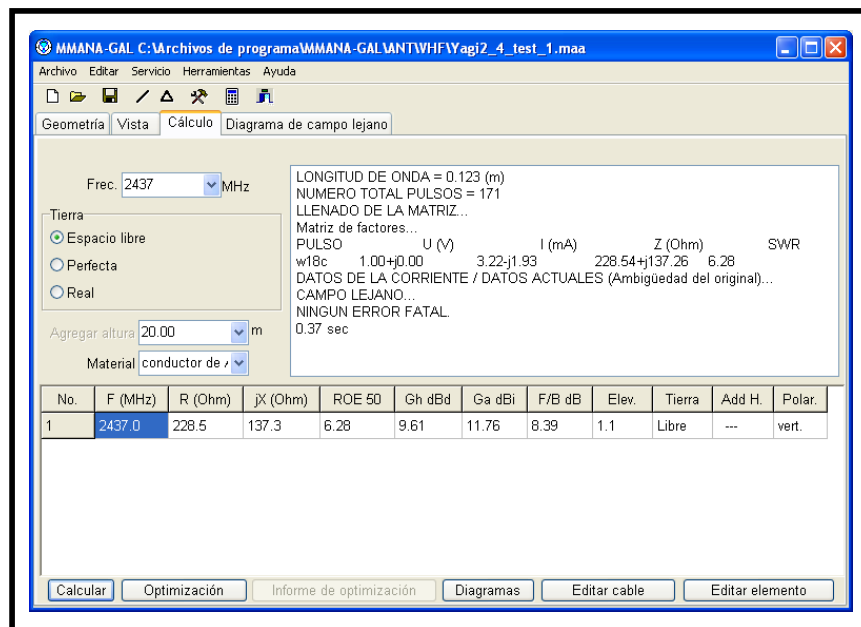


FIG. 5.17 GENERACIÓN DE RADIACIÓN

Después de esto obtendremos todos los datos de nuestra antena como se observa en las siguientes imágenes:

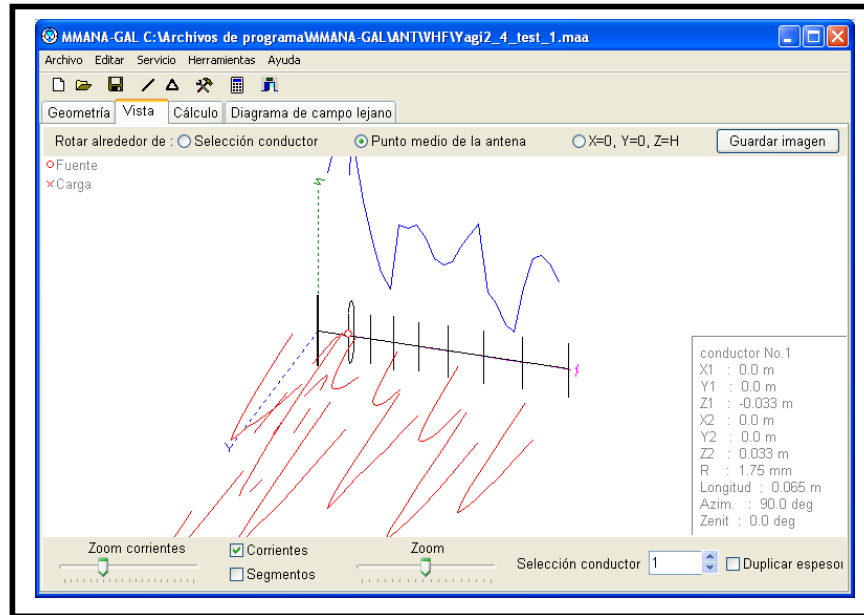


FIG. 5.18 DISTRIBUCIÓN DE CORRIENTE

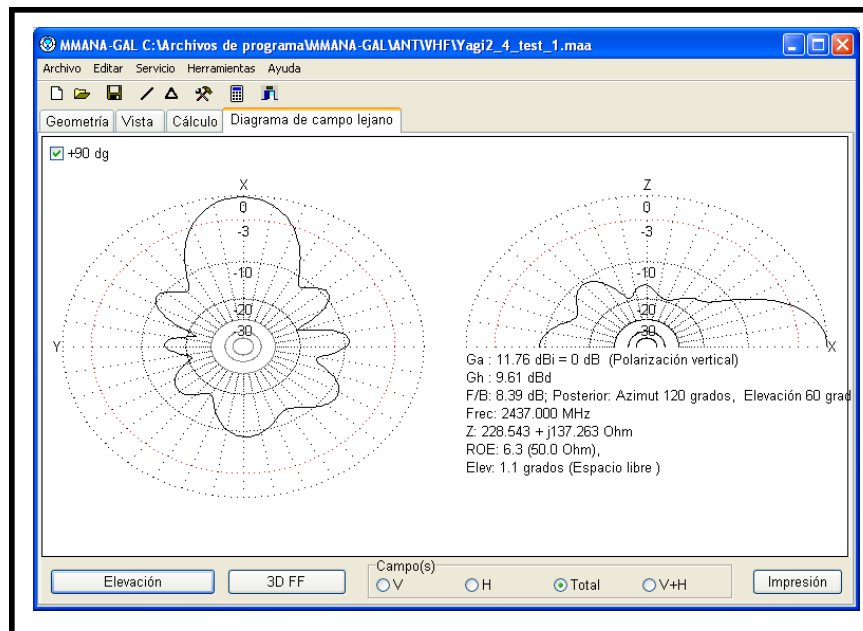


FIG. 5.19 VISTA DEL LOBULO DE RADIACIÓN DE LA ANTENA

Lejano 3D

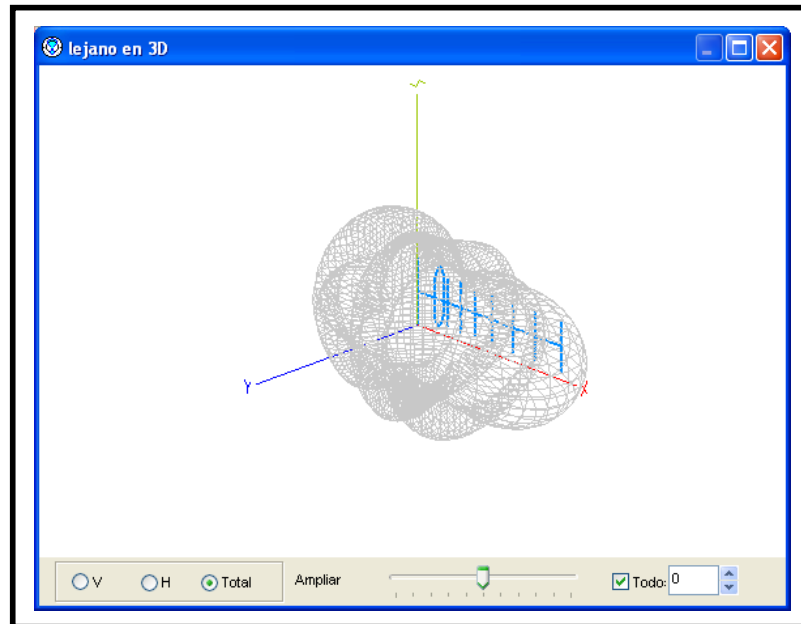


FIG. 5.20 VISTA DE LA ANTENA EN LEJANO 3D

Como la construcción de la antena no se la pudo realizar con aluminio se procedió a diseñar con varios elementos esféricos unidos para simular la superficie de material de latón.

