



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

**Unidad Culhuacan**

**Diseño de un Sistema de Rotación Programable para Equipos de  
Escaneo de Tecnologías de GSM Y 3G**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE

**INGENIERO EN COMUNICACIONES Y ELECTRÓNICA**

P R E S E N T A

**SERGIO OMAR URIBE LOPEZ**



ASESORES

**Ing. Carlos Aquino Ruiz**

**Ing. Celedonio Enrique Aguilar Meza**

MÉXICO

**2012**

**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
UNIDAD CULHUACAN**

**TESIS INDIVIDUAL**

Que como prueba escrita de su Examen Profesional para obtener el Título de Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, deberá desarrollar el C.:

**SERGIO OMAR URIBE LOPEZ**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ROTACIÓN PROGRAMABLE PARA EQUIPOS DE ESCANEEO DE  
TECNOLOGIAS DE GSM Y 3G”**

El objetivo a resolver de la presente problemática viene referido a la captación perjudicial de interferencias en el espectro de frecuencia, la recepción de estas anomalías son detectadas mediante un escáner en las proximidades del usuario. Una vez lograda la localización de la fuente de interferencia, las autoridades instan a los operadores con la autorización judicial para la identificación de los anchos de banda respectivos a los que se le deben transmitir, por lo tanto el objeto concreto del estudio versa sobre la optimización del sistema utilizado para el análisis y detección de posibles traslapes de transmisión en los anchos de banda respectivos y delimitados por la Comisión Federal de Telecomunicaciones, ya sea una compañía Pública o Privada. Considerando ajena el contenido de la comunicación propiamente dicho.

**CAPITULADO**

**CAPITULO 1 ESTADO DEL ARTE.  
CAPITULO 2 MARCO TEORICO  
CAPITULO 3 DISEÑO DE IMPLEMENTACION  
CAPITULO 4 PRUEBAS Y RESULTADOS**

**México D. F., a 12 de Octubre del 2012**

**PRIMER ASESOR:**

**SEGUNDO ASESOR:**

\_\_\_\_\_  
ING. CARLOS AQUINO RUIZ

\_\_\_\_\_  
ING. CELEDONIO ENRIQUE AGUILAR MEZA

**Vo. Bo.**

**APROBADO**

\_\_\_\_\_  
M. en C. ANTONIO ROMERO ROJANO  
JEFE DE LA CARRERA DE I.C.E.

\_\_\_\_\_  
M. en C. HECTOR BECERRIL MENDOZA  
SUBDIRECTOR ACADÉMICO

## **DEDICATORIAS**

*A MI MADRE **MARGARITA LOPEZ VAZQUEZ** QUE EN TODO MOMENTO ME HA APOYADO, ORIENTADO Y AMADO INCONDICIONALMENTE Y A MI FAMILIA POR TODOS ESOS GRANDES EJEMPLOS DE TRABAJO Y ESFUERZO PARA SALIR ADELANTE.*

*A MIS TIOS Y TIAS QUE CON SUS CONSEJOS Y APOYO EN TODO MOMENTO, HAN ESTADO AHÍ A LO LARGO DE MI VIDA.*

*A MIS MEJORES AMIGOS **GERMAN HERNANDEZ** Y **SANDRA HEDITH MOTA** QUE CON SU APOYO Y AMISTAD HAN HECHO MAS LIGERO ESTE VIAJE ACADÉMICO QUE HOY CULMINO.*

**SERGIO OMAR URIBE LOPEZ**

## **AGRADECIMIENTOS**

AL **I**NSTITUTO **P**OLITÉCNICO **N**ACIONAL Y SU **E**SCUELA **S**UPERIOR DE **I**NGENIERÍA **M**ECÁNICA Y **E**LÉCTRICA UNIDAD **C**ULHUACAN POR BRINDARME UN CONOCIMIENTO COMPETITIVO Y FORJAR ESA SABIDURÍA QUE COMO INSTITUCIÓN BRINDA A CADA UNO DE SUS EGRESADOS.

A MIS ASESORES ING.**CARLOS AQUINO** E ING. **CELEDONIO ENRIQUE** POR SU TIEMPO INVERTIDO EN EL DESARROLLO DE ESTE PROYECTO, CONSEJOS Y CONOCIMIENTOS TRANSMITIDOS A LO LARGO DE LA CARRERA.

<b>ÍNDICE TEMÁTICO</b>	<b>PP</b>
INTRODUCCIÓN	<b>IX</b>
PLANTEAMIENTO	<b>X</b>
JUSTIFICACIÓN	<b>XII</b>
OBJETIVO GENERAL	<b>XIV</b>
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<b>XIV</b>

## **CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE.**

<b>ESTADO DEL ARTE</b>	
<b>1.-TELEFONÍA MÓVIL</b>	<b>16</b>
<b>1.1.1.-GENERACIÓN 0</b>	<b>17</b>
<b>1.1.2.-PRIMERA GENERACIÓN 1G</b>	<b>17</b>
<b>1.1.3.-SEGUNDA GENERACIÓN 2G</b>	<b>18</b>
<b>1.1.4.-GENERACIÓN DE TRANSICIÓN 2.5G</b>	<b>19</b>
<b>1.1.5.-TERCERA GENERACIÓN 3G</b>	<b>20</b>
<b>1.1.6.-OPERADORAS DE TELEFONÍA MÓVIL EN MÉXICO</b>	<b>20</b>
<b>1.2.-ESCANEEO DE FORMA PERSONAL WALK TEST</b>	<b>22</b>
<b>1.3.-ESCANEEO DE FOFRMA LOCAL DRIVE TEST OF BASELINE &amp; DR</b>	<b>23</b>
<b>1.4.-ESCANEEO DE FORMA TERRITORIAL</b>	
<b>“DRIVE TEST OF UP-GRADES TO OMC, BSC ANDRETUNING”</b>	<b>25</b>

## **CAPÍTULO II: MARCO TEORICO**

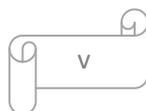
<b>DIAGRAMA A BLOQUES</b>	
<b>2.1-LAP-TOP</b>	<b>30</b>
<b>2.2.-PARTES FUNDAMENTALES</b>	<b>30</b>
<b>2.2.1.-UNIDAD DE PROCESAMIENTO</b>	<b>30</b>
<b>2.2.2.-UNIDAD DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>32</b>
<b>2.2.3.-DISPOSITIVOS DE ENTRADA</b>	<b>34</b>
<b>2.2.4.-DISPOSITIVOS DE SALIDA</b>	<b>37</b>
<b>2.2.5.-DISPOSITIVOS DE ENTRADA SALIDA</b>	<b>40</b>
<b>2.3.-USB</b>	<b>42</b>
<b>2.3.1.-ESTANDARES DE CONEXIÓN USB</b>	<b>44</b>
<b>2.3.2.-TIPOS DE CONECTORES USB</b>	<b>45</b>
<b>2.3.3.-FUNCIONAMIENTO DEL USB</b>	<b>45</b>
<b>2.3.4.-WIRELESSS USB</b>	<b>47</b>
<b>2.4.-PLATAFORMA ARDUINO</b>	<b>48</b>
<b>2.4.1.-PUERTOS DE ENTRADA Y SALIDA DE ARDUINO</b>	<b>48</b>
<b>2.4.2.-ESQUEMA, PINES DE ARDUINO Y ESPECIFICACIONES</b>	<b>49</b>
<b>2.4.3.-LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN</b>	<b>50</b>
<b>2.5.-FUNCIONES BÁSICAS</b>	<b>52</b>
<b>2.6.-BIBLIOTECAS DE ARDUINO</b>	<b>53</b>
<b>2.7.-AUTOMATIZACIÓN</b>	<b>56</b>

<b>2.8.-MOTORES</b>	57
<b>2.8.1.-PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO</b>	57
<b>2.8.2.-BIPOLAR</b>	58
<b>2.8.3.-UNIPOLAR</b>	60
<b>2.8.4.-SECUENCIAS PARA MANEJAR MOTORES PASO A PASO BIPOLAR</b>	61
<b>2.8.5.-SECUENCIAS PARA MANEJAR MOTORES PASO A PASO UNIPOLARES</b>	61
<b>2.9.-EASY DRIVER</b>	64
<b>2.9.1.-CARACTERÍSTICAS</b>	65
<b>2.10.-SISTEMAS MECÁNICOS</b>	66
<b>2.10.1.-SISTEMAS ELECTRO-MECÁNICOS</b>	66
<b>2.11.-ANTENA YAGI</b>	68
<b>2.11.1.-TENSION Y CORRIENTE</b>	68
<b>2.11.2.-DIAGRAMA DE EMISIÓN</b>	68
<b>2.11.3.-POLARIZACIÓN</b>	69
<b>2.12.-CABLE COAXIAL O JUMPER</b>	70
<b>2.12.1.-ESTANDARES</b>	70
<b>2.13.-ANALIZADOR DE ESPECTROS MS2711D</b>	73

### **CAPÍTULO III: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.**

<b>3.1- DIAGRAMA DE FLUJO</b>	75
<b>3.2.-ETAPA 1 DISEÑO DEL SISTEMA BASE DE ROTACIÓN PROGRAMABLE PARA TECNOLOGÍA DE GSM Y 3G</b>	76
<b>3.3.-DISEÑO CILINDRO BASE</b>	77
<b>3.4.-DISEÑO PIRAMIDAL</b>	78
<b>3.5.-DISEÑO RECTANGULAR</b>	79
<b>3.5.1.-FASE 1</b>	79
<b>3.5.2.-FASE 2</b>	81
<b>3.6.-ETAPA 2 IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS MECÁNICOS</b>	82
<b>3.6.1.-SOPORTE MECÁNICO DE ALUMINIO</b>	82
<b>3.6.2.-BALEROS ELEMENTO ROTATIVO</b>	83
<b>3.7.-ETAPA 3 INTEGRACIÓN AL MOTOR DE GIRO</b>	84
<b>3.8.-ETAPA 4 PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE GIRO MEDIANTE ARDUINO</b>	88
<b>3.8.1.-INSTALCIÓN DE LA PLATAFORMA ARDUINO</b>	88
<b>3.8.2.-DESARROLLO DEL PROGRAMA PARA LA PLATAFORMA ARDUINO</b>	91
<b>3.8.3.-INSERCIÓN DEL PROGRAMA EN LA PLATAFORMA ARDUINO</b>	92

<b>3.8.4.-CONEXIÓN DE INSERCIÓN DEL PROGRAMA EN PLATAFORMA ARDUINO</b>	93
<b>3.8.5.-PROGRAMA</b>	95
<b>3.8.6.-CIRCUITO DE POTENCIA</b>	96
<b>3.9.-ETAPA 5 MONTAJE DEL SISTEMA EN EL EQUIPO</b>	99
<b>3.10.-IMPLEMENTACIONES ADICIONALES</b>	101
<b>3.10.1.-NIVELADORES DE BURBUJA</b>	101
<b>3.10.2.-BRÚJULA</b>	102
<b>3.10.3.-AGARRADERA</b>	102
<b>3.10.4.-ESTABILIZADORES DE SUPERFICIE</b>	103
<b>3.10.5.-PLANILLA DE 360 GRADOS</b>	103
<b>CAPÍTULO IV PRUEBAS Y RESULTADOS</b>	
PRUEBAS Y RESULTADOS	108
<b>4.1.-PRUEBAS DEL SISTEMA ELECTROMECAÁNICO</b>	108
<b>4.2.-PRUEBAS DEL SISTEMA ELECTRONICO</b>	110
<b>4.3.-PRUEBA DE COMUNICACIÓN ENTRE EL SOFTWARE ARDUINO Y PLATAFORMA FISICA</b>	111
<b>4.3.1.- PROGRAMA DE PRUEBA</b>	111
<b>4.4.-PRUEBA DE DIRECCIÓN Y CONTROL DEL MOTOR</b>	113
<b>4.5.-PRUEBAS DEL PROTOTIPO EN CAMPO</b>	114
<b>CONCLUSIONES</b>	117
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	119
<b>ANEXOS</b>	120
<b>GLOSARIO</b>	122





# CAPÍTULO I

## ESTADO DEL ARTE



## ESTADO DEL ARTE

Dentro del mundo de las Comunicaciones Móviles hay un soporte y mantenimiento Técnico indispensable que toda Red de Telefonía Móvil requiere para dar un servicio óptimo y funcional para el gran número de usuarios que hoy en día existimos.