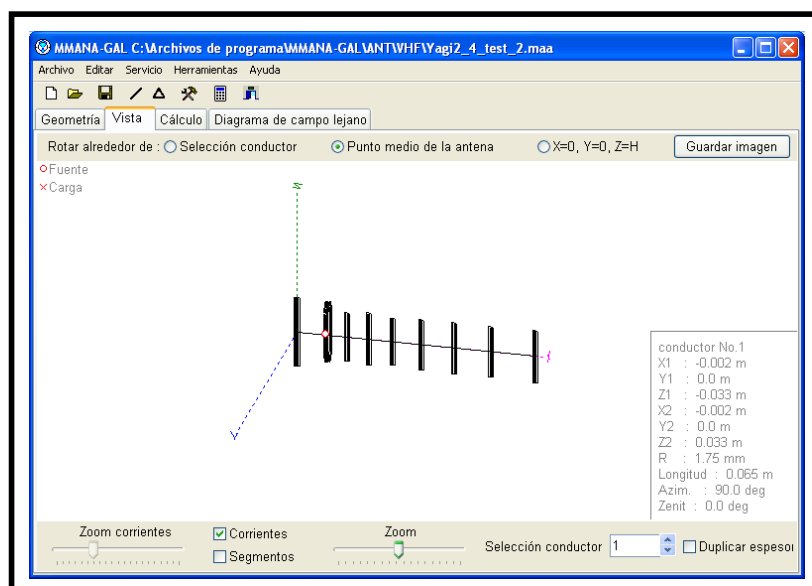


FIG. 5.21 VISTA DE LA ANTENA A CONSTRUIR EN 3D

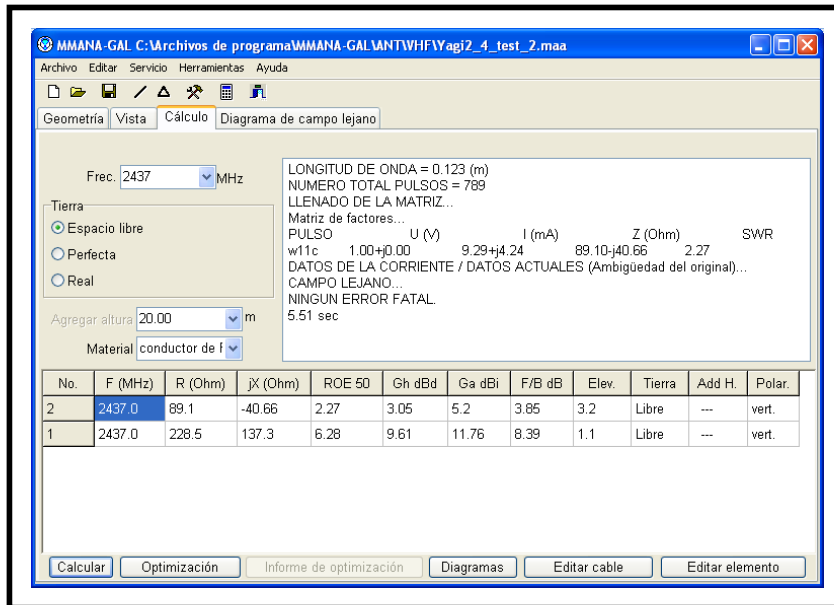


FIG. 5.22 GENERACIÓN DE RADIACIÓN

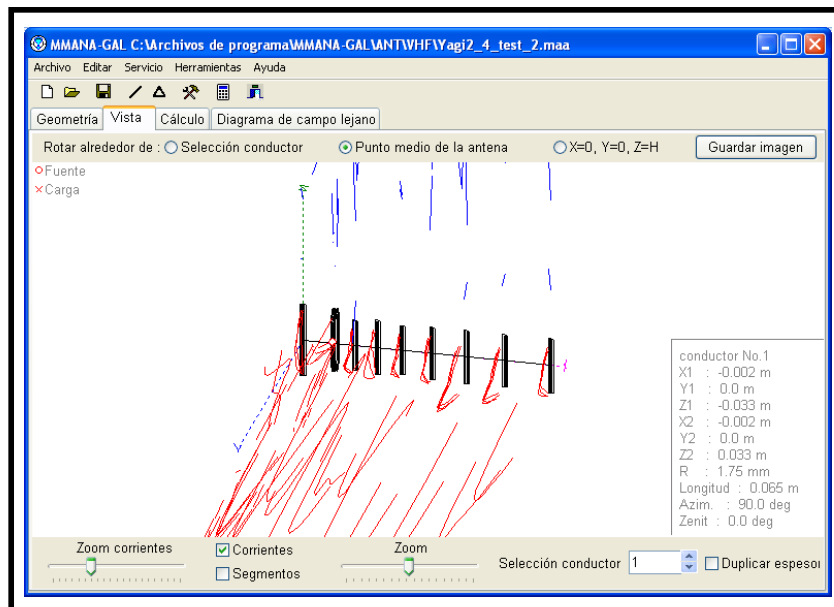


FIG. 5.23 DISTRIBUCIÓN DE CORRIENTE

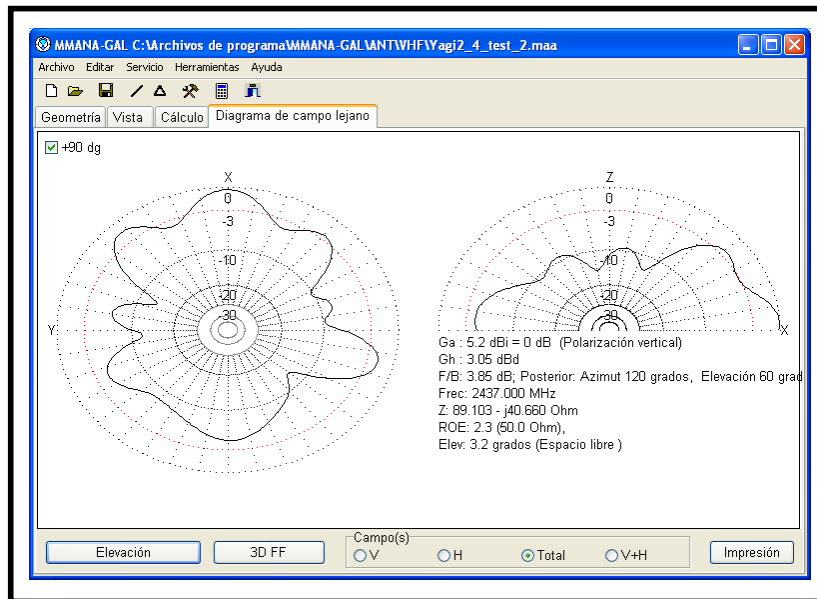


FIG. 5.24 VISTA DEL LOBULO DE RADIACIÓN

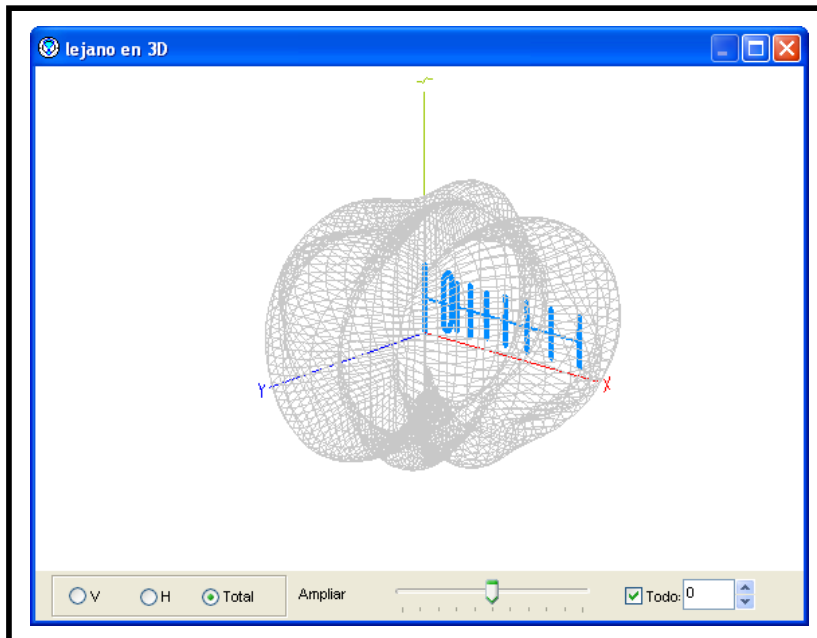


FIG. 5.25 VISTA DE LA ANTENA EN LEJANO 3D

Los resultados obtenidos en el software MMANAGAL varían respecto al software QY4 debido a que se los analizó con varios elementos esféricos unidos para esquematizar la antena elaborada con latón, por este motivo los resultados visualizados son diferentes entre los software analizados.

CAPITULO VI

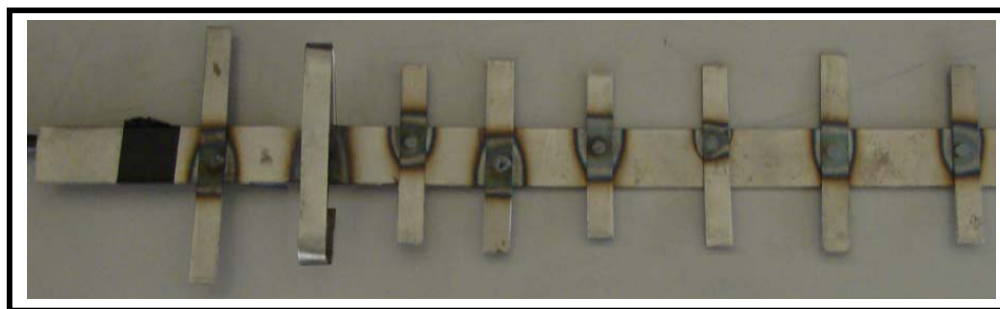
PRUEBAS Y ANALISIS DE RESULTADOS

6.1 PRUEBAS DEL SISTEMA DE SOLDADURA PARA ESTRUCTURAS DE LATÓN

Se realizaron varias pruebas de soldadura con el fin de calibrar y mejorar el comportamiento de la antena, para lo cual se utilizaron diferentes grosores de latón empezando en 0,1 mm, el resultado fue un punto de suelda defectuoso, mucha perforación, y aumento de calentamiento del material, la antena construida fue muy sensible en separación de materiales.

El siguiente grosor a utilizarse fue de 0,3 mm de latón, al realizar la suelda del material se comprobó un mejor punto de suelda, eliminándose el excesivo calentamiento de las piezas, pero se continuaba con problemas de perforación del material y mucha flexibilidad en la construcción final.

A continuación se empleó un grosor de 0,5 mm mejorando todas las características, sin un calentamiento excesivo, sin perforación en el material, y con un punto de suelda estable.



FOTOGRAFÍA. 6.1 ANTENA CONSTRUIDA 0,5 mm DE GROSOR

A partir del mejor prototipo construido se procedió al dimensionamiento del cable coaxial RG58 para su acople con la antena.

La longitud del cable debe ser un número entero de longitudes de onda a la frecuencia de operación.

Así, la longitud de onda a la frecuencia de operación es:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{2,4 \times 10^9} = 0,125 \text{ m}$$

Esta es la longitud de onda en el vacío la cual debe ser multiplicada por el factor de velocidad del cable que para el cable RG58 es 0.66, determinando la longitud del cable.

A este valor se lo multiplica por un número entero. El valor elegido fue cinco y el resultado es:

$$l = 0,125 \times 0,66 \times 5 = 0.4125 \text{ m}$$

Para comprobar en que frecuencia entra en resonancia y cual es el mejor acople de impedancia se utilizó el analizador de redes RF HP 8712ES (ver anexo), y los resultados fueron los siguientes:

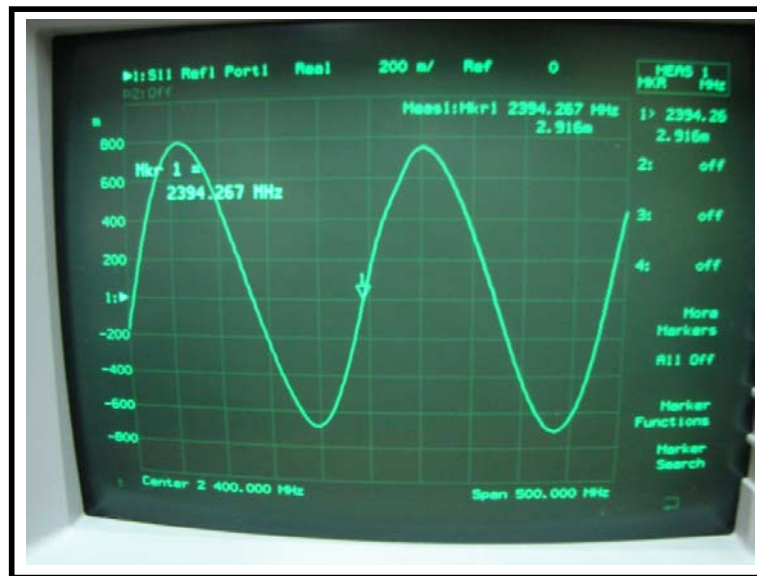
UNIDAD	% DE AUMENTO EN DIMENSIONES	% DE DECREMENTO EN DIMENSIONES	FRECUENCIA	SWR
1	1%		2324,6	1,61
2	2%		2344,26	1,53
3		-1%	2380,33	1,39
4		-2%	2357,83	1,49

TABLA 6.1 TABLA DE FRECUENCIA Y ACOUPLE DE IMPEDANCIA

Como podemos observar claramente el mejor valor en acople de impedancia es disminuyendo en 1% las dimensiones con un SWR de 1,39

6.2 Datos obtenidos

Luego de realizar las mediciones con el analizador de frecuencias el mejor acople de impedancias se obtuvo en 1,39.

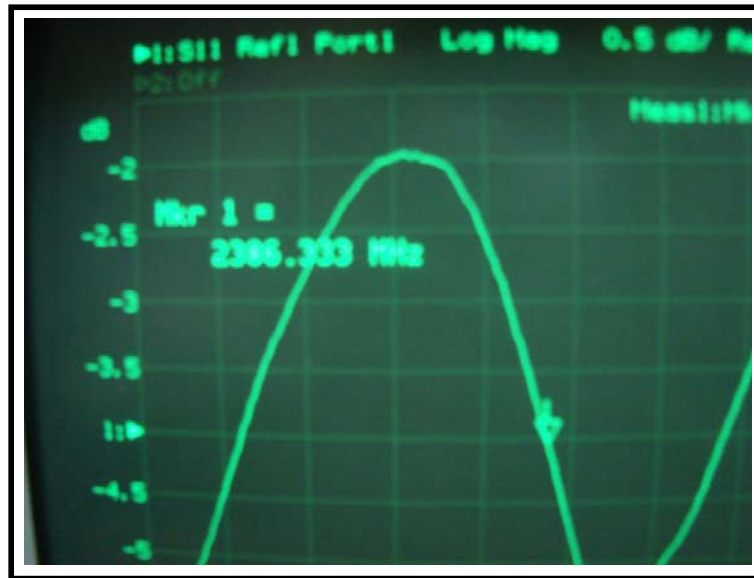


FOTOGRAFIA. 6.2 SWR 1,39

SWR 1,49

Otro valor encontrado variando un diez por ciento en las dimensiones de los elementos de la antena, lo encontramos con un valor de SWR de 1,49.