Sin embargo hay diferentes soportes y mantenimientos que se brindan a una Red de Telefonía Móvil. Uno de ellos, que es de gran magnitud es la Revisión y Análisis del Espectro de Radiofrecuencias a través de los Sistemas de escaneos ó Barridos espectrales.

### 1.1.-TELEFONÍA MÓVIL

Actualmente las compañías de telefonía celular utilizan nuevas tecnologías que consecuentemente van evolucionando diariamente, debido a la gran competencia que hay en este medio.

Para la mayor comprensión de estas es necesario hacer una recopilación de los pioneros por así llamarlos de la telefonía celular.

“Martin Cooper fue el pionero en esta tecnología, a él se le considera como "el padre de la telefonía celular" al introducir el primer radioteléfono, en 1973, en Estados Unidos, mientras trabajaba para Motorola; pero no fue hasta 1979 cuando aparecieron los primeros sistemas comerciales en Tokio, Japón por la compañía NTT(Nippon Telegraph and Telephone.)

En 1981, los países nórdicos introdujeron un sistema celular similar a AMPS (Advanced Mobile Phone System). Por otro lado, en Estados Unidos, gracias a que la entidad reguladora de ese país adoptó reglas para la creación de un servicio comercial de telefonía celular, en 1983 se puso en operación el primer sistema comercial en la ciudad de Chicago.

En estos últimos años las tecnologías inalámbricas han tenido un gran desempeño en la telefonía celular.

En las décadas de los 70s y 80s la telefonía celular ha revolucionado nuestra forma de vida. Los teléfonos celulares se han convertido en parte de nosotros actualmente, para cualquier persona tanto una común como una de negocios así como empresarios.

### **1.1.1.- Generación 0**

Los primeros sistemas de telefonía móvil civil empiezan a desarrollarse a partir de finales de los años 40 en los Estados Unidos. Eran sistemas de radio analógicos que utilizaban en el primer momento modulación en amplitud (AM) y posteriormente modulación en frecuencia (FM). Se popularizó el uso de sistemas FM gracias a su superior calidad de audio y resistencia a las interferencias. El servicio se daba en las bandas de HF y VHF.

Los primeros equipos eran enormes y pesados, por lo que estaban destinados casi exclusivamente a su uso a bordo de vehículos. Generalmente se instalaba el equipo de radio en el maletero y se pasaba un cable con el teléfono hasta el parachoques delantero del vehículo.

Una de las compañías pioneras que se dedicaron a la explotación de este servicio fue la americana Bell. Su servicio móvil fue llamado System Service.

No era un servicio popular porque era extremadamente caro, pero estuvo operando desde 1946 hasta 1985.

### **1.1.2.- Primera Generación 1G**

En 1981 el fabricante Ericsson lanza el sistema NMT 450 (Nordic Mobile Telephony 450 MHz). Este sistema seguía utilizando canales de radio analógicos (frecuencias en torno a 450 MHz) con modulación en frecuencia (FM). Era el primer sistema del mundo de telefonía móvil tal como se entiende hoy en día.

Los equipos 1G pueden parecer algo aparatosos para los estándares actuales pero fueron un gran avance para su época, ya que podían ser trasladados y utilizados por una única persona.

En 1986, Ericsson modernizó el sistema, llevándolo hasta el nivel NMT 900. Esta nueva versión funcionaba prácticamente igual que la anterior pero a frecuencias superiores (del orden de 900 MHz). Esto permitió dar servicio a un mayor número de usuarios y avanzar en la portabilidad de los terminales.

Además del sistema NMT, en los 80 se desarrollaron otros sistemas de telefonía móvil tales como: AMPS (Advanced Mobile Phone System) en EE. UU. y TACS (Total Access Communication System).

El sistema TACS se utilizó en España con el nombre comercial de Moviline. Estuvo en servicio hasta su extinción en 2003.

### **1.1.3.- Segunda Generación 2G**

En la década de los 90s nace la segunda generación, que utiliza sistemas como GSM, IS-136, iDEN e IS-95. Las frecuencias utilizadas en Europa fueron de 900 y 1800 MHz.

El desarrollo de esta generación tiene como piedra angular la digitalización de las comunicaciones. Las comunicaciones digitales ofrecen una mejor calidad de voz que las analógicas, además se aumenta el nivel de seguridad y se simplifica la fabricación del Terminal (con la reducción de costos que ello conlleva). En esta época nacen varios estándares de comunicaciones móviles: D-AMPS (EE. UU.), PDC (Japón), CDMAOne (EE. UU. y Asia) y GSM.

Muchas operadoras telefónicas móviles implementaron Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) y Acceso múltiple por división de código (CDMA) sobre las redes AMPS existentes convirtiéndolas así en redes D-AMPS. Esto trajo como ventaja para estas empresas poder lograr una migración de señal analógica a señal digital sin tener que cambiar elementos como antenas, torres, cableado, etc. Inclusive, esta información digital se transmitía sobre los mismos canales (y por ende, frecuencias de radio) ya existentes y en uso por la red analógica. La gran diferencia es que con la tecnología digital se hizo posible hacer Multiplexión, tal que en un canal antes destinado a transmitir una sola conversación a la vez se hizo posible transmitir

varias conversaciones de manera simultánea, incrementando así la capacidad operativa y el número de usuarios que podían hacer uso de la red en una misma celda en un momento dado.

El estándar que ha universalizado la telefonía móvil ha sido el termino conocido GSM: Global System for Mobile communications o Groupe Spécial Mobile. Se trata de un estándar europeo nacido de los siguientes principios:

- Buena calidad de voz (gracias al procesado digital).
- Itinerancia.
- Deseo de implantación internacional.
- Terminales realmente portátiles (de reducido peso y tamaño) a un precio accesible.
- Compatibilidad con la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados).
- Instauración de un mercado competitivo con multitud de operadores y fabricantes.

Realmente, GSM ha cumplido con todos sus objetivos pero al cabo de un tiempo empezó a acercarse a la obsolescencia porque sólo ofrecía un servicio de voz o datos a baja velocidad (9.6 Kbps) y el mercado empezaba a requerir servicios multimedia que hacían necesario un aumento de la capacidad de transferencia de datos del sistema. Es en este momento cuando se empieza a gestar la idea de 3G, pero como la tecnología CDMA no estaba lo suficientemente madura en aquel momento se optó por dar un paso intermedio: 2.5G.

#### **1.1.4.- Generación de Transición 2.5G**

Dado que la tecnología de 2G fue incrementada a 2.5G, en la cual se incluyen nuevos servicios como: EMS y MMS

- EMS es el servicio de mensajería mejorado, permite la inclusión de melodías e iconos dentro del mensaje basándose en los SMS; un EMS equivale a 3 o 4 SMS.
- MMS (Sistema de Mensajería Multimedia) Este tipo de mensajes se envían mediante GPRS y permite la inserción de imágenes, sonidos, videos y texto. Un MMS se envía en forma de diapositiva, en la cual cada plantilla solo puede contener un archivo de cada tipo aceptado, es decir, solo puede contener una imagen, un sonido y un texto en cada plantilla, si se desea agregar más de estos tendría que agregarse otra plantilla. Cabe mencionar que no es posible enviar un vídeo de más de 15 segundos de duración.

Para poder prestar estos nuevos servicios se hizo necesaria una mayor velocidad de transferencia de datos, que se hizo realidad con las tecnologías GPRS y EDGE.

- GPRS (General Packet Radio Service) permite velocidades de datos desde 56Kbps hasta 114 Kbps.
- EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) permite velocidades de datos hasta 384 Kbps.

### **1.1.5.- Tercera generación 3G**

3G nace de la necesidad de aumentar la capacidad de transmisión de datos para poder ofrecer servicios como la conexión a Internet desde el móvil, la videoconferencia, la televisión y la descarga de archivos. En este momento el desarrollo tecnológico ya posibilita un sistema totalmente nuevo: UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

UMTS utiliza la tecnología CDMA, lo cual le hace alcanzar velocidades realmente elevadas (de 144 Kbps hasta 7.2 Mbps, según las condiciones del terreno).

UMTS ha sido un éxito total en el campo tecnológico pero no ha triunfado excesivamente en el aspecto comercial. Se esperaba que fuera un bombazo de ventas como GSM pero realmente no ha resultado ser así ya que, según parece, la mayoría de usuarios tiene bastante con la transmisión de voz y la transferencia de datos por GPRS y EDGE.

### **1.1.6.- Operadoras de Telefonía Móvil en México**

Posteriormente la COFETEL (Comisión Federal de Telecomunicaciones) en 1997 lanza una convocatoria para licitar en México una nueva banda de frecuencias (1850-1970 MHz). Posterior a esta licitación aparecen nuevos operadores en estas bandas como Unefon, Pegaso PCS, Telcel y Iusacell.

**TABLA1.1.- REGIONES Y OPERADORES DE TELEFONÍA CELULAR**

Región	Compañía Celular
1	Baja Celular Mexicana (Bajacel)
2	Movitel del Noroeste (Movitel)
3	Telefonia Celular del Norte (Norcel)
4	Celular de Telefonía (Cedotel)
5	Comunicaciones Celulares de Occidente (Comcel)
6	Sistemas Telefónicos Portátiles Celulares
7	Telecomunicaciones del Golfo (Telcom)
8	Portatel del Sureste (Portatel)
9	SOS Telecomunicaciones (SOS)

En Agosto de 1998 empieza operar en México Nextel Internacional (Nextel), quien se alió con Motorola para establecer una red de radio digital (trunking) con la tecnología conocida como iDEN (integrated Digital Enhanced Network).