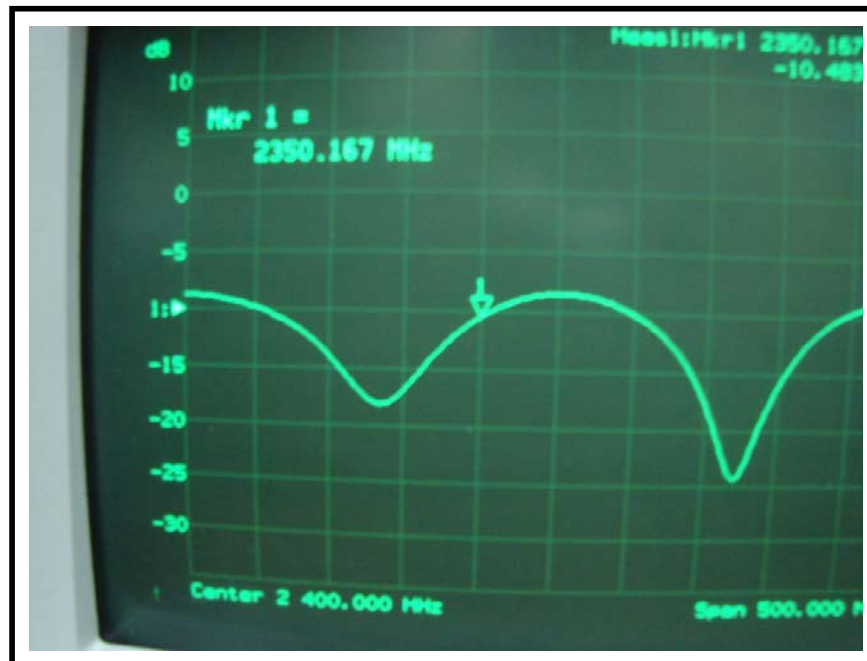
Dando como resultado una valor de acople de impedancia mayor.



FOTOGRAFÍA. 6.3 DISTANCIA 1,49

SWR 1,53

Aumentado las dimensiones un diez por ciento, se encontró un acople de impedancia de 1,53 empeorando los resultados.

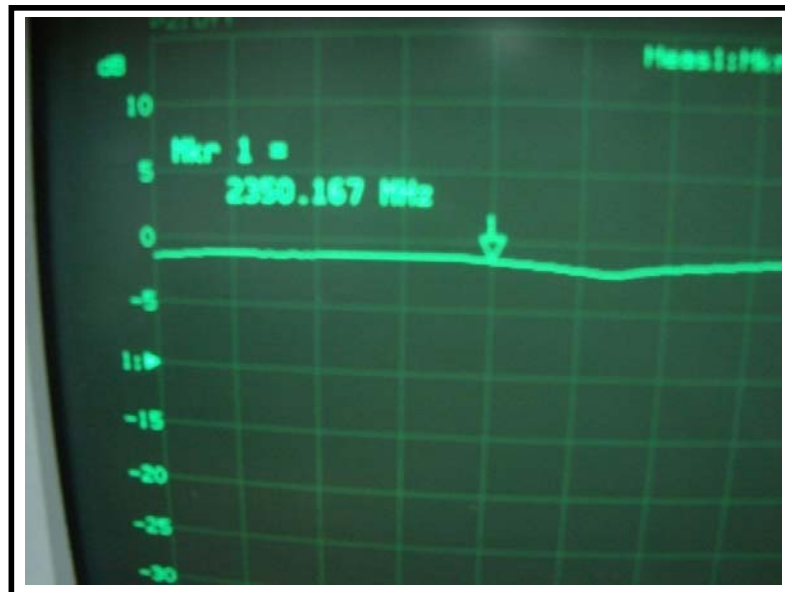


FOTOGRAFÍA. 6.4 SWR 1,53

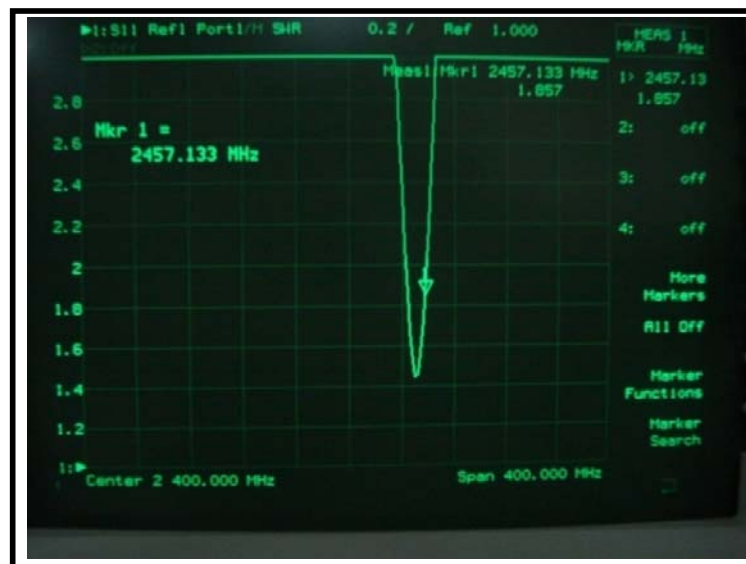
Como podemos observar claramente en los gráficos y en la tabla de resultados 6.1, el mejor valor es de 1,39 SWR, teniendo una frecuencia de resonancia de 2394,26 MHz.

6.3 OBTENCIÓN DE RESULTADOS DE ANTENA CONSTRUIDA CON OTROS MÉTODOS

Se realizo el análisis con otra antena ya fabricada y los resultados fueron, frecuencia de resonancia de 2457,133 y con un SWR de 1,44



FOTOGRAFÍA. 6.5 FRECUENCIA 2457.133



FOTOGRAFÍA. 6.6 SWR 1,44

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- Con la ejecución del presente proyecto, se analizó, diseñó y se construyó un prototipo de soldadura de punto para antenas Yagi en la banda de 2.4 GHz.
- Para la automatización del prototipo de Sistema de Soldadura de Punto, se analizaron las distintas características (mecánicas, tamaño y torque), a fin de seleccionar el mejor equipo que permitió cumplir con dicho propósito.
- Se realizó un estudio de los parámetros principales de la Soldadura de Punto (corriente, tiempo y fuerza), los mismo que varían de acuerdo al tipo de material y su espesor.
- El circuito Puente H, conformador por transistores NPN y PNP (par complementario), permitió realizar un excelente control de giro del motor de corriente continua (DC) frente a otros circuitos conformados mediante dos relés ó mediante un circuito integrado (L293B), por su rápida respuesta para activar el giro del motor en cualquiera de los dos sentidos, activar motores en un rango entre 9 y 30 V DC y por su costa bajo de los elementos que conforman el circuito.
- El diseño y construcción del prototipo de Soldadura de Punto para antenas Yagi en material de aluminio parecía ser, a primera vista, sencillo y fácil. Sin embargo, analizada la tabla 4.3, pruebas realizadas con el prototipo de Soldadura de Punto y otros equipos de soldadura se concluyó que para soldar aluminio se necesita altas

corrientes debido a las características del material lo que implica la elaboración de un transformador de costo elevado.

- Con el análisis, pruebas realizadas y debido a que la corriente es extremadamente alta y difícil de obtenerla, se tomó la decisión de cambiar el material de aluminio previsto inicialmente para la construcción de la antena Yagi, por latón de espesor de 1mm, obteniendo mejores resultados con este material.
- En la elaboración de la interfaz para PC no se presentaron mayores problemas. Esta interfaz permite al usuario realizar el control de los dos motores de corriente continua (DC), además nos permite controlar el proceso de soldadura del prototipo.
- Se realizó pruebas de funcionamiento con varios puntos de suelda, verificando el control electrónico, sistema de potencia y demás elementos comprobando que el punto de suelda sea el óptimo.
- En general, el prototipo de Soldadura de Punto que ha sido diseñado y construido para soldar antenas Yagi en la banda de 2.4 GHz en material de latón, ha sobrepasado las expectativas ya que los resultados obtenidos al medir su frecuencia de oscilación mediante un analizador RF HP 8712ES fue de 2.3GHz cumpliendo de esta manera con lo propuesto.
- El sistema de Soldadura por Punto, es un sistema muy costoso para soldar aluminio en comparación con los otros sistemas de soldadura (TIG, MIG/MAG). El soldar con TIG ó MIG/MAG requiere de una inversión menor que la Soldadura por Punto, obteniendo con estos dos sistemas un punto óptimo de suelda
- Se concluye que el acople de impedancia de la antena construida con el prototipo de Sistema de Soldadura de Punto es mejor que las realizadas con elaboración estándar.

- Se concluyó que después de realizar pruebas con el analizador de frecuencia, se comprobó que el valor de SWR construida con el prototipo de Sistema de Soldadura de Punto es menor que una antena estándar, teniendo un mejor acople de impedancia.
- El prototipo muestra algunas debilidades, dando lugar a que se puedan realizar mejoras en las partes que requieran cambios que faciliten su montaje, mantenimiento y operación.

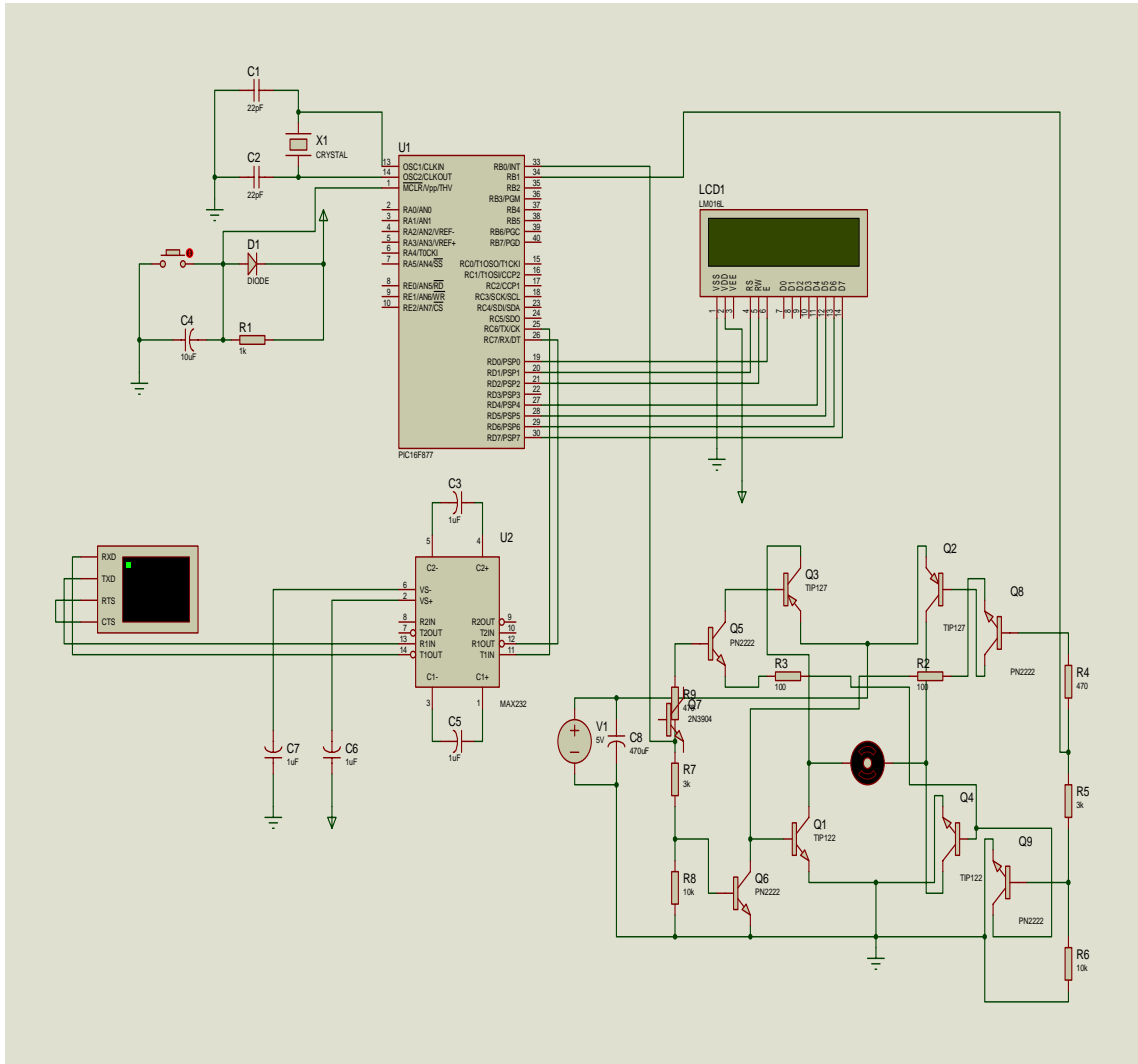
7.2 RECOMENDACIONES

- Cuando se trabaja con altas frecuencias se recomienda usar cables y conectores adecuados, pues tanto el cable, como cada conector añaden pérdidas en la señal.
- Si bien el prototipo es desmontable y puede ser transportado a otro lugar, se recomienda que el mismo permanezca fijo en su lugar de instalación ya que el proceso de instalación requerirá de sucesivas calibraciones y un período de pruebas que garantice la confiabilidad del sistema.
- Se recomienda profundizar los estudios en la elaboración de antenas con latón ya que como vimos se obtuvo buenos resultados.
- Se recomienda al personal que va hacer uso del sistema tomar muy en cuenta las normas de seguridad detalladas en el capítulo IV para evitar daños causados por el desconocimiento de los mismos.