En 2001 la empresa española Telefonica Movistar, adquiere los 4 operadores del Norte del país (Cedotel, BajaCel, Norcel y Movitel). La transacción fue estimada en 1790 millones de dólares. Posteriormente en Mayo de 2002, Telefonica Movistar adquiere gran parte de las acciones de la compañía Pegaso PCS.

A este paso, el sector de la telefonía celular en México se compone únicamente de 5 compañías: Telcel, Iusacell, Telefonía Movistar, Unefon y Nextel. Telcel es el operador más importante en número de usuarios, con casi con el 76% del mercado nacional. Le sigue Movistar con 12%, Iusacel con 5%, Unefon con 4% y Nextel con menos del 3%

## 1.2.- ESCANEEO DE FORMA PERSONAL “WALK TEST”

Para el proceso de Walk Test se lleva a cabo de 1991 a 1994 de la siguiente manera:

- Recibir la solicitud por correo donde informa la ubicación del Walk Test
- Configurar el software para Indoor Mapping.
- Asegurarse de traer licencia de Indoor Mapping.
  - Configurar 1 teléfono en modo interconnect de llamada continua y otro en modo estándar (IDLE).
- Determinar un punto de inicio dentro del área de cobertura con problemas.
- Seleccionar el modo “paced mode”.

Colocar los teléfonos a la altura de la pantalla de la computadora o a la altura de la cintura, según lo soliciten (colocarlos al menos 30 cm. de separación).
- Comenzar el recorrido.
- Dar un clic por cada paso que se haga indicando la dirección que se realiza.

Enviar el correo con los archivos realizados y cualquier información adicional solicitada o que se haya presentado durante el walk test)



Parani™ MSP1000



Bluetooth Cell Phone

FIGURA 1.1.- DIAGRAMA LÓGICO DE WALK TEST

### 1.3.- ESCANEEO DE FORMA LOCAL “DRIVE TEST OF BASELINE & DR”

El proceso de Drive Test of Baseline & DR se lleva a cabo de 1997-2005 de la siguiente manera:

- Recibir la solicitud por correo.
- Los recorridos se realizarán con la cantidad de teléfonos y tipos de servicio mencionados en el correo.
- En el Software configurar los teléfonos (IDLE, INTERCONNECT, DISPATCH).
- Ubicar los teléfonos en la posición indicada, comúnmente IDLE (sin ninguna llamada pre configurada) en la parte superior e INTERCONNECT (configurar en llamada continua) y DISPATCH (modo libre para realizar llamadas de forma manual) en la parte inferior (cerca del freno de mano).
- Los teléfonos deben de tener una separación mínima de 30 cm.
- Etiquetar en el software los teléfonos para su fácil reconocimiento.
- No cambiar la etiqueta durante todo el Baseline, DR en recorrido posterior.
- Comenzar el Recorrido.
- Empezar por las Av. Principales de la zona solicitada.
- Continuar los recorridos Calle por Calle.
- Se recomienda que se realice este paso por áreas definidas para no perder la continuidad evitando omitir y sobreponer calles.
- No repetir zonas ya recorridas, en caso de tener que pasar por el mismo punto pausar el archivo pulsando 1 vez el botón ESC y para continuar el recorrido una vez que se pase la zona ya recorrida pulse 2 veces el botón ESC.
- En caso de que la solicitud sea para DR (Design Review) el procedimiento de los recorridos es igual al del Baseline. Adicionalmente se requiere de tomar fotografías de los “Landmarks” (Ejemplo: Plazas, Edificios de Gobierno) y “Puntos de interés” (Clientes Diamante)

así como marcar su posición geográfica en el recorrido a través del botón F2 anotando el nombre del punto de interés y/o Landmark.

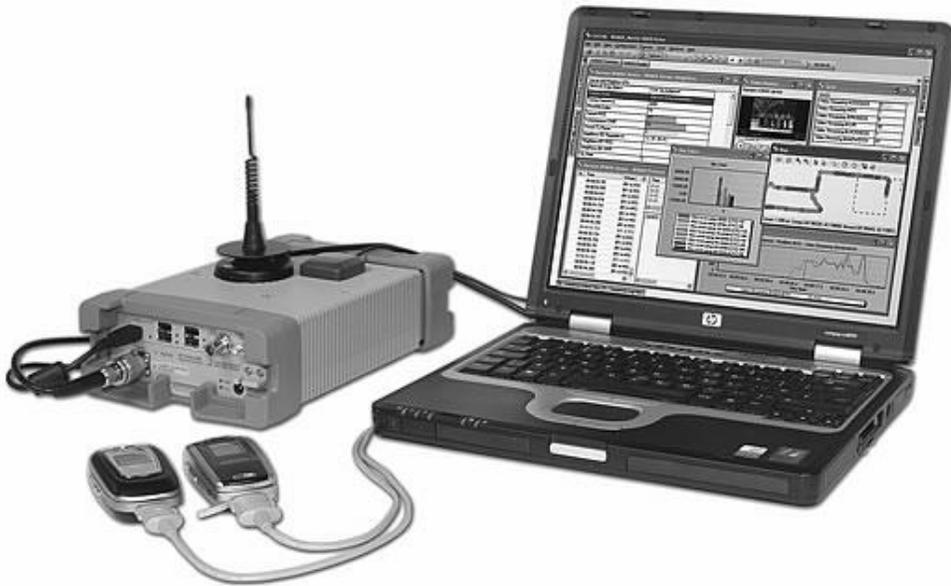


**FIGURA 1.2.- EQUIPO DE DRIVE TEST**

## 1.4.-ESCANEO DE FORMA TERRITORIAL “DRIVE TEST OF UP-GRADES TO OMC, BSC AND RETUNING”

El proceso de Drive Test de una actualización al OMC, una BSC, retuning y COW's se lleva a cabo desde el 2005 hasta la actualidad de la siguiente manera:

- Se recibe la solicitud de Drive Test a través del correo electrónico.
- Se revisa la hora de validación, los servicios a probar y los sitios involucrados.
- Se planea una ruta para la validación.
- Con apoyo del Network Operation Center y la persona encargada de la validación se confirma la conclusión de los cambios para poder comenzar con el drive test.
- Se configuran los teléfonos de acuerdo a lo solicitado por correo. Una vez concluida la configuración de los teléfonos se conecta el GPS.
- Comience el Drive Test.
- En cada uno de los sitios se validan los servicios solicitados en todos
  - los sectores.
    - Para validar Interconnect se realizan llamadas asegurando de tener niveles adecuados (SQE > 20), probando la calidad del audio, el acceso al sistema, reportando cualquier eventualidad como mensajería de errores presentados en el teléfono, no acceso o negación del servicio al personal encargado de la validación.
    - Para validar Dispatch realice llamadas asegurando de tener niveles adecuados (SQE > 20), probando calidad de audio, acceso al servicio, reportando cualquier eventualidad como mensajería de errores presentados en el teléfono, no acceso o negación del servicio al personal encargado de la validación.
    - Para validar Packet Data realice llamadas asegurando de tener niveles adecuados (SQE > 20), intente navegar en internet asegurándose de que se puede desplegar la información solicitada reportando cualquier negación del servicio o mensajería de error al personal encargado de la validación.
- Una vez concluido el Drive Test Informe al personal a cargo de la validación la conclusión de la misma. En caso de no recibir información adicional por parte del personal a cargo concluya el recorrido.
- Enviar el correo informando del estatus de la validación de los servicios solicitados (exitosa o no) a toda persona que estuvo involucrada.



**FIGURA 1.3.- EQUIPO UP-GRADES TO OMC**

Las características principales del sistema que estamos implementando compite con las características de los Sistemas de Escaneo anterior, los sistemas anteriores muestran que son dispositivos móviles y de auto alimentación, sin embargo nuestro sistema también posee estas cualidades además de implementaciones ergonómicas y sistemas de balance como es el nivel de burbuja y los niveladores de suelo para obtener mediciones concretas a la hora de monitorear el Espectro de Frecuencias.



# CAPÍTULO II

## MARCO TEÓRICO



## DIAGRAMA A BLOQUES

El desarrollo de este Sistema está basado en 2 secciones divididas en 5 y 3 partes fundamentales y cada una de estas partes tiene una relación jerárquica.

En la sección 1 ó de Control contamos con una LAP-TOP que es el inicio y principal mecanismo de este Sistema para el éxito del Proyecto, ya que la comunicación entre todos los Sistemas está fundamentada en la información que se le introduzca.

El cable USB tiene como finalidad, crear la comunicación entre la LAP-TOP y La Plataforma Arduino, con el objetivo de cargar exitosamente las instrucciones y tareas que desempeñara Arduino. De esta manera el circuito de potencia EASY DRIVER trabajara bajo las demandas de Arduino de tal manera que este gobernará y controlará al Motor a Pasos para obtener el objeto principal que es lograr una posición cardinal precisa.

En la 2da Sección ó de Monitoreo tenemos los elementos de Medición, Lectura y Escaneo.

El cual está conformada inicialmente por la Antena-Yagi, la cual es el elemento Receptivo de monitoreo de interferencias. El elemento de la comunicación corre por la cuenta de la Guía de Onda o como se le conoce en el Campo Laboral Jumper el cual tiene la función de llevar la información captada por la Antena al Analizador de Espectros.

Este último tiene como tarea mostrar el Espectro de Frecuencia recopilando la información en caso de anomalías o en el mayor de los casos las interferencias.