ANEXO I

CIRCUITO ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE SOLDADURA

CIRCUITO ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE SOLDADURA



ANEXO II

COSTO DEL PROYECTO

COSTO DEL PROYECTO

COSTO DE MATERIALES

LISTA DE COMPONENTES PARA EL CIRCUITO PUENTE H				
Componente	Especificación	Precio Unitario (\$)	Cantidad	Precio Total (\$)
Resistencia	100 Ohms	\$ 0.04	4	\$0.16
Resistencia	3.3 Kilo Ohms	\$ 0.06	4	\$ 0.24
Resistencia	10 Kilo Ohms	\$ 0.06	4	\$ 0.24
Resistencia	470 Ohms	\$ 0.04	4	\$ 0.16
Transistor	TIP 125	\$ 0.80	4	\$ 3.20
Transistor	TIP 120	\$ 0.80	4	\$ 3.20
Transistor	2N2222A	\$ 0.50	8	\$ 4.00
Capacitor	470 Micro Faradio	\$ 0.06	2	\$ 0.12
Conector	2 pines	\$ 0.20	4	\$ 0.80
Conector	3 pines	\$ 0.20	2	\$ 0.40
Caja	Metálica	\$ 6.00	1	\$ 6.00
TOTAL				\$ 18.52

LISTA DE COMPONENTES PARA EL PROTOTIPO DE SOLDADURA				
Componente	Especificación	Precio Unitario (\$)	Cantidad	Precio Total (\$)
Taladro Manual	Vertical	\$ 100	1	\$ 100
Engranajes	Cilíndricos 160 dientes	\$ 6	2	\$ 12
Engranajes	Cilíndricos 40 dientes	\$ 5	1	\$ 5
Engranajes	Cilíndricos 95 dientes	\$ 5	1	\$ 5
Engranajes	Cilíndricos 55 dientes	\$ 5	1	\$ 5
Engranajes	Cilíndricos 11 dientes	\$ 4	2	\$ 8
Motor	Corriente continua DC 12 V	\$ 12	2	\$ 24
Electrodos	3/8	\$ 15	2	\$ 30
Transformador	120 a 2.4 V	\$ 100	1	\$ 100
Brazos	Aluminio	\$ 10	2	\$ 20
Cable	Sólido	\$ 20	-	\$ 20
TOTAL				\$ 353

LISTA DE COMPONENTES PARA EL CONTROL DEL PROTOTIPO				
Componente	Especificación	Precio Unitario (\$)	Cantidad	Precio Total (\$)
Microcontrolador	PIC 16F877A	\$ 6	1	\$ 6
Pantalla líquida	LCD	\$ 5	1	\$ 5
Cristal	4 MHz	\$ 2	1	\$ 2
Resistencia	1 Kilo Ohms	\$ 0.06	2	\$ 0.12
Potenciómetro	10 Kilo Ohms	\$ 0.45	1	\$ 0.45
Capacitor	22 Pico Faradios	\$ 0.06	2	\$ 0.12
TOTAL				13.69

LISTA DE COMPONENTES PARA LA COMUNICACIÓN ENTRE PIC Y PC				
Componente	Especificación	Precio Unitario (\$)	Cantidad	Precio Total (\$)
Capacitor	10 Micro Faradios	\$ 0.10	4	\$ 0.40
Convertor	MAX 232	\$ 1.00	1	\$ 1.00
Conector	Hembra RS232	\$ 0.80	2	\$ 1.60
Conector	Macho RS232	\$ 0.80	2	\$ 1.60
TOTAL				4.60

COSTO TOTAL

COMPONENTES DEL PROTOTIPO DE SISTEMA DE SOLDADURA DE PUNTO	PRECIO TOTAL (\$)
Puente H	\$ 18.52
Sistema de Soldadura de Punto	\$ 353.00
Control del Sistema de Soldadura	\$ 13.69
Comunicación entre el PIC y PC	\$ 4.60
Gastos Varios	\$ 50.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	439.81

ANEXO III

PROTOTIPO DE SISTEMA DE SOLDADURA DE PUNTO

SISTEMA DE SOLDADURA DE PUNTO



ANEXO IV

HOJAS TÉCNICAS



BCS MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA DE IMANES PERMANENTES

ÍNDICE	INDEX	pag.
INTRODUCCIÓN	INTRODUCTION	4
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS REDUCT. EPICICLOIDALES	TECHNICAL FEATURES PLANETARY GEAR.	5
CODIFICACIÓN	CODING	6
BCS 10-20-30-40	BCS 10-20-30-40	7
BCS 50-60-70-80	BCS 50-60-70-80	25

BC 100-200-300 MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA DE IMANES PERMANENTES

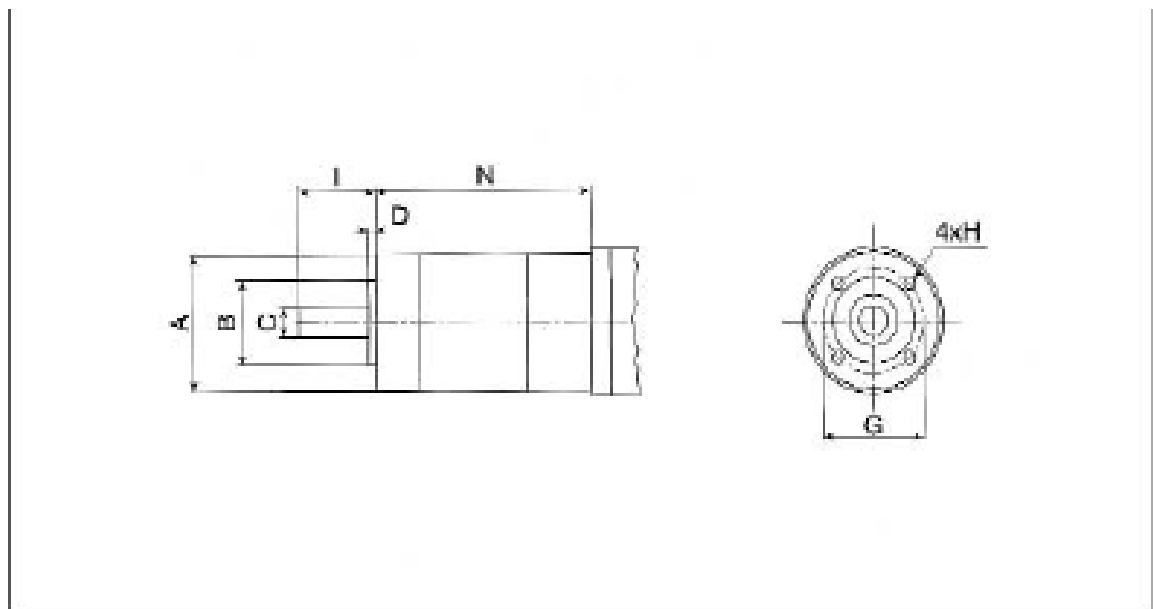
ÍNDICE	INDEX	pag.
INTRODUCCIÓN	INTRODUCTION	45
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	TECHNICAL FEATURES	45
ACCESORIOS	ACCESSORIES	47
APLICACIONES EN REDUCTORES	APPLICATION ON GEARBOXES	48
MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA SIN VENTILACIÓN	D.C. MOTORS WITHOUT FAN	54
MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA CON VENTILACIÓN	D.C. MOTORS WITH FAN	60



**REDUCTORES EPICICLOIDALES SERIE RE PARA SU USO CON SERVOMOTORES
BCS10 = RE 34 - BCS 20 = RE 55**

**PLANETARY GEARBOXES RE SERIES FOR USE WITH SERVOMOTORS
BCS10 = RE 35 - BCS 20 = RE 55**

TIPO TYPE	REDUCTION RATIO	INVERTED GEAR	EFFICIENCY η	MAXIMUM TORQUE KGMCM MAXIMUM TORQUE	MAXIMUM CURRENT MA MAXIMUM CURRENT	MAXIMUM TORQUE KGMCM MAXIMUM TORQUE	MAXIMUM CURRENT MA MAXIMUM CURRENT	MAXIMUM TORQUE KGMCM MAXIMUM TORQUE	MAXIMUM CURRENT MA MAXIMUM CURRENT	PROTECTION PROTECTION	TEMPERATURE RANGE TEMPERATURE RANGE	LUBRICATION LUBRICATION
RE 34/6	6,25	1	0,85	0,25	0,45	80	65	6000	IP 54	- 30°C + 50°C	Pomera 100ml	
RE 34/9	30,06	2	0,72	1,25	3,00	80	65	6000				
RE 34/50	50	2	0,72	1,25	3,00	80	65	6000				
RE 34/24	244,14	3	0,61	2,50	6,00	80	65	6000				
RE 34/12	312,5	3	0,61	2,50	6,00	80	65	6000				
RE 55/6	6	1	0,85	1,25	2,50	150	120	5000				
RE 55/36	36	2	0,72	6,25	15,00	150	120	5000				
RE 55/216	216	3	0,61	22,50	45,00	150	120	5000				



TIPO TYPE	A	B	C	D	E	F	I	N	G	H	FRONT WEIGHT Kg
RE 34/6	34	22	6	2,5	—	—	10	28	28	M3 X 7	0,130
RE 34/9								16			0,18
RE 34/50								16			0,18
RE 34/24								62			0,20
RE 34/12								62			0,20
RE 55/6	54	32	12	8	13,5	4	20	53	50	M6 X 16	0,470
RE 55/36								68			0,600
RE 55/216								68			0,700