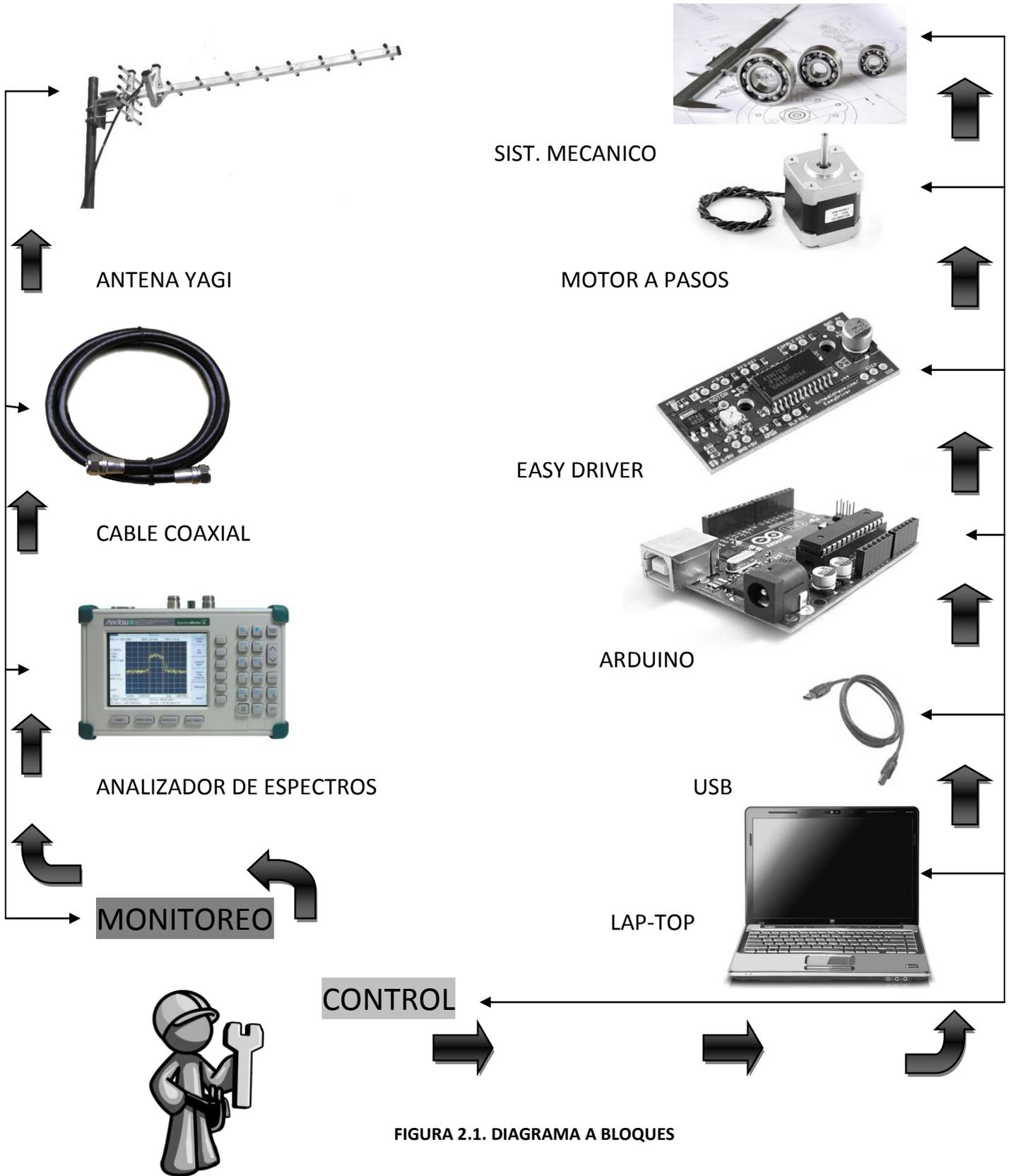


FIGURA 2.1. DIAGRAMA A BLOQUES

## 2.1.- LAP-TOP

## 2.2.- PARTES FUNDAMENTALES.

### 2.2.1.- Unidad de Procesamiento:

La unidad central de procesamiento, UCP o CPU (por el acrónimo en inglés de *central processing unit*), o simplemente el procesador o microprocesador, es el componente del computador y otros dispositivos programables, que interpreta las instrucciones contenidas en los programas y procesa los datos. Los CPU's proporcionan la característica fundamental de la computadora digital (la programabilidad) y es uno de los componentes necesarios encontrados en las computadoras de cualquier tiempo, junto con el almacenamiento primario y los dispositivos de entrada/salida. Se conoce como microprocesador el CPU que es manufacturado con circuitos integrados. Desde mediados de los años 1970, los microprocesadores de un solo chip han reemplazado casi totalmente todos los tipos de CPU, y hoy en día, el término "CPU" es aplicado usualmente a todos los microprocesadores.

La expresión "unidad central de proceso" es, en términos generales, una descripción de una cierta clase de máquinas de lógica que pueden ejecutar complejos programas de computadora. Esta amplia definición puede fácilmente ser aplicada a muchos de los primeros computadores que existieron mucho antes que el término "CPU" estuviera en amplio uso. Sin embargo, el término en sí mismo y su acrónimo han estado en uso en la industria de la informática por lo menos desde el principio de los años 1960. La forma, el diseño y la implementación de los CPU ha cambiado drásticamente desde los primeros ejemplos, pero su operación fundamental ha permanecido bastante similar.

Los primeros CPU's fueron diseñados a la medida como parte de una computadora más grande, generalmente una computadora única en su especie. Sin embargo, este costoso método de diseñar los CPU's a la medida, para una aplicación particular, ha desaparecido en gran parte y se ha sustituido por el desarrollo de clases de procesadores baratos y estandarizados adaptados para uno o muchos propósitos. Esta tendencia de estandarización comenzó generalmente en la era de los transistores discretos, computadoras centrales, y microcomputadoras, y fue

acelerada rápidamente con la popularización del circuito integrado (IC), éste ha permitido que sean diseñados y fabricados CPU más complejos en espacios pequeños (en la orden de milímetros). Tanto la miniaturización como la estandarización de los CPU han aumentado la presencia de estos dispositivos digitales en la vida moderna mucho más allá de las aplicaciones limitadas de máquinas de computación dedicadas. Los microprocesadores modernos aparecen en todo, desde automóviles, televisores, neveras, calculadoras, aviones, hasta teléfonos móviles o celulares, juguetes entre otros.



**FIGURA 2.2.- PROCESADOR CORE 2 DUO**

### 2.2.2.- Unidad de Almacenamiento

Los discos duros tienen una gran capacidad de almacenamiento de información, pero al estar alojados normalmente dentro de la computadora (discos internos), no son extraíbles fácilmente. Para intercambiar información con otros equipos (si no están conectados en red) se tienen que utilizar unidades de disco, como los disquetes, los discos ópticos (CD, DVD), los discos magneto-ópticos, memorias USB o las memorias flash, entre otros.

El disco duro almacena casi toda la información que manejamos al trabajar con una computadora. En él se aloja, por ejemplo, el sistema operativo que permite arrancar la máquina, los programas, archivos de texto, imagen, vídeo, etc. Dicha unidad puede ser interna (fija) o externa (portátil), dependiendo del lugar que ocupe en el gabinete o caja de computadora.

Un disco duro está formado por varios discos apilados sobre los que se mueve una pequeña cabeza magnética que graba y lee la información.

Este componente, al contrario que el micro o los módulos de memoria, no se pincha directamente en la placa, sino que se conecta a ella mediante un cable. También va conectado a la fuente de alimentación, pues, como cualquier otro componente, necesita energía para funcionar.

Además, una sola placa puede tener varios discos duros conectados.

Las características principales de un disco duro son:

- Capacidad: Se mide en gigabytes (GB). Es el espacio disponible para almacenar secuencias de 1 byte. La capacidad aumenta constantemente desde cientos de MB, decenas de GB, cientos de GB y hasta TB.
- Velocidad de giro: Se mide en revoluciones por minuto (RPM). Cuanto más rápido gire el disco, más rápido podrá acceder a la información la cabeza lectora. Los discos actuales

giran desde las 4,200 a 15,000 RPM, dependiendo del tipo de ordenador al que estén destinadas.

- Capacidad de transmisión de datos: De poco servirá un disco duro de gran capacidad si transmite los datos lentamente. Los discos actuales pueden alcanzar transferencias de datos de 3 GB por segundo.

También existen discos duros externos que permiten almacenar grandes cantidades de información. Son muy útiles para intercambiar información entre dos equipos. Normalmente se conectan al PC mediante un conector USB.

Cuando el disco duro está leyendo, se enciende en la carcasa un LED (de color rojo, verde u otro) esta característica del encendido de un LED se da en la mayoría de las computadoras hoy en día. Esto es útil para saber, por ejemplo, si la máquina ha acabado de realizar una tarea o si aún está procesando datos.



**FIGURA 2.3.- DISCO DURO**

### 2.2.3.- Dispositivos de Entrada

Son los que envían información a la unidad de procesamiento, en código binario. Dispositivos de entrada:

Teclado: Un teclado se compone de una serie de teclas agrupadas en funciones que podremos describir:

- Teclado alfanumérico: es un conjunto de 62 teclas entre las que se encuentran las letras, números, símbolos ortográficos, Enter, alt...etc.
- Teclado de Función: es un conjunto de 13 teclas entre las que se encuentran el ESC, tan utilizado en sistemas informáticos, más 12 teclas de función. Estas teclas suelen ser configurables pero por ejemplo existe un convenio para asignar la ayuda a F1.
- Teclado Numérico: se suele encontrar a la derecha del teclado alfanumérico y consta de los números así como de un Enter y los operadores numéricos de suma y resta.
- Teclado Especial: son las flechas de dirección y un conjunto de 9 teclas agrupadas en 2 grupos; uno de 6 (Inicio y fin entre otras) y otro de 3 con la tecla de impresión de pantalla entre ellas.

En este apartado es conveniente distinguir entre dos tipos de teclado:

- De Membrana: Fueron los primeros que salieron y como su propio nombre indica presentan una membrana entre la tecla y el circuito que hace que la pulsación sea un poco más dura.
- Mecánico: Estos nuevos teclados presentan otro sistema que hace que la pulsación sea menos traumática y más suave para el usuario.
- Mouse: A este periférico se le llamó así por su parecido con este roedor. Suelen estar constituidos por una caja con una forma más o menos anatómica en la que se encuentran dos botones que harán los famosos clicks de ratón siendo transmitidos por el cable al puerto *PS/2* o al puerto de serie COM1. Dentro de esta caja se encuentra una bola que sobresale de la caja a la que se pegan 4 rodillos ortogonalmente dispuestos que serán los que definan la dirección de movimiento del ratón. El ratón se mueve por una alfombrilla ocasionando el movimiento de la bola que a su vez origina el movimiento de uno o varios de estos rodillos que se transforma en señales eléctricas y producen el efecto de desplazamiento del ratón por la pantalla del ordenador.

Existen modelos modernos en los que la transmisión se hace por infrarrojos eliminando por tanto la necesidad de cableado. Otros presentan la bola en la parte superior de la caja no estando por tanto en contacto con la alfombrilla y teniendo que ser movida por los dedos del usuario aunque se origina el mismo efecto.

- **Micrófono:** Periférico por el cual transmite sonidos que el ordenador capta y los reproduce, los salva, etc. Se conecta a la tarjeta de sonido.
- **Escáner:** Es un dispositivo utiliza un haz luminoso para detectar los patrones de luz y oscuridad (o los colores) de la superficie del papel, convirtiendo la imagen en señales digitales que se pueden manipular por medio de un software de tratamiento de imágenes o con reconocimiento óptico de caracteres. Un tipo de escáner utilizado con frecuencia es el flatbed, que significa que el dispositivo de barrido se desplaza a lo largo de un documento fijo. En este tipo de escáneres, como las fotocopiadoras de oficina, los objetos se colocan boca abajo sobre una superficie lisa de cristal y son barridos por un mecanismo que pasa por debajo de ellos. Otro tipo de escáner flatbed utiliza un elemento de barrido instalado en una carcasa fija encima del documento.
- **Lector de código de barras:** dispositivo que mediante un haz de láser lee dibujos formados por barras y espacios paralelos, que codifica información mediante anchuras relativas de estos elementos. Los códigos de barras representan datos en una forma legible por el ordenador, y son uno de los medios más eficientes para la captación automática de datos.
- **Cámara digital:** Cámara que se conecta al ordenador y le transmite las imágenes que capta, pudiendo ser modificada y retocada, o volverla a tomar en caso de que este mal. Puede haber varios tipos:
  - **Cámara de fotos digital:** Toma fotos con calidad digital, casi todas incorporan una pantalla LCD (Liquid Cristal Display) donde se puede visualizar la imagen obtenida. Tiene una pequeña memoria donde almacena fotos para después transmitir las a un ordenador.
  - **Cámara de video:** Graba videos como si de una cámara normal se tratara, pero las ventajas que ofrece en estar en formato digital, que es mucho mejor la imagen, tiene una pantalla LCD por la que ves simultáneamente la imagen mientras grabas. Se conecta al PC y este recoge el video que has grabado, para poder retocarlo posteriormente con el software adecuado.
- **Webcam:** Es una cámara de pequeñas dimensiones. Sólo es la cámara, no tiene LCD. Tiene que estar conectada al PC para poder funcionar, y esta transmite las imágenes al ordenador. Su uso es generalmente para videoconferencias por internet, pero mediante el

software adecuado, se pueden grabar videos como una cámara normal y tomar fotos estáticas.



Escáner



Cámara de video



Teclado



Ratón o Mouse

**FIGURA 2.4.- DISPOSITIVOS DE ENTRADA.**

## 2.2.4.- Dispositivos de Salida

Son los dispositivos que reciben información que es procesada por la CPU y la reproducen para que sea perceptible para la persona.

Dispositivos de salida (entre otros):

- **Monitor:** es la pantalla en la que se ve la información suministrada por el ordenador. En el caso más habitual se trata de un aparato basado en un tubo de rayos catódicos (CRT) como el de los televisores, mientras que en los portátiles es una pantalla plana de cristal líquido (LCD).

Puntos a tratar en un monitor:

- **Resolución:** Se trata del número de puntos que puede representar el monitor por pantalla, en horizontal x vertical. Así, un monitor cuya resolución máxima sea 1024x 768 puntos puede representar hasta 768 líneas horizontales de 1024 puntos cada una, probablemente además de otras resoluciones inferiores, como 640x480 u 800x600.
- **Refresco de Pantalla:** Se puede comparar al número de fotogramas por segundo de una película de cine, por lo que deberá ser lo mayor posible. Se mide en Hz y debe estar por encima de los 60 Hz, preferiblemente 70 u 80. A partir de esta cifra, la imagen en la pantalla es sumamente estable, sin parpadeos apreciables, con lo que la vista sufre mucho menos.
- **Tamaño de punto (DOT PITCH):** Es un parámetro que mide la nitidez de la imagen, midiendo la distancia entre dos puntos del mismo color; resulta fundamental a grandes resoluciones. En ocasiones es diferente en vertical que en horizontal, o se trata de un valor medio, dependiendo de la disposición particular de los puntos de color en la pantalla, así como del tipo de rejilla empleada para dirigir los haces de electrones.

Lo mínimo, exigible en este momento es que sea de 0.25 mm, no debiéndose admitir nada superior como no sea en monitores de gran formato para presentaciones, donde la resolución no es tan importante como el tamaño de la imagen.

- **Controles y conexiones:** Aunque se va cada vez más el uso de monitores con controles digitales, en principio no debe ser algo determinante a la hora de elegir un monitor, si bien se tiende a que los monitores con dichos controles sean los más avanzados de la gama.

- Multimedia: Algunos monitores llevan acoplados altavoces, e incluso micrófono y/o cámaras de video. Esto resulta interesante cuando se trata de un monitor de 15" ó 17" cuyo uso vaya a ser doméstico, para juegos o videoconferencias.
- Pantalla táctil: véase en dispositivos de entrada.
- Impresoras: Dispositivo que sirve para captar la información que le envía la CPU y imprimirla en papel, plástico, etc. Hay varios tipos:
- Matriciales: Ofrecen mayor rapidez pero una calidad muy baja.
- Inyección: La tecnología de inyección a tinta es la que ha alcanzado un mayor éxito en las impresoras de uso doméstico o para pequeñas empresas, gracias a su relativa velocidad, calidad y sobre todo precio reducidos, que suele ser la décima parte de una impresora de las mismas características. Claro está que hay razones de peso que justifican éstas características, pero para imprimir algunas cartas, facturas y pequeños trabajos, el rendimiento es similar y el coste muy inferior.

En cualquier caso los equipos basados en Dolby Digital son muy escasos por el momento y debemos recurrir a equipos grandes si deseamos una calidad de sonido suficiente y por tanto será inevitable gastar una cantidad de dinero bastante importante.

- Auriculares: son dispositivos colocados en el oído para poder escuchar los sonidos que la tarjeta de sonido envía. Presentan la ventaja de que no pueden ser escuchados por otra persona, solo la que los utiliza.
- Fax: Dispositivo mediante el cual se imprime una copia de otro impreso, transmitida o bien, vía teléfono, o bien desde el propio fax. Se utiliza para ello un rollo de papel que cuando acaba la impresión se corta



FIGURA 2.5.- DISPOSITIVOS DE SALIDA

### 2.2.5.- Dispositivos de Entrada Salida

En computación, entrada/salida, también abreviado E/S o I/O (input/output), es la colección de interfaces que usan las distintas unidades funcionales (subsistemas) de un sistema de procesamiento de información para comunicarse unas con otras, o las señales (información) enviadas a través de esas interfaces. Las entradas son las señales recibidas por la unidad, mientras que las salidas son las señales enviadas por ésta.

El término puede ser usado para describir una acción; "realizar una entrada/salida" se refiere a ejecutar una operación de entrada o de salida. Los dispositivos de E/S los usa una persona u otro sistema para comunicarse con una computadora. De hecho, a los teclados y ratones se los considera dispositivos de entrada de una computadora, mientras que los monitores e impresoras son vistos como dispositivos de salida de una computadora. Los dispositivos típicos para la comunicación entre computadoras realizan las dos operaciones, tanto entrada como salida, y entre otros se encuentran los módems y tarjetas de red.

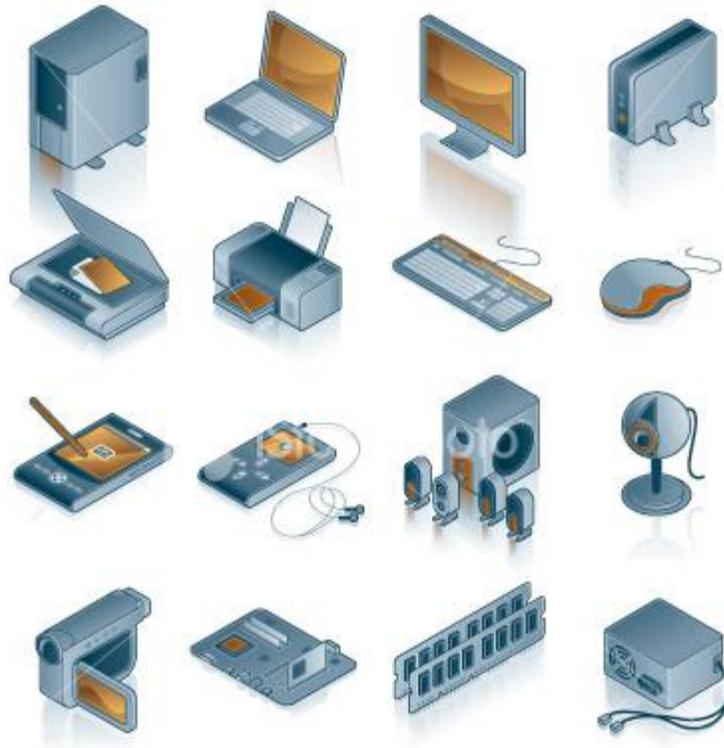
Es importante notar que la designación de un dispositivo, sea de entrada o de salida, cambia al cambiar la perspectiva desde el que se lo ve. Los teclados y ratones toman como entrada el movimiento físico que el usuario produce como salida y lo convierten a una señal eléctrica que la computadora pueda entender. La salida de estos dispositivos es una entrada para la computadora. De manera análoga, los monitores e impresoras toman como entrada las señales que la computadora produce como salida. Luego, convierten esas señales en representaciones inteligibles que puedan ser interpretadas por el usuario. La interpretación será, por ejemplo, por medio de la vista, que funciona como entrada.

En arquitectura de computadoras, a la combinación de una unidad central de procesamiento (CPU) y memoria principal (aquella que la CPU puede escribir o leer directamente mediante instrucciones individuales) se la considera el corazón de la computadora y cualquier movimiento de información desde o hacia ese conjunto se lo considera entrada/salida. La CPU y

su circuitería complementaria proveen métodos de entrada/salida que se usan en programación de bajo nivel para la implementación de controladores de dispositivos.

Los sistemas operativos y lenguajes de programación de más alto nivel brindan conceptos y primitivas de entrada/salida distintos y más abstractos. Por ejemplo, un sistema operativo brinda aplicativos que manejan el concepto de archivos. El lenguaje de programación C define funciones que les permiten a sus programas realizar E/S a través de streams, es decir, les permiten leer datos desde y escribir datos hacia sus programas.

Una alternativa para las funciones primitivas especiales es la mónada de E/S, que permite que los programas describan su E/S y que las acciones se lleven a cabo fuera del programa. Esto resulta interesante, pues las funciones de E/S introducirían un efecto colateral para cualquier lenguaje de programación, pero ahora una programación puramente funcional resultaría práctica.



**FIGURA 2.6.- DISPOSITIVOS DE ENTRADA Y SALIDA**

### 2.3.- USB

El Universal Serial Bus es una conexión estándar industrial desarrollado en los años 1990 que define los cables, conectores y protocolos usados en un bus para conectar, comunicar y proveer de alimentación eléctrica entre ordenadores y periféricos y dispositivos electrónicos. La iniciativa del desarrollo partió de Intel que creó el USB Implementers Forum junto con IBM, Northern Telecom, Compaq, Microsoft, Digital Equipment Corporation y NEC.



FIGURA 2.7.- SÍMBOLO USB

La función de la Conexión USB tiene la finalidad de eliminar la necesidad de acondicionar sistemas electrónicos diferentes para realizar la comunicación entre la Lap-Top y La Plataforma Arduino.

La Conexión PLUG-AND-PLAY permite a estos dispositivos ser conectados o desconectados al Sistema sin la necesidad de reiniciar. De tal forma, en aplicaciones donde se necesita ancho de banda para grandes transferencias de datos, o si se necesita una latencia baja, los buses PCI o PCIE salen ganando.

El USB fue diseñado para estandarizar la conexión de periféricos, como mouse, teclados, joysticks, escáneres, cámaras digitales, teléfonos móviles, reproductores multimedia, impresoras, dispositivos multifuncionales, sistemas de adquisición de datos, módems, tarjetas de red, tarjetas de sonido, tarjetas sintonizadoras de televisión y grabadora de DVD externa, discos duros externos y disquetera externas.

El éxito de la industrialización del USB ha sido un éxito total, habiendo desplazado a conectores como el puerto serie, puerto paralelo, puerto de juegos, Apple Desktop Bus o PS/2 a la

consideración de dispositivos obsoletos a eliminar los modernos ordenadores, pues muchos de ellos pueden sustituirse por dispositivos USB que implementen esos conectores.