SERVOMOTORES DE CORRIENTE CONTINUA - IMANES PERMANENTES
D.C. SERVOMOTORS PERMANENT MAGNET

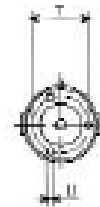
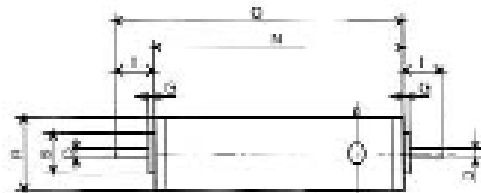
MOTOR TYPE MOTOR TYPE		Maximum continuous torque Potencia nominal	Weight Peso	Peak torque Resistencia torque burst rate	Peak torque Max torque continuous motor	Constant torque Torque constant	Peak torque Peak torque	Gearless drive Motor without gearbox	Rated voltage Potencia voltage	Rated speed Potencia speed	Dimensions Dimensiones			
		Kgcm ²	Kg	Nm	Nm	Nm/A	Nm	W/1000 RPM	VOLTI	GM/CM/CM				
BCS 10	24-5400-0,025	2,19 · 10 ⁻⁶	0,3	0,025	0,09	0,035	0,1	4,41	24	5000	a			
	24-4000-0,046	5,18 · 10 ⁻⁶	0,39	0,046	0,06	0,040	0,09	6	24	4000	b			
	24-3000-0,14	2,8 · 10 ⁻⁵	1,31	0,14	0,18	0,057	0,55	12	24	2000	a			
	24-3000-0,14					0,055						24	3000	
BCS 20	24-3000-0,21	1,3 · 10 ⁻⁵	1,54	0,21	0,28	0,050	0,04	12	24	2000	b			
	24-3000-0,21					0,052						24	3000	
	48-2000-0,21					0,100						24	2000	
	48-3000-0,21					0,104						18	48	5000
	24-2000-0,4	7,92 · 10 ⁻⁵	2,96	0,4	0,5	0,09	1,5	12	24	2000	c			
	24-2700-0,4					0,054						24	2700	
	42-3000-0,4					0,108						14	42	3000
	24-2000-0,44	2,8 · 10 ⁻⁴	3,19	0,44	0,59	0,09	1,75	12	24	2000	a			
24-3000-0,44	0,091					24						3000		
48-2000-0,44	0,176					24						48	2000	
48-3000-0,44	0,12					16						48	3000	
BCS 30	24-3000-0,58	3,0 · 10 ⁻⁴	3,83	0,58	0,85	0,09	2,75	8	24	3000	b-c			
	48-2000-0,58					0,18						24	48	2000
	24-3000-0,58					0,12						16	18	3000
	48-2000-0,89	5 · 10 ⁻⁴	4,57	0,89	1,2	0,18	3,56	24	48	2000	d			
BCS 40	65-1500-0,7	4 · 10 ⁻⁴	4,2	0,7	1,1	0,225	2,8	43,3	65	1500	a-b			
	65-2000-0,7					0,25						20,6	2000	
	65-3000-0,7					0,163						21,8	3000	
	65-4000-0,7					0,125						18,2	4000	
	65-1500-1,4	7 · 10 ⁻⁴	5,22	1,4	2,2	0,33	5,8	43,3	65	1500	a-d			
	65-2000-1,4					0,28						32,4	2000	
	65-3000-1,4					0,185						21,4	3000	
	65-4000-1,4					0,125						15,7	4000	



**FORMA DEL PRODUCTO B14
FLANGE B14**

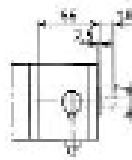
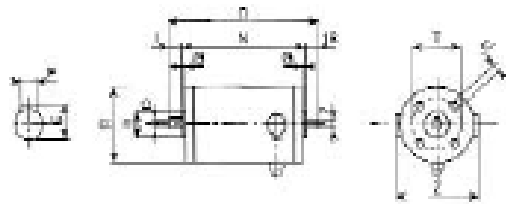
Motor tipo **BCS 10**
Motor type

Dimensiones Dimension mm	B	D	I	G	N	O	R	T	U
a	18	4	15	1,5	73	88	34	26	M3
b	19	5	15	1,5	84	109	34	26	M3



Motor tipo **BCS 20**
Motor type

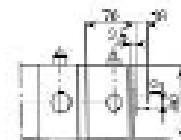
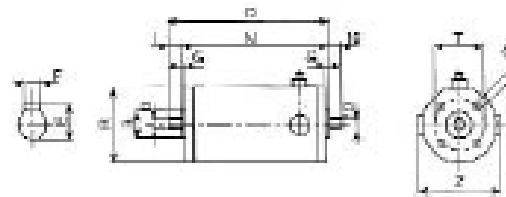
Dimensiones Dimension mm	B	D	I	E	F	G	N	O	R	T	U	Z
a	25	7	18	—	—	2,5	82	128	58	38	M4	T3
b	25	7	18	—	—	2,5	117	153	58	38	M4	T3
c	25	9	25	14,2	3	2,5	120	172	58	38	M5	T3



Con diámetro, añadir a las dimensiones
N 25 mm de largo.
With extra, fit is 25 mm longer

Motor tipo **BCS 30**
Motor type

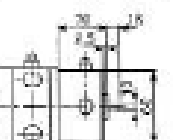
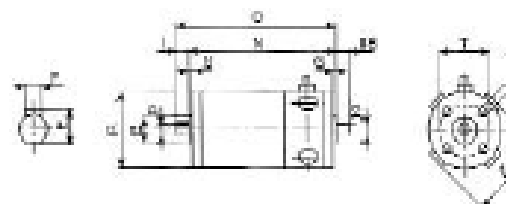
Dimensiones Dimension mm	B	D	E	F	G	I	N	O	R	T	U	Z
a	50	9	10,2	3	2,5	20	150	190	80	55	M5	105
b	50	9	10,2	3	2,5	20	157	177	80	55	M5	105
c	50	11	12,5	4	2,5	23	157	190	90	65	M5	105
d	50	11	12,5	4	2,5	23	166	211	90	75	M5	105



Con diámetro, añadir a las dimensiones
N 70 mm de largo.
Disponibles con freno.
Can double eye protrude side a position.
With extra, fit is 70 mm longer.
Available with brake.
Available with double extended shaft.

Motor tipo **BCS 40**
Motor type

Dimensiones Dimension mm	B	D	E	F	G	I	N	O	R	T	U	Z
a	50	11	12,5	4	2,5	23	145	188	80	55	M5	105
b	50	14	15	5	2,5	30	145	175	84	55	M5	105
c	50	11	12,5	4	2,5	23	205	228	84	55	M5	105
d	50	14	15	5	2,5	30	205	225	84	55	M5	105



Con diámetro, añadir a las dimensiones
N 70 mm de largo.
Disponibles con freno.
Can double eye protrude side a position.
With extra, fit is 70 mm longer.
Available with brake.
Available with double extended shaft.


SERVOMOTORES C.C. DE IMANES CERÁMICOS / D.C. CERAMIC MAGNET SERVOMOTORS

Serie Series	BCS 10		BCS 20	
	24-5400-0,025	24-4000-0,046	24-2000-0,14	24-3000-0,14
Par máx. cont. de rotor bloqueado Max. cont torque, continuous duty, locked rotor ⁽¹⁾ Nm	0,025	0,046	0,14	0,14
Momento de inercia del rotor Rotor inertia Kg·m ²	19 x 10 ⁻⁶	5,18 x 10 ⁻⁶	2,8 x 10 ⁻⁶	2,8 x 10 ⁻⁶
Constante de par a 20° C Torque constant at 20°C Nm/A	0,035	0,040	0,067	0,050
Tensión máxima Max. voltage V	24	28	31	29
Velocidad máxima Maximum speed RPM	5000	4600	2000	3500
Resistencia a 20° C Winding resistance at 20°C ohm	8	5,5	4,7	2,1
Inductancia Winding inductance at 20°C mH	4,1	2,8	5,8	2,8
Par máximo en sobrecarga (unipol) Peak output torque Nm (1)	0,03	0,05	0,18	0,18
Pico máximo de corriente Maximum peak current A (1)	0,86	1,1	2,1	3,2
Peso Weight Kg	0,8	0,99	1,21	1,31

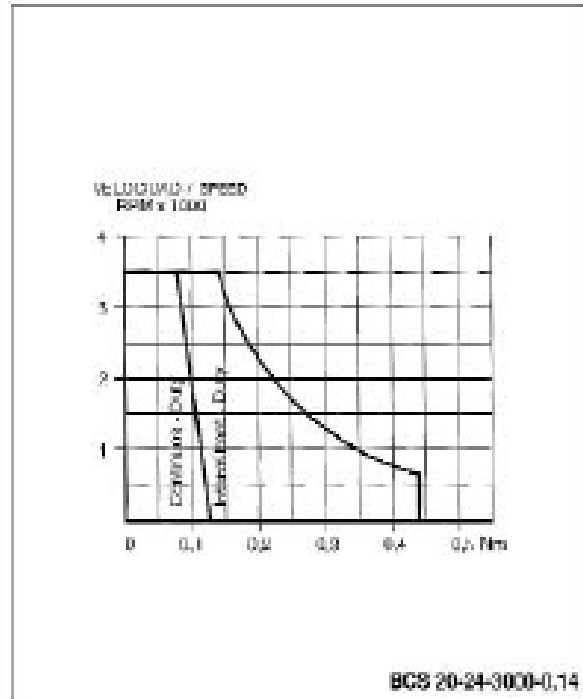
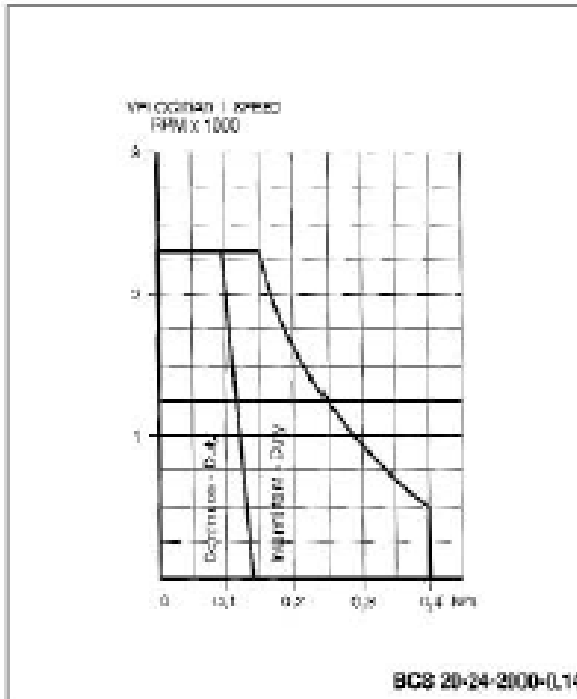
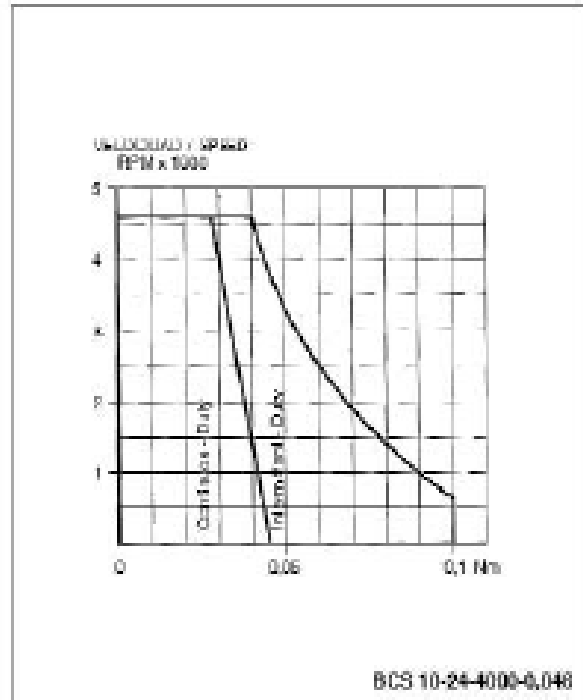
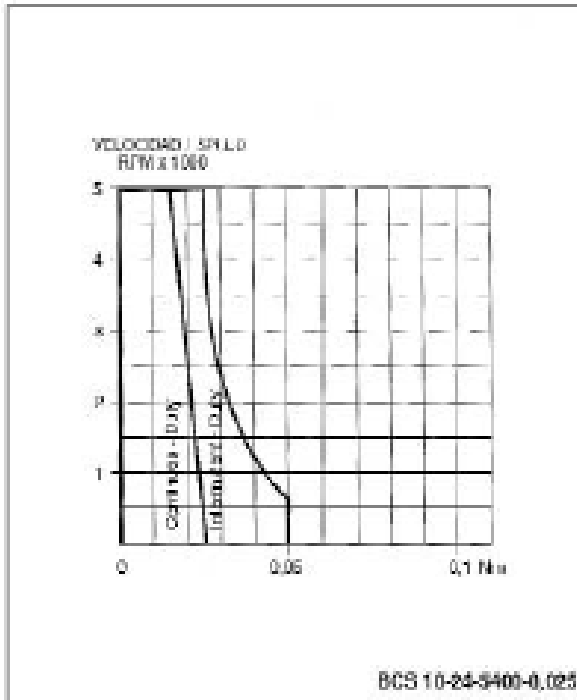
Las características especificadas en esta tabla se refieren a los motores en versión cerrada (IP 54) y de alimentación con factor de forma 1 - clase de aislamiento F - motor sobre soporte aislado térmicamente - temperatura ambiente 25° C.