Su campo de aplicación se extiende en la actualidad a cualquier dispositivo electrónico o con componentes, desde los automóviles (las radios de automóvil modernas van convirtiéndose en reproductores multimedia con conector USB o iPod) a los reproductores de Blu-ray Disc o los modernos juguetes como Pleo. Se han implementado variaciones para su uso industrial e incluso militar. Pero en donde más se nota su influencia es en los smartphones (Europa ha creado una norma por la que todos los móviles deberán venir con un cargador microUSB), tabletas, PDAs y videoconsolas, donde ha reemplazado a conectores propietarios casi por completo.

Desde 2008, aproximadamente 6 millones de dispositivos se encuentran actualmente en el mercado global, y alrededor de 2 millones se venden cada año.

Algunos dispositivos requieren una potencia mínima, así que se pueden conectar varios sin necesitar fuentes de alimentación extra. Para ello existen concentradores (llamados USB hubs) que incluyen fuentes de alimentación para aportar energía a los dispositivos conectados a ellos, pero algunos dispositivos consumen tanta energía que necesitan su propia fuente de alimentación. Los concentradores con fuente de alimentación pueden proporcionarle corriente eléctrica a otros dispositivos sin quitarle corriente al resto de la conexión (dentro de ciertos límites).

En el caso de los discos duros, sólo una selecta minoría implementa directamente la interfaz USB como conexión nativa, siendo los discos externos mayoritariamente IDE o Serial ATA con un adaptador en su interior. Incluso existen cajas externas y *cunas* que implementan conectores eSATA y USB, incluso USB 3.0. Estas y las mixtas USB/FireWire han expulsado del mercado de discos externos a SCSI y las conexiones por puerto paralelo.

### 2.3.1.- Estándares de Conexión USB.

A partir de 1995, el estándar USB se ha desarrollado para la conexión de una amplia gama de dispositivos.

El estándar **USB 1.0** ofrece dos modos de comunicación:

- 12 Mb/s en modo de alta velocidad,
- 1,5 Mb/s de baja velocidad.

El estándar **USB 1.1** brinda varias aclaraciones para los fabricantes de dispositivos USB, pero no cambia los rasgos de velocidad. Los dispositivos certificados por el estándar USB 1.1

El estándar **USB 2.0** permite alcanzar velocidades de hasta 480 Mbit/s. Los dispositivos certificados por el estándar USB 2.0

Si no lleva ningún logotipo, la mejor manera de determinar si un dispositivo es de USB de alta o baja velocidad es consultar la documentación del producto, siempre y cuando los conectores sean los mismos.

La compatibilidad entre USB 1.0, 1.1 y 2.0 está garantizada. Sin embargo, el uso de un dispositivo USB 2.0 en un puerto USB de baja velocidad (es decir 1.0 ó 1.1) limitará la velocidad a un máximo de 12 Mbit/s. Además, es probable que el sistema operativo muestre un mensaje que indique que la velocidad será restringida.



FIGURA 2.8.- LOGOTIPO DE LOS ESTÁNDARES DE CONEXIÓN.

### 2.3.2.- Tipos de Conectores USB

Existen dos tipos de conectores USB:

- Los conectores conocidos como **tipo A**, cuya forma es rectangular y se utilizan, generalmente, para dispositivos que no requieren demasiado ancho de banda (como el teclado, el ratón, las cámaras Web, etc.);
- Los conectores conocidos como **tipo B** poseen una forma cuadrada y se utilizan principalmente para dispositivos de alta velocidad (discos duros externos, etc.).

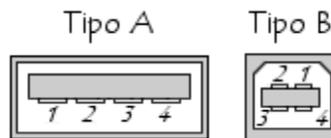


FIGURA 2.9.- CONECTORES

1. Fuente de alimentación de +5 V (*VBUS*) máximo 100 mA
2. Datos (*D-*)
3. Datos (*D+*)
4. Conexión a tierra (*GND*)

### 2.3.3.-Funcionamiento del USB

Una característica de la arquitectura USB es que puede proporcionar fuente de alimentación a los dispositivos con los que se conecta, con un límite máximo de 15 V por dispositivo. Para poder hacerlo, utiliza un cable que consta de cuatro hilos (la conexión a tierra *GND*, la alimentación del *BUS* y dos hilos de datos llamados *D-* y *D+*).

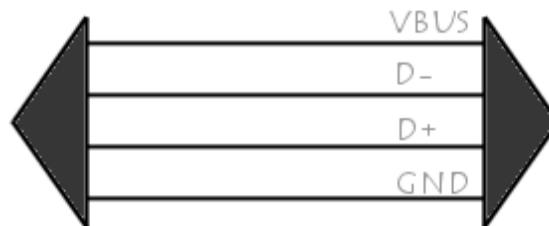
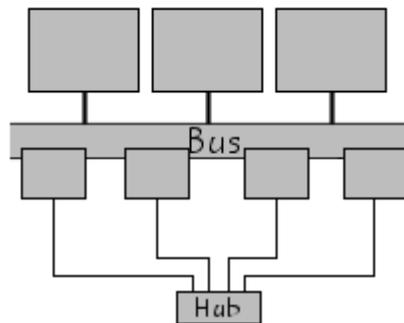


FIGURA 2.10.- DIAGRAMA INTERNO DE LA CONEXIÓN USB

El estándar USB permite que los dispositivos se encadenen mediante el uso de una topología en bus o de estrella. Por lo tanto, los dispositivos pueden conectarse entre ellos tanto en forma de cadena como en forma ramificada.

La ramificación se realiza mediante el uso de cajas llamadas "**concentradores**" que constan de una sola entrada y varias salidas. Algunos son activos (es decir, suministran energía) y otros pasivos (la energía es suministrada por el ordenador).



**FIGURA 2.11.- BUS Y HUB**

La comunicación entre el host (equipo) y los dispositivos se lleva a cabo según un protocolo (lenguaje de comunicación) basado en el principio de red en anillo. Esto significa que el ancho de banda se comparte temporalmente entre todos los dispositivos conectados. El host (equipo) emite una señal para comenzar la secuencia cada un milisegundo (ms), el intervalo de tiempo durante el cual le ofrecerá simultáneamente a cada dispositivo la oportunidad de "hablar". Cuando el host desea comunicarse con un dispositivo, transmite una red (un paquete de datos que contiene la dirección del dispositivo cifrada en 7 bits) que designa un dispositivo, de manera tal que es el host el que decide "hablar" con los dispositivos. Si el dispositivo reconoce su dirección en la red, envía un paquete de datos (entre 8 y 255 bytes) como respuesta. De lo contrario, le pasa el paquete a los otros dispositivos conectados. Los datos que se intercambian de esta manera están cifrados conforme a la codificación NRZI.

Como la dirección está cifrada en 7 bits, 128 dispositivos pueden estar conectados simultáneamente a un puerto de este tipo. En realidad, es recomendable reducir esta cantidad a 127 porque la dirección 0 es una dirección reservada.

Debido a la longitud máxima de 5 metros del cable entre los dos dispositivos y a la cantidad máxima de 5 concentradores (a los que se les suministra energía), es posible crear una cadena de 25 metros de longitud.

### 2.3.4.- Wireless USB

Wireless USB (normalmente abreviado W-USB o WUSB) es un protocolo de comunicación inalámbrica por radio con gran ancho de banda que combina la sencillez de uso de USB con la versatilidad de las redes inalámbricas. Utiliza como base de radio la plataforma Ultra-WideBand desarrollada por WiMedia Alliance, que puede lograr tasas de transmisión de hasta 480 Mbps (igual que USB 2.0) en rangos de tres metros y 110 Mbps en rangos de diez metros y opera en los rangos de frecuencia de 3,1 a 10,6 GHz. Actualmente se está en plena transición y aún no existen muchos dispositivos que incorporen este protocolo, tanto clientes como anfitriones. Mientras dure este proceso, mediante los adaptadores y/o cables adecuados se puede convertir un equipo WUSB en uno USB y viceversa.



FIGURA 2.12.- USB WIRELESS

## 2.4.- PLATAFORMA ARDUINO

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida. Los microcontroladores más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, ATmega8 por su sencillez y bajo costo que permiten el desarrollo de múltiples diseños. Por otro lado el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación Processing/Wiring y el cargador de arranque (*boot loader*) que corre en la placa.

Arduino se puede utilizar para desarrollar objetos interactivos autónomos o puede ser conectado a software del ordenador (por ejemplo: Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data). Las placas se pueden montar a mano o adquirirse. El entorno de desarrollo integrado libre se puede descargar gratuitamente.

Al ser open-hardware, tanto su diseño como su distribución es libre. Es decir, puede utilizarse libremente para el desarrollo de cualquier tipo de proyecto sin haber adquirido ninguna licencia.

### 2.4.1.- Puertos de Entrada y Salida de Arduino.

Consta de 14 entradas digitales configurables entrada y/o salidas que operan a 5 voltios. Cada pin puede proporcionar o recibir como máximo 40 mA. Los pines 3, 5, 6, 8, 10 y 11 pueden proporcionar una salida PWM (Pulse Width Modulation). Si se conecta cualquier cosa a los pines 0 y 1, eso interferirá con la comunicación USB.

## 2.4.2.- Esquema, Pines de Arduino y Especificaciones.

Los siguientes puntos hacen referencia a las características principales como: Voltaje de Operación, Intensidad de Operación y Pines de entrada y Salida.

- Pin de referencia analógica (naranja)
- Señal de tierra digital (verde claro)
- Pines digitales 2-13 (verde)
- Pines digitales 0-1 / entrada y salida del puerto serie: TX/RX (azul) (estándar de comunicación serie IC2)
- Botón de reset (negro)
- Entrada del circuito del programador serie (marrón)
- Pines de entrada analógica 0-5 (azul oscuro)
- Pines de alimentación y tierra (naranja y naranja claro)
- Entrada de la fuente de alimentación externa (9-12V DC) – X1 (gris)
- Conmutación entre fuente de alimentación externa o alimentación a través del puerto USB – SV1
- Puerto USB (rojo).

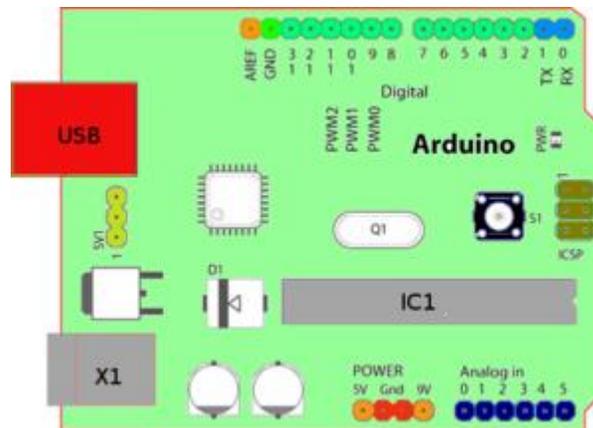


FIGURA 2.13.- ESQUEMA DE LAS SECCIONES DE ARDUINO

## Especificaciones

Los micro controladores Arduino están basados en Atmega168, Atmega 328 y Atmega1280 estos micro controladores se encuentran en diferentes placas de cómo: Arduino 1, Arduino 1.01, Arduino nano y Arduino 2009 en la Tabla 2.1 observamos las características principales como Voltaje de Operación e Intensidad de Corriente.

**TABLA 2.1.- ESPECIFICACIONES DE EN ATMEGA168, ATMEGA 328 Y ATMEGA1280**

	<b>Atmega168</b>	<b>Atmega328</b>	<b>Atmega1280</b>
Voltaje operativo	5 V	5 V	5 V
Voltaje de entrada recomendado	7-12 V	7-12 V	7-12 V
Voltaje de entrada límite	6-20 V	6-20 V	6-20 V
Pines de entrada y salida digital	14 (6 proporcionan PWM)	14 (6 proporcionan PWM)	54 (14 proporcionan PWM)
Pines de entrada analógica	6	6	16
Intensidad de corriente	40 mA	40 Ma	40 mA
Memoria Flash	16KB (2KB reservados para el bootloader)	32KB (2KB reservados para el bootloader)	128KB (4KB reservados para el bootloader)
SRAM	1 KB	2 KB	8 KB
EEPROM	512 bytes	1 KB	4 KB
Frecuencia de reloj	16 MHz	16 MHz	16 MHz

### 2.4.3.-Lenguaje de Programación

La plataforma Arduino se programa mediante el uso de un lenguaje propio basado en el popular lenguaje de programación de alto nivel Processing. Sin embargo, es posible utilizar otros lenguajes de programación y aplicaciones populares en Arduino. Algunos ejemplos son:

- Java
- Flash (mediante ActionScript)
- Processing
- Pure Data
- Adobe Director
- Python
- Ruby
- C
- C++
- C#
- Cocoa/Objective-C
- Linux TTY
- 3DVIA Virtools
- Instant Reality
- Liberlab
- BlitzMax
- Squeak
- Mathematica
- Matlab
- Perl
- Visual Basic .NET
- VBScript
- Gambas

Esto es posible debido a que Arduino se comunica mediante la transmisión de datos en formato serie que es algo que la mayoría de los lenguajes anteriormente citados soportan. Para los que no soportan el formato serie de forma nativa, es posible utilizar software intermediario que traduzca los mensajes enviados por ambas partes para permitir una comunicación fluida. Es bastante interesante tener la posibilidad de interactuar Arduino mediante esta gran variedad de sistemas y lenguajes puesto que dependiendo de cuales sean las necesidades del problema que vamos a resolver podremos aprovecharnos de la gran compatibilidad de comunicación que ofrece.

## 2.5.- FUNCIONES BASICAS

En cuanto a las funciones básicas del lenguaje nos encontramos con las siguientes:

### E/S DIGITAL

- pinMode(pin, modo)
- digitalWrite(pin, valor)
- int digitalRead(pin)

### E/S ANALÓGICA

- analogReference(tipo)
- int analogRead(pin)
- analogWrite(pin, valor)

### E/S AVANZADA

- shiftOut(dataPin, clockPin, bitOrder, valor)
- unsigned long pulseIn(pin, valor)

### TIEMPO

- unsigned long millis()
- unsigned long micros()
- delay(ms)
- delayMicroseconds(microsegundos)

### MATEMÁTICAS

- min(x, y), max(x, y), abs(x), constrain(x, a, b), map(valor, fromLow, fromHigh, toLow, toHigh), pow(base, exponente), sqrt(x)

### TRIGONOMETRÍA

- sin(rad), cos(rad), tan(rad)

### NÚMEROS ALEATORIOS

- randomSeed(semilla), long random(máx), long random(mín, máx)

### BITS Y BYTES

- lowByte(), highByte(), bitRead(), bitWrite(), bitSet(), bitClear(), bit()

## INTERRUPCIONES EXTERNAS

- `attachInterrupt(interruptión, función, modo)`
- `detachInterrupt(interruptión)`

## INTERRUPCIONES

- `interrupts(), noInterrupts()`

## COMUNICACIÓN POR PUERTO SERIE

Las funciones de manejo del puerto serie deben ir precedidas de "Serial." aunque no necesitan ninguna declaración en la cabecera del programa. Por esto se consideran funciones base del lenguaje.

- `begin(), available(), read(), flush(), print(), println(), write()`

## 2.6.- BIBLIOTECAS DE ARDUINO

Para hacer uso de una biblioteca en Sketch (el IDE de Arduino), basta con hacer clic sobre "Import Library" en el menú, escoger una biblioteca y se añadirá el `#include` correspondiente. Las bibliotecas estándar que ofrece Arduino son las siguientes:

### SERIAL

Lectura y escritura por el puerto serie.

### EEPROM

Lectura y escritura en el almacenamiento permanente.

- `read(), write()`

## ETHERNET

Conexión a Internet mediante “Arduino Ethernet Shield“. Puede funcionar como servidor que acepta peticiones remotas o como cliente. Se permiten hasta cuatro conexiones simultaneas.

- Servidor: `Server()`, `begin()`, `available()`, `write()`, `print()`, `println()`
- Cliente: `Client()`, `connected()`, `connect()`, `write()`, `print()`, `println()`, `available()`, `read()`, `flush()`, `stop()`

## FIRMATA

Comunicación con aplicaciones de ordenador utilizando el protocolo estándar del puerto serie.

## LIQUIDCRYSTAL

Control de LCDs con chipset Hitachi HD44780 o compatibles. La biblioteca soporta los modos de 4 y 8 bits.

## SERVO

Control de servo motores. A partir de la versión 0017 de Arduino la biblioteca soporta hasta 12 motores en la mayoría de placas Arduino y 48 en la Arduino Mega.

- `attach()`, `write()`, `writeMicroseconds()`, `read()`, `attached()`, `detach()`

El manejo de la biblioteca es bastante sencillo. Mediante `attach` (número de pin) añadimos un servo y mediante `write` podemos indicar los grados que queremos que tenga el motor (habitualmente de 0 a 180).

## SOFTWARE SERIAL

Comunicación serie en pines digitales. Por defecto Arduino incluye comunicación sólo en los pines 0 y 1 pero gracias a esta biblioteca podemos realizar esta comunicación con el resto de pines.

## STEPPER

Control de motores pasó a paso unipolares o bipolares.

- `Stepper(steps, pin1, pin2)`, `Stepper(steps, pin1, pin2, pin3, pin4)`, `setSpeed(rpm)`, `step(steps)`

El manejo es sencillo. Basta con iniciar el motor mediante `Stepper` indicando los pasos que tiene y los pines a los que esta asociado. Se indica la velocidad a la que queremos que gire en revoluciones por minuto con `setSpeed(rpm)` y se indican los pasos que queremos que avance con `step(pasos)`.

## WIRE

Envío y recepción de datos sobre una red de dispositivos o sensores mediante Two Wire Interface (TWI/I2C).

Además las bibliotecas `Matrix` y `Sprite` de `Wiring` son totalmente compatibles con `Arduino` y sirven para manejo de matrices de leds.

## 2.7.- AUTOMATIZACIÓN.

Para mediados del siglo XX, la automatización había existido por muchos años en una escala pequeña, utilizando mecanismos simples para automatizar tareas sencillas de manufactura. Sin embargo el concepto solamente llegó a ser realmente práctico con la adición y evolución de las computadoras digitales, cuya flexibilidad permitió manejar cualquier clase de tarea. Las computadoras digitales con la combinación requerida de velocidad, poder de cómputo, precio y tamaño empezaron a aparecer en la década de 1960s.

Desde entonces las computadoras digitales tomaron el control de la mayoría de las tareas simples, repetitivas, tareas semi especializadas y especializadas, con algunas excepciones notables en la producción e inspección de alimentos. Como un famoso dicho anónimo dice, "para muchas y muy cambiantes tareas, es difícil remplazar al ser humano, quienes son fácilmente vueltos a entrenar dentro de un amplio rango de tareas, más aún, son producidos a bajo costo por personal sin entrenamiento.

Todos los puntos mencionados con anterioridad podemos verlos como elementos generales en la automatización de cualquier sistema.

## 2.8.- MOTORES

Los motores paso a paso son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos.

La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique. Este paso puede variar desde  $90^\circ$  hasta pequeños movimientos de tan solo  $1.8^\circ$ , es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso ( $90^\circ$ ) y 200 para el segundo caso ( $1.8^\circ$ ), para completar un giro completo de  $360^\circ$ .

Estos motores poseen la habilidad de poder quedar enclavados en una posición o bien totalmente libres. Si una o más de sus bobinas está energizada, el motor estará enclavado en la posición correspondiente y por el contrario quedará completamente libre si no circula corriente por ninguna de sus bobinas.

En este capítulo trataremos solamente los motores P-P del tipo de imán permanente, ya que estos son los más usados en robótica.

### 2.8.1.- Principio de Funcionamiento.

Básicamente estos motores están constituidos normalmente por un rotor sobre el que van aplicados distintos imanes permanentes y por un cierto número de bobinas excitadoras bobinadas en su estator.

Las bobinas son parte del estator y el rotor es un imán permanente. Toda la conmutación (o excitación de las bobinas) deber ser externamente manejada por un controlador.

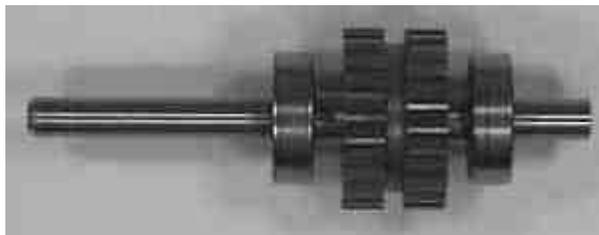


FIGURA 2.14.- ROTOR



FIGURA 2.15.- IMAGEN DE UN ESTATOR DE 4 BOBINAS

Existen dos tipos de motores paso a paso de imán permanente:

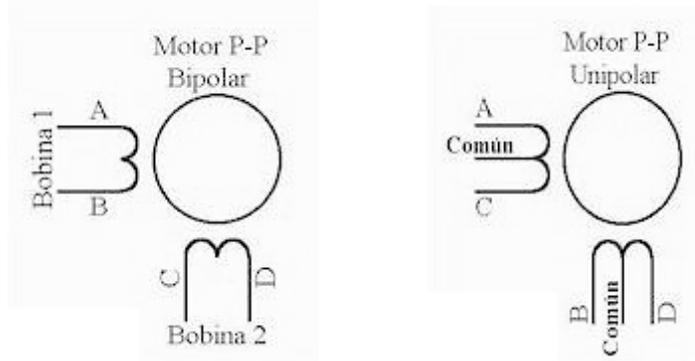


FIGURA 2.16.- ESQUEMA 1 Y 2

### 2.8.2.-Bipolar

Estos tienen generalmente cuatro cables de salida ver esquema 1. Necesitan ciertos trucos para ser controlados, debido a que requieren del cambio de dirección del flujo de corriente a través de las bobinas en la secuencia apropiada para realizar un movimiento. En el esquema 3 podemos apreciar un ejemplo de control de estos motores mediante el uso de un puente en H (H-Bridge). Como se aprecia, será necesario un H-Bridge por cada bobina del motor, es decir que para controlar un motor Paso a Paso de 4 cables (dos bobinas), necesitaremos usar dos H-Bridges iguales al de la esquema 3. El circuito del esquema 3 es a modo ilustrativo y no corresponde con exactitud a un H-Bridge. En general es recomendable el uso de H-Bridge integrados como son los casos del L293 (ver esquema 3 bis).