The characteristics set in the table are for motors in closed version (IP 54) and fed with form factor 1 - insulation class F - motor on thermally insulated support - ambient temperature 25°C.

(1) Por 1 minuto: rotor bloqueado - For 1 minute: locked rotor



GRÁFICOS DE FUNCIONAMIENTO / OPERATING DIAGRAMS





PIC16F87X

28/40-pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

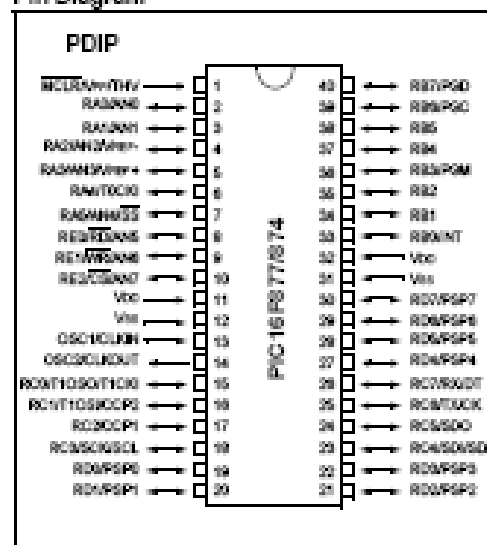
Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F873
- PIC16F876
- PIC16F874
- PIC16F877

Microcontroller Core Features:

- High-performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches which are two cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input
DC - 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of FLASH Program Memory,
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM)
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM data memory
- Pinout compatible to the PIC16C73B/74B/76/77
- Interrupt capability (up to 14 sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, Indirect and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and
Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC
oscillator for reliable operation
- Programmable code-protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low-power, high-speed CMOS FLASH/EEPROM
technology
- Fully static design
- In-Circuit-Serial Programming™ (ICSP) via two
pins
- Single 5V In-Circuit Serial Programming capability
- In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption:
 - < 2 mA typical @ 5V, 4 MHz
 - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
 - < 1 µA typical standby current

Pin Diagram

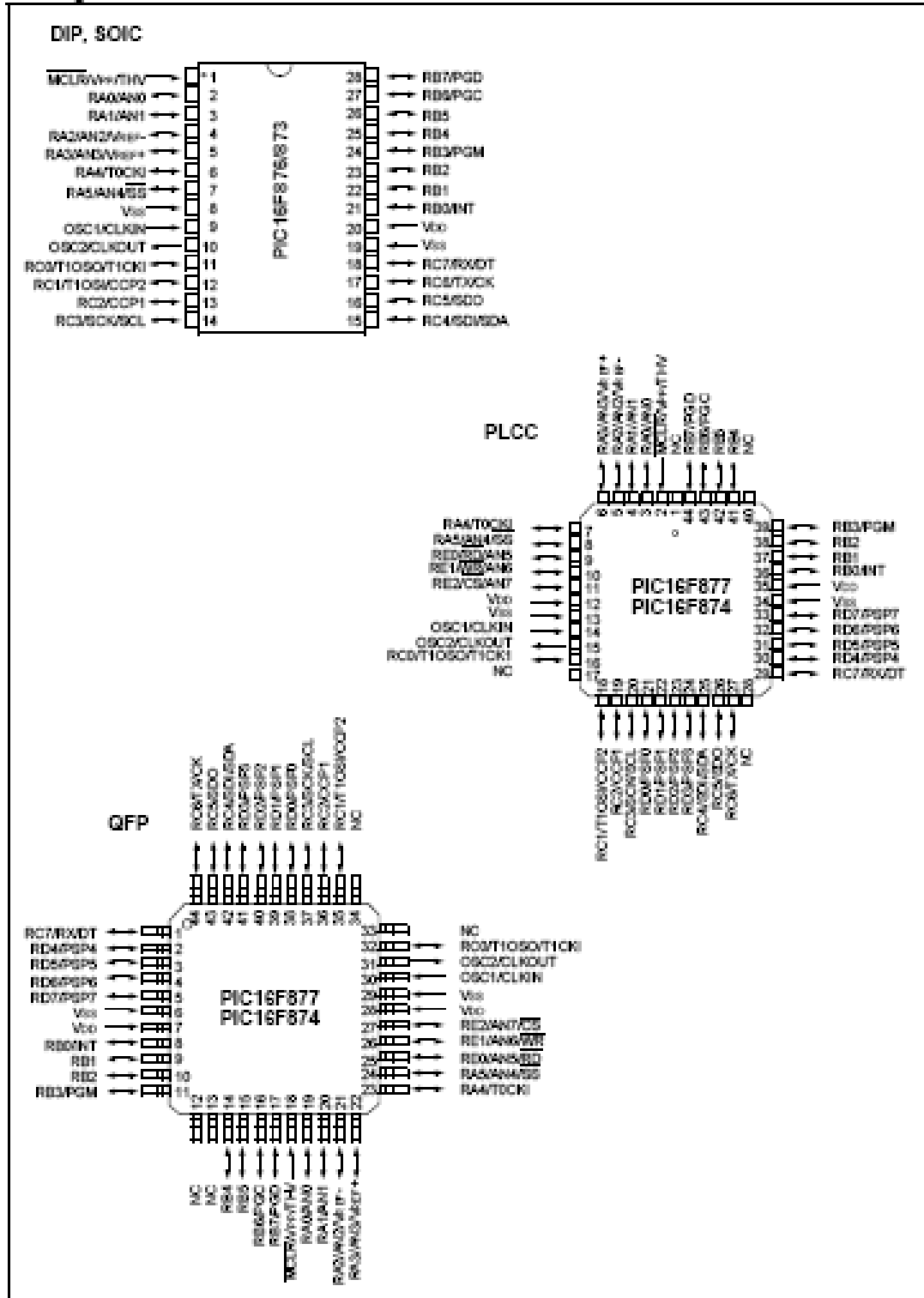


Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler,
can be incremented during sleep via external
crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period
register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
 - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
 - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
 - PWM max. resolution is 10-bit
- 10-bit multi-channel Analog-to-Digital converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master
Mode) and I²C™ (Master/Slave)
- Universal Synchronous Asynchronous Receiver
Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address
detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with
external RD, WR and CS controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for
Brown-out Reset (BOR)

PIC16F87X

Pin Diagrams



PIC16F87X

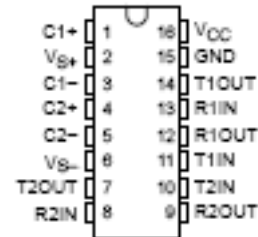
Key Features PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33028)	PIC16F873	PIC16F874	PIC16F876	PIC16F877
Operating Frequency	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz	DC - 20 MHz
Resets (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory	128	128	256	256
Interrupts	13	14	13	14
I/O Ports	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 Input channels	8 Input channels	5 Input channels	8 Input channels
Instruction Set	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047I – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

- Meet or Exceed TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Operate With Single 5-V Power Supply
- Operate Up to 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- ± 30 -V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- ESD Protection Exceeds JESD 22 – 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Applications
 - TIA/EIA-232-F
 - Battery-Powered Systems
 - Terminals
 - Modems
 - Computers

MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



description/ordering information

The MAX232 is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ± 30 -V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

ORDERING INFORMATION

T _A	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 70°C	PDIP (N)	Tube	MAX232N	MAX232N
	SOIC (D)	Tube	MAX232D	MAX232
		Tape and reel	MAX232DR	
	SOIC (DW)	Tube	MAX232DW	MAX232
		Tape and reel	MAX232DWR	
SOP (NS)	Tape and reel	MAX232NSR	MAX232	
-40°C to 85°C	PDIP (N)	Tube	MAX232I	MAX232I
	SOIC (D)	Tube	MAX232ID	MAX232I
		Tape and reel	MAX232IDR	
	SOIC (DW)	Tube	MAX232IDW	MAX232I
Tape and reel		MAX232IDWR		

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC is a trademark of Texas Instruments.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

51150471 - FEBRUARY 1989 - REVISED OCTOBER 2002

Function Tables

EACH DRIVER

INPUT T _{IN}	OUTPUT T _{OUT}
L	H
H	L

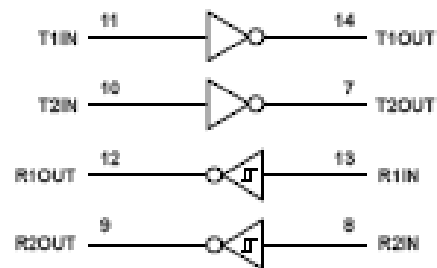
H = high level, L = low level

EACH RECEIVER

INPUT R _{IN}	OUTPUT R _{OUT}
L	H
H	L

H = high level, L = low level

logic diagram (positive logic)



MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047I – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)[†]

Input supply voltage range, V_{CC} (see Note 1)	-0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, V_{B+}	$V_{CC} - 0.3$ V to 15 V
Negative output supply voltage range, V_{B-}	-0.3 V to -15 V
Input voltage range, V_I : Driver	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Receiver	± 30 V
Output voltage range, V_O : T1OUT, T2OUT	$V_{B-} - 0.3$ V to $V_{B+} + 0.3$ V
R1OUT, R2OUT	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT	Unlimited
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2): D package	73°C/W
DW package	57°C/W
N package	67°C/W
NS package	64°C/W
Lead temperature 1.6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C
Storage temperature range, T_{stg}	-65°C to 150°C

[†] Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.

2: The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

recommended operating conditions

		MIN	NOM	MAX	UNIT
V_{CC}	Supply voltage	4.5	5	5.5	V
V_{IH}	High-level input voltage (T1IN, T2IN)	2			V
V_{IL}	Low-level input voltage (T1IN, T2IN)			0.8	V
R1IN, R2IN	Receiver input voltage			± 30	V
T_A	Operating free-air temperature	MAX232	0	70	°C
		MAX232I	-40	85	

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted) (see Note 3 and Figure 4)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP [‡]	MAX	UNIT
I_{CC}	Supply current		8	10	mA

[‡] All typical values are at $V_{CC} = 5$ V and $T_A = 25^\circ\text{C}$.

NOTE 3: Test conditions are C1-C4 = 1 μF at $V_{CC} = 5 \text{ V} \pm 0.5 \text{ V}$.

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SUS20471 – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

DRIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (see Note 3)

PARAMETER		TEST CONDITIONS		MIN	TYP [†]	MAX	UNIT
V_{OH}	High-level output voltage	T1OUT, T2OUT	$R_L = 3\text{ k}\Omega$ to GND	5	7		V
V_{OL}	Low-level output voltage [‡]	T1OUT, T2OUT	$R_L = 3\text{ k}\Omega$ to GND		-7	-5	V
r_o	Output resistance	T1OUT, T2OUT	$V_{S+} = V_{S-} = 0, V_O = \pm 2\text{ V}$	300			Ω
I_{OS} [§]	Short-circuit output current	T1OUT, T2OUT	$V_{CC} = 5.5\text{ V}, V_O = 0$		± 10		mA
I_{IS}	Short-circuit input current	T1IN, T2IN	$V_I = 0$			200	μA

[†] All typical values are at $V_{CC} = 5\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$.

[‡] The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

[§] Not more than one output should be shorted at a time.

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at $V_{CC} = 5\text{ V} \pm 0.5\text{ V}$.

switching characteristics, $V_{CC} = 5\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$ (see Note 3)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
SR	Driver slew rate	$R_L = 3\text{ k}\Omega$ to 7 k Ω , See Figure 2			30	V/ μs
SR(t)	Driver transition region slew rate	See Figure 3		3		V/ μs
	Data rate	One TOUT switching		120		kb/s

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at $V_{CC} = 5\text{ V} \pm 0.5\text{ V}$.

RECEIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (see Note 3)

PARAMETER		TEST CONDITIONS		MIN	TYP [†]	MAX	UNIT
V_{OH}	High-level output voltage	R1OUT, R2OUT	$I_{OH} = -1\text{ mA}$	3.5			V
V_{OL}	Low-level output voltage [‡]	R1OUT, R2OUT	$I_{OL} = 3.2\text{ mA}$			0.4	V
V_{IT+}	Receiver positive-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	$V_{CC} = 5\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$		1.7	2.4	V
V_{IT-}	Receiver negative-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	$V_{CC} = 5\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$	0.8	1.2		V
V_{hys}	Input hysteresis voltage	R1IN, R2IN	$V_{CC} = 5\text{ V}$	0.2	0.5	1	V
r_i	Receiver input resistance	R1IN, R2IN	$V_{CC} = 5, T_A = 25^\circ\text{C}$	3	5	7	k Ω

[†] All typical values are at $V_{CC} = 5\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$.

[‡] The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at $V_{CC} = 5\text{ V} \pm 0.5\text{ V}$.

switching characteristics, $V_{CC} = 5\text{ V}, T_A = 25^\circ\text{C}$ (see Note 3 and Figure 1)

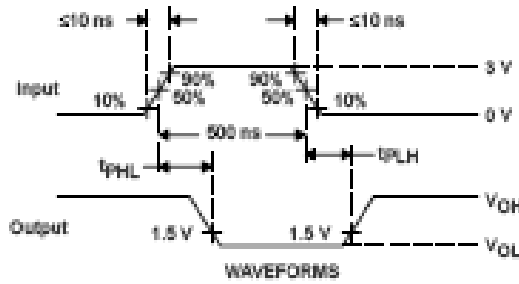
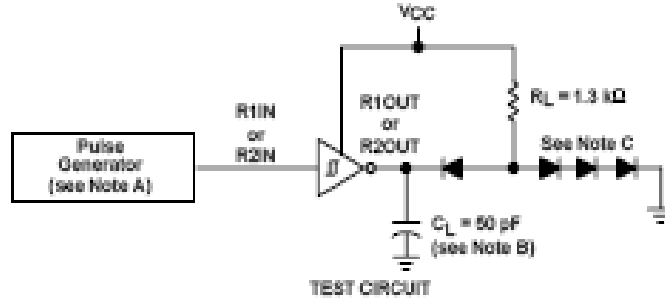
PARAMETER		TYP	UNIT
$t_{PLH}(R)$	Receiver propagation delay time, low- to high-level output	500	ns
$t_{PHL}(R)$	Receiver propagation delay time, high- to low-level output	500	ns

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at $V_{CC} = 5\text{ V} \pm 0.5\text{ V}$.

MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

51150471 - FEBRUARY 1989 - REVISED OCTOBER 2002

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



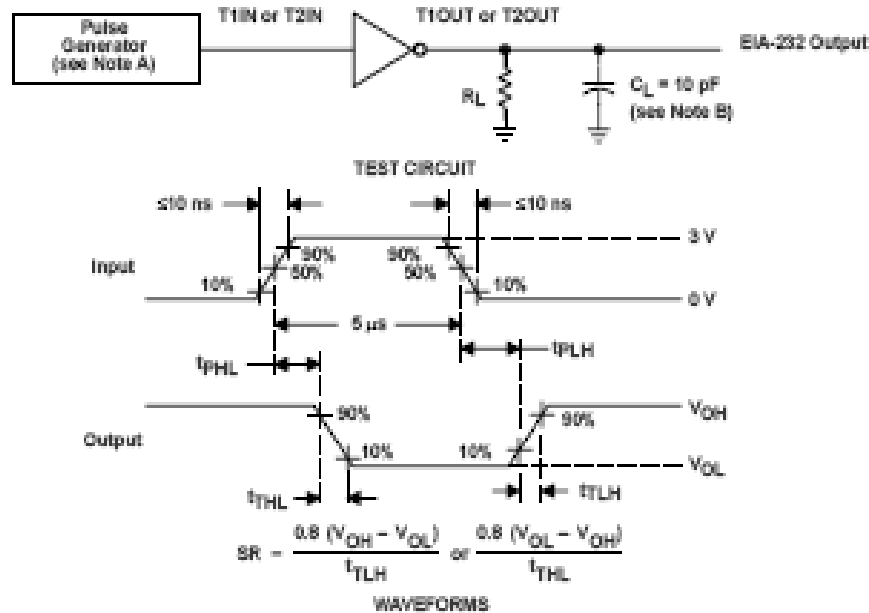
- NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_0 = 50 \Omega$, duty cycle $\le 50\%$.
 B. C_L includes probe and jig capacitance.
 C. All diodes are 1N3064 or equivalent.

Figure 1. Receiver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

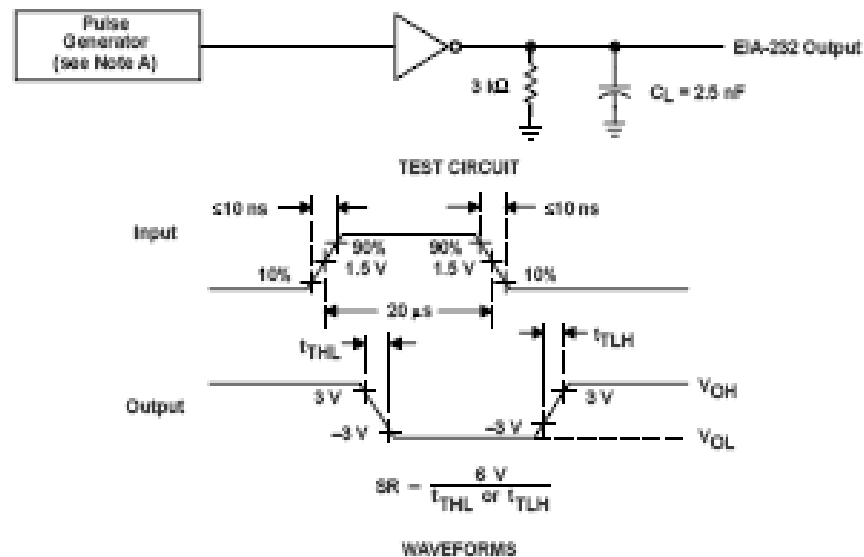
91L50471 - FEBRUARY 1989 - REVISED OCTOBER 2002

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_0 = 50 \Omega$, duty cycle $\leq 50\%$.
B. C_L includes probe and jig capacitance.

Figure 2. Driver Test Circuit and Waveforms for t_{PHL} and t_{PLH} Measurements (5- μs Input)



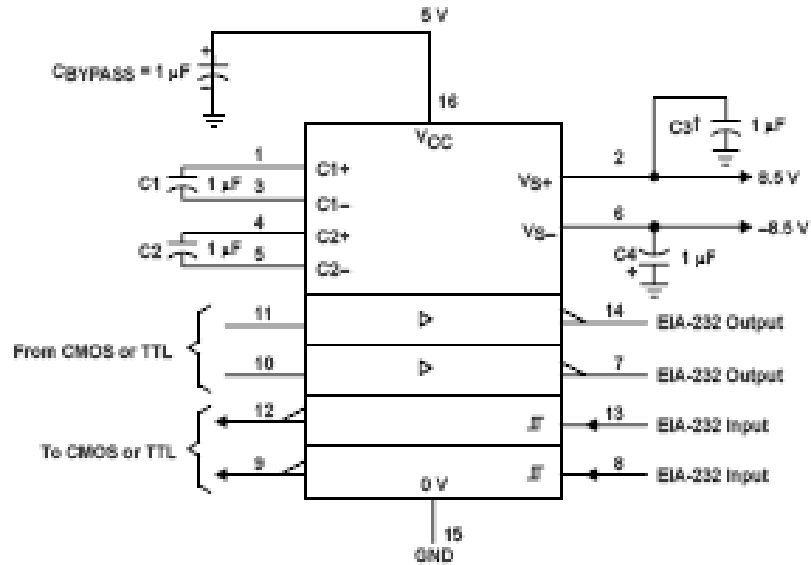
NOTE A: The pulse generator has the following characteristics: $Z_0 = 50 \Omega$, duty cycle $\leq 50\%$.

Figure 3. Test Circuit and Waveforms for t_{THL} and t_{TLH} Measurements (20- μs Input)

MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047I - FEBRUARY 1989 - REVISED OCTOBER 2002

APPLICATION INFORMATION



[†] C3 can be connected to VCC or GND.

Figure 4. Typical Operating Circuit

Información del Usuario

Analizadores de Redes de RF HP 8712ES y HP 8714ES



Número de parte de HP: 08714-90030

Impreso en EE.UU.
Noviembre de 1998

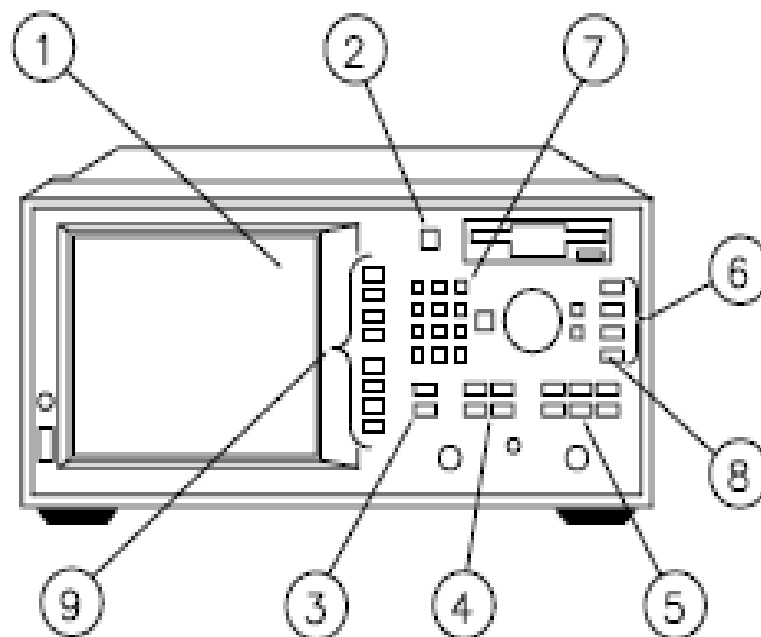
© Copyright 1998 Hewlett-Packard Company

Primeros Pasos
Introducción

Introducción










Los modelos HP 8712ES y HP 8714ES son sistemas de pruebas de componentes RF plenamente integrados y de sencillo manejo. Cada instrumento incluye una fuente sintetizada, receptores de rango dinámico muy amplio y un equipo de prueba incorporado. Los controles se agrupan en bloques funcionales y la configuración se visualiza en la pantalla del instrumento. En este capítulo los nuevos usuarios podrán familiarizarse con la disposición del panel frontal y con el procedimiento de introducción de parámetros de medición en el analizador.

Figura 1-1 Características del panel frontal del analizador de redes



ps646a

Descripción del panel frontal

1 Pantalla CRT	El gran CRT del analizador visualiza datos, marcadores, líneas límite, códigos de programación InstrumentBASIC (IBASIC), menús de teclas programables y parámetros de medición de manera rápida y clara.
2 	La tecla  simplifica los pasos de las mediciones. La tecla  permite llevar a cabo una rápida y sencilla selección de parámetros básicos de mediciones para dispositivos definidos por el usuario (p.e. filtros, amplificadores o mezcladores). Por ejemplo, cuando se realiza una medición de transmisión directa S_{21} o una medición de transmisión inversa S_{12} , al seleccionar Filter como tipo de dispositivo, el analizador se sitúa en la modalidad de detección de banda estrecha, incrementando así al máximo el rango dinámico de la medición. Por el contrario, si se selecciona Mixer como tipo de dispositivo, el analizador se sitúa en la modalidad de detección de banda ancha, permitiendo así mediciones de conversión de frecuencias. Esta opción permite a los nuevos usuarios comenzar a realizar mediciones utilizando tan solo cuatro teclas.
3 MEAS	Las teclas de medición seleccionan las mediciones de cada canal. Las opciones de medición del analizador incluyen S_{11} (puerto de reflexión 1), S_{21} (transmisión directa), S_{12} (transmisión inversa), S_{22} (puerto de reflexión 2), potencia, pérdidas de conversión y selección de varios puertos (para su uso con un HP 87075C u otros instrumentos de prueba de varios puertos de HF).
4 SOURCE	Las teclas de fuente seleccionan la señal de salida de la fuente que se desea del dispositivo sometido a prueba, por ejemplo, seleccionando el margen de frecuencias o la potencia de salida de la fuente. Estas teclas de fuente controlan igualmente el tiempo de barrido, el número de puntos y el disparo de barrido.
5 CONFIGURE	Las teclas de configuración controlan los parámetros de visualización y del receptor. En estos parámetros se incluyen el ancho de banda y la promediación, la escala y el formato de la pantalla, las funciones de marcador y el calibrado del instrumento.
6 SYSTEM	Las teclas de sistema controlan las funciones de nivel del sistema. En estas funciones se incluye el preajuste del aparato, las funciones de archivo y recuperación, y las copias impresas. Con estas teclas de sistema se controlan igualmente los parámetros HP-IB e IBASIC.
7 Teclado numérico	Utilice las teclas de números para introducir un valor numérico concreto en un parámetro determinado. Utilice la tecla  o las teclas programables para concluir la introducción de números con las unidades correspondientes. Puede igualmente utilizar el mando del panel frontal para realizar ajustes continuados en los valores de los parámetros, al tiempo que las teclas   le permiten cambiar los valores por tramos.
8 	Estas teclas son teclas del panel frontal ubicadas físicamente en el panel frontal del instrumento. En el texto se hará referencia a estas teclas mediante el nombre de la tecla y un recuadro a su alrededor como por ejemplo:  .
9 Softkeys	Las teclas programables son teclas cuyo rótulo viene determinado por el firmware del propio analizador. Estos rótulos se visualizan en la pantalla, a continuación de las ocho teclas blancas situadas a la derecha de la pantalla de visualización del analizador. En el texto se hará referencia a estas teclas mediante el nombre de la tecla y el fondo sombreado, como p.e.:  .



Primeros Pasos

Cómo introducir parámetros de medición







Cómo introducir parámetros de medición

Esta sección describe cómo introducir información en el analizador sobre parámetros de medición.

NOTA

Al introducir parámetros, puede utilizar el teclado numérico, tal como se describe en cada uno de los ejemplos, o utilizar las teclas   o el mando del panel frontal para la introducción de datos.

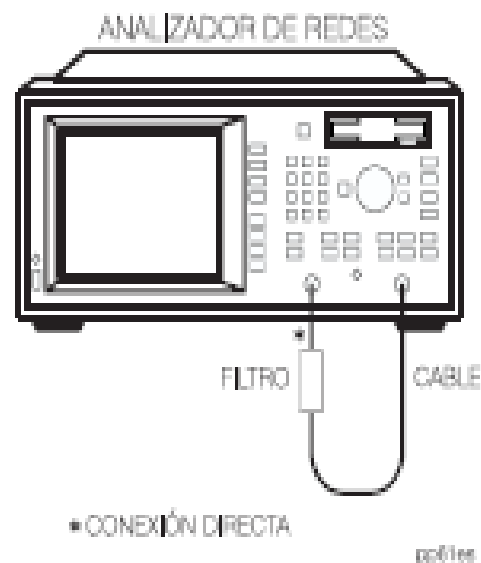
NOTA

Cuando en este manual se le indique que introduzca valores numéricos, con frecuencia pudiera resultar confuso describir todas las teclas que se hayan de pulsar. Así pues en este manual los números (con independencia del número de caracteres) se incluyen en una única tecla. Por ejemplo, si se le indica que introduzca el número $-42,5$, aparecerá en una única tecla, así: . Para introducir este número deberá pulsar sucesivamente las siguientes teclas:     .

Puede proseguir con estos ejemplos conectando el filtro y el cable que se incluyen con su instrumento, tal como se indica en la [figura 1-2](#).

Figura 1-2

Conexión del filtro al analizador



Primeros Pasos
Cómo Introducir parámetros de medición

Cómo ajustar el analizador

Pulse la tecla **(PRESET)**. Cuando se preajusta el analizador mediante la tecla **(PRESET)**, este vuelve a un estado de funcionamiento conocido. Al pulsar esta tecla se activan las siguientes condiciones por defecto principales:

Rango de frecuencias (HP 8712ES)	0,3 a 1300 MHz
Rango de frecuencias (HP 8714ES)	0,3 a 3000 MHz
Nivel de potencia ¹	0 dBm
Canal de medición 1 medición	Transmisión directa S_{21}
Canal de medición 2 medición	Off
Formato	Magnitud logarítmica
Número de puntos	201
Tiempo de barrido	Auto
Escala	10 dB/div
Nivel de referencia	0 dB
Ancho de banda del sistema	Ancho medio

1. Si se desea se puede ajustar el nivel de potencia preajustado en un nivel diferente de 0 dBm. Si desea más información consulte el apartado "Cómo introducir el nivel de potencia de la fuente" más adelante en este capítulo.

NOTA

Al cortar la alimentación, la memoria del analizador retiene los parámetros de medición introducidos por el usuario y los restaura al volver a alimentar el aparato.

Cómo introducir un rango de frecuencias

1. Pulse la tecla **(FREQ)** para acceder al menú de teclas programables de frecuencias.
2. Para cambiar el extremo inferior del rango de frecuencias a 10 MHz, pulse **Start (10) MHz**.
3. Para cambiar el extremo superior del rango de frecuencias a 900 MHz, pulse **Stop (900) MHz**.

Primeros Pasos

Cómo introducir parámetros de medición

4. También puede fijar el rango de frecuencias utilizando las teclas programables **Center** y **Span** . Por ejemplo, si fija la frecuencia central en 160 MHz y el intervalo en 300 MHz, el rango de frecuencias resultante sería de 10 a 310 MHz.

NOTA

Al introducir las frecuencias, asegúrese de concluir la introducción de números con la correspondiente tecla programable, para obtener así las unidades adecuadas. Si utiliza la tecla **(ENTER)** para concluir la introducción de frecuencias, las unidades por defecto se sitúan en Hz.


La resolución de frecuencias que se visualiza por defecto está en kHz. Se puede modificar esta resolución pulsando **(FREQ)**

Disp Freq Resolution y seleccionando a continuación una nueva resolución.

Cómo introducir el nivel de potencia de la fuente

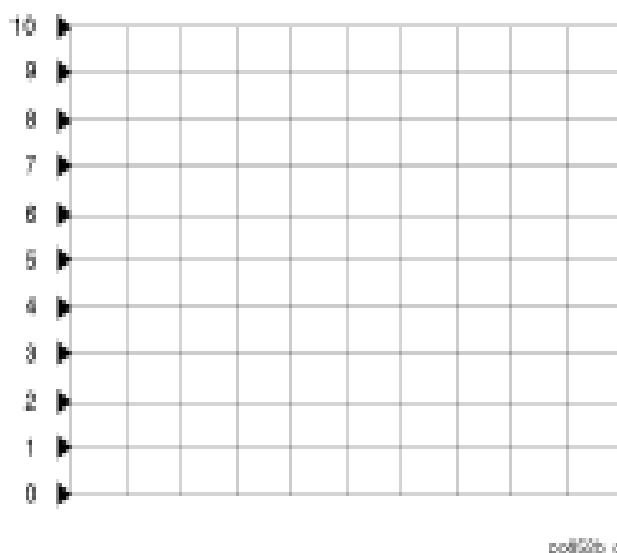
1. Pulse la tecla **(POWER)** para acceder al menú de teclas programables de nivel de potencia.
2. Para cambiar el nivel de potencia a 3 dBm, pulse **Level (3)** y **dBm** o **(ENTER)**.
3. Para cambiar el nivel de potencia a -1,6 dBm, pulse **Level (-1.6)** **dBm** o **(ENTER)**.
4. Para cambiar el nivel de potencia en que se configurará siempre el analizador al preajustarlo, pulse **Pwr Level at Preset (2.5)** y **dBm** o **(ENTER)**. Esta entrada no incide sobre el nivel de potencia vigente.

Cómo escalar la traza de medida

1. Pulse la tecla **(SCALE)** para acceder al menú de escala.
2. Para visualizar en la pantalla la traza de medida completa, pulse **Autoscale** .
3. Para cambiar la división por escala a 5 dB/división pulse **Scale/Div (5)** **Enter** .
4. Para desplazar la posición de referencia (indicada por el símbolo  situado a la izquierda de la pantalla) a la primera división desde la parte superior de la pantalla, pulse **Reference Position (9)** **Enter** . La [figura 1-3](#) muestra cómo se identifica cada una de las posiciones de referencia.
5. Para cambiar el nivel de referencia a 0 dB, pulse **Reference Level (0)** **Enter** .

Primeros Pasos
Cómo Introducir parámetros de medición

Figura 1-3 Posiciones de las referencias



Cómo introducir
el canal de
medición activo y
el tipo de medición

Las teclas **(MEAS 1)** y **(MEAS 2)** le permiten escoger cuál será el canal de medición activo, así como los parámetros de medición de ese canal.

Cuando un determinado canal de medición está activado, su pantalla es más brillante que la del canal inactivo, y cualquier modificación introducida en los parámetros de medición afectará únicamente al canal de medición activo. (Algunos parámetros de medición no pueden fijarse de manera independiente en cada canal de medición. Con respecto a estos parámetros, ambos canales se verán afectados con independencia del estado de canal activo).

1. Para medir S_{21} en el canal de medición 1 y S_{11} en el canal de medición 2, pulse las siguientes teclas:

(PRESET) **(MEAS 1)** S21 Fwd Trans

(MEAS 2) S11 Refl Port1

2. Ahora son visibles en la pantalla de visualización del analizador las mediciones de ambos canales. Observe cómo la traza de medida del canal de medición activo (canal 2) es más brillante que la traza del otro canal de medición. Consulte la [figura 1-4](#).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antenas, Ángel Cardana Aznar, Ediciones UPC, Lluís Cofre Roca.
- Antenna Theory, Constantine a. Balanis, tercera edición, Wiley – Interscience.
- Antenna Theory and Design, Robert S. Elliott.
- Maquinas Eléctricas y Transformadores, Irving L. Koson, Segunda edición.
- Redes inalámbricas, www.ujaen.es/sci/redes/rimuja/guias/introducción.
- Algunos aspectos generales del aluminio,
www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/QU00901M.pdf
- Características físicas, químicas y mecánicas del aluminio,
www.astrored.org/enciclopedia/wiki/Aluminio.
- Métodos de suelda para el aluminio,
www.spotweldingconsultants.com/welding_basics_spanish.pdf

-
- Puente H, www.geocities.com/djbolanos/PuenteHpng.pdf
 - Puerto serial de la PC ,
digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D
 - Motores de corriente continua, http://perso.wanadoo.es/luis_ju/ebasica2/mcc_01.html
 - Transformador, www.unicrom.com/Tut_transformador.asp
 - Electrodo, www.cesvimap.com/e16/PDF/MSoldaduraPuntosExtracto.pdf
 - Antena yagi, www.paramowifix.net/antenas/loop_uda_yagi/
 - PIC 16F877A, www.datasheet4u.com/share_search.php
 - MAX 232, www.focus.ti.com/lit/ds/symlink/max232.pdf
 - Soldadura de punto, es.wikipedia.org/wiki/Soldadura_por_puntos