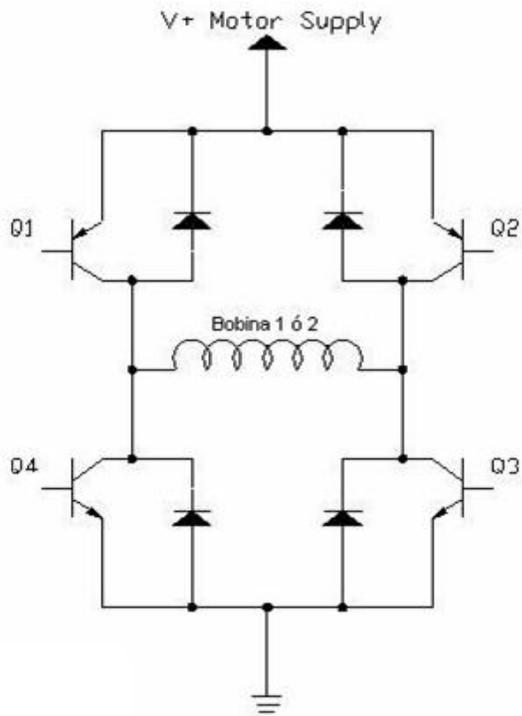


FIGURA 2.17.- ESQUEMA 3

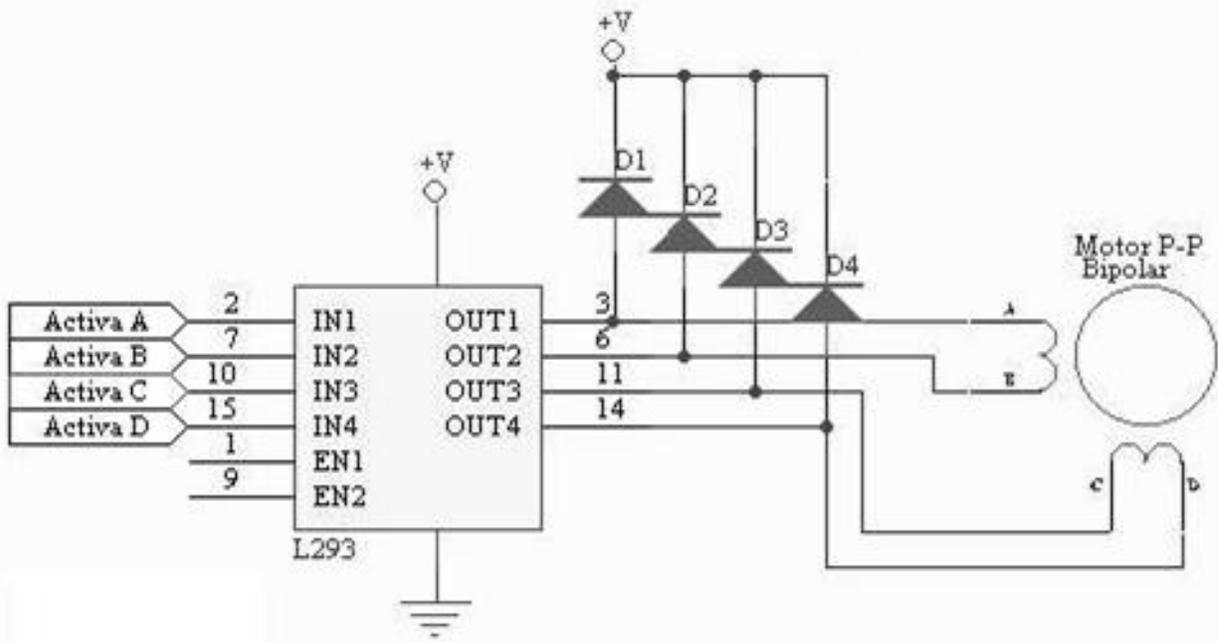


FIGURA 2.18.- ESQUEMA 3 BIS

### 2.8.3.- Unipolar

Estos motores suelen tener 6 o 5 cables de salida, dependiendo de su conexionado interno (ver esquema 2). Este tipo se caracteriza por ser más simple de controlar. En la figura 4 podemos apreciar un ejemplo de conexionado para controlar un motor paso a paso unipolar mediante el uso de un ULN2803, el cual es una arreglo de 8 transistores tipo Darlington capaces de manejar cargas de hasta 500mA. Las entradas de activación (Activa A, B, C y D) pueden ser directamente activadas por un microcontrolador.

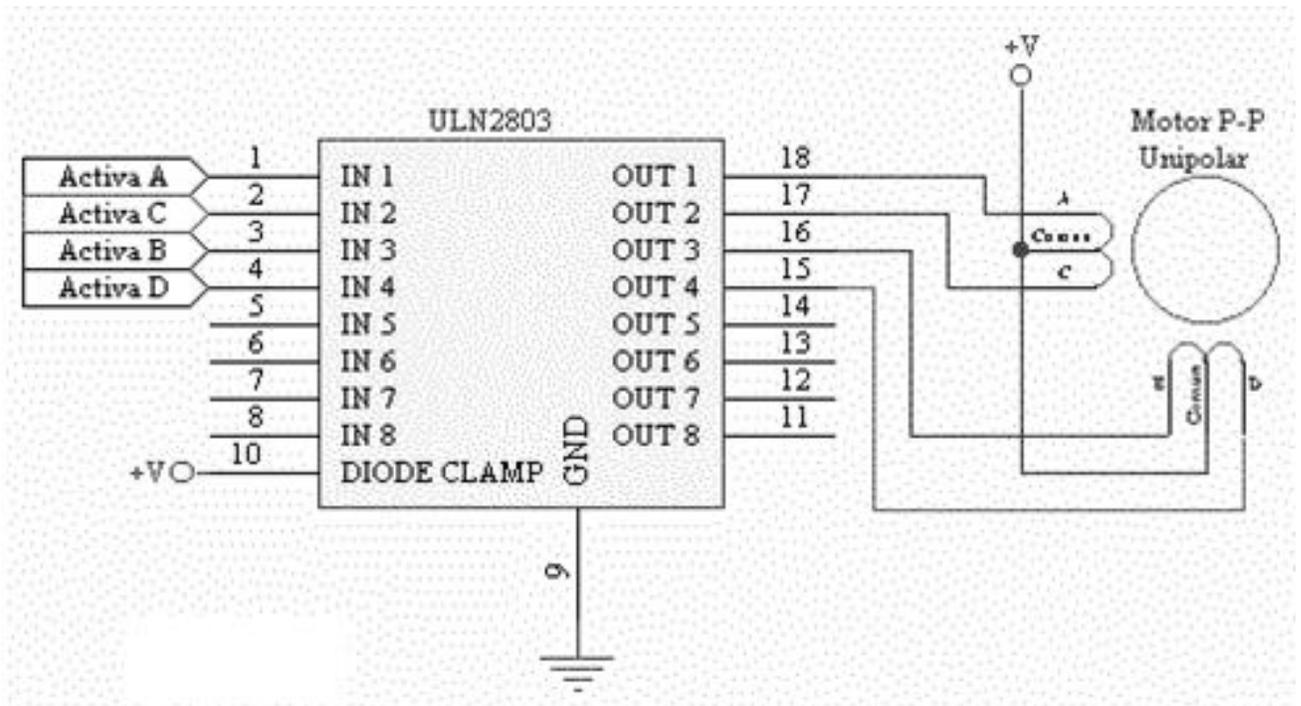


FIGURA 2.19.- ESQUEMA 4

### 2.8.4.- Secuencias para Manejar Motores Paso a Paso Bipolares

Como se dijo anteriormente, estos motores necesitan la inversión de la corriente que circula en sus bobinas en una secuencia determinada. Cada inversión de la polaridad provoca el movimiento del eje en un paso, cuyo sentido de giro está determinado por la secuencia seguida.

A continuación se puede ver la tabla con la secuencia necesaria para controlar motores paso a paso del tipo Bipolares:

**TABLA 2.2.- SECUENCIAS**

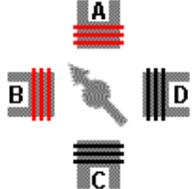
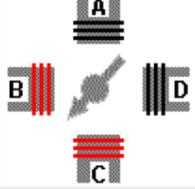
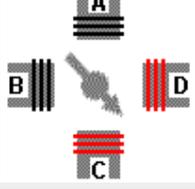
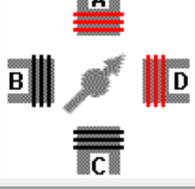
PASO	TERMINALES			
	A	B	C	D
1	+V	-V	+V	-V
2	+V	-V	-V	+V
3	-V	+V	-V	+V
4	-V	+V	+V	-V

### 2.8.5- Secuencias Para Manejar Motores Paso a Paso Unipolares

Existen tres secuencias posibles para este tipo de motores, las cuales se detallan a continuación. Todas las secuencias comienzan nuevamente por el paso 1 una vez alcanzado el paso final (4 u 8). Para revertir el sentido de giro, simplemente se deben ejecutar las secuencias en modo inverso.

**Secuencia Normal:** Esta es la secuencia más usada y la que generalmente recomienda el fabricante. Con esta secuencia el motor avanza un paso por vez y debido a que siempre hay al menos dos bobinas activadas, se obtiene un alto torque de paso y de retención.

**TABLA 2.3.- SECUENCIAL DE UN MOTOR UNIPOLAR**

PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	ON	ON	OFF	OFF	
2	OFF	ON	ON	OFF	
3	OFF	OFF	ON	ON	
4	ON	OFF	OFF	ON	

Secuencia del tipo medio paso: En esta secuencia se activan las bobinas de tal forma de brindar un movimiento igual a la mitad del paso real. Para ello se activan primero 2 bobinas y luego solo 1 y así sucesivamente. Como vemos en la tabla la secuencia completa consta de 8 movimientos en lugar de 4.

**TABLA 2.4.- SECUENCIAL DE UN MOTOR DE MEDIO PASO**

PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	ON	OFF	OFF	OFF	
2	ON	ON	OFF	OFF	
3	OFF	ON	OFF	OFF	
4	OFF	ON	ON	OFF	
5	OFF	OFF	ON	OFF	
6	OFF	OFF	ON	ON	
7	OFF	OFF	OFF	ON	
8	ON	OFF	OFF	ON	

## 2.9.-EASY DRIVER

Easy Driver es una plataforma para motores paso a paso que es compatible con cualquier dispositivo que pueda proporcionar pulsos de 5V. Está basado en el chip A3967 de Allegro y se puede alimentar con una alimentación de entre 7 y 30V y posee un regulador de tensión que permite aislar la parte digital de 5V con la fuente principal.

El manejo del motor se vuelve extremadamente sencillo ya que con sólo dos pines podemos controlar la dirección como el paso.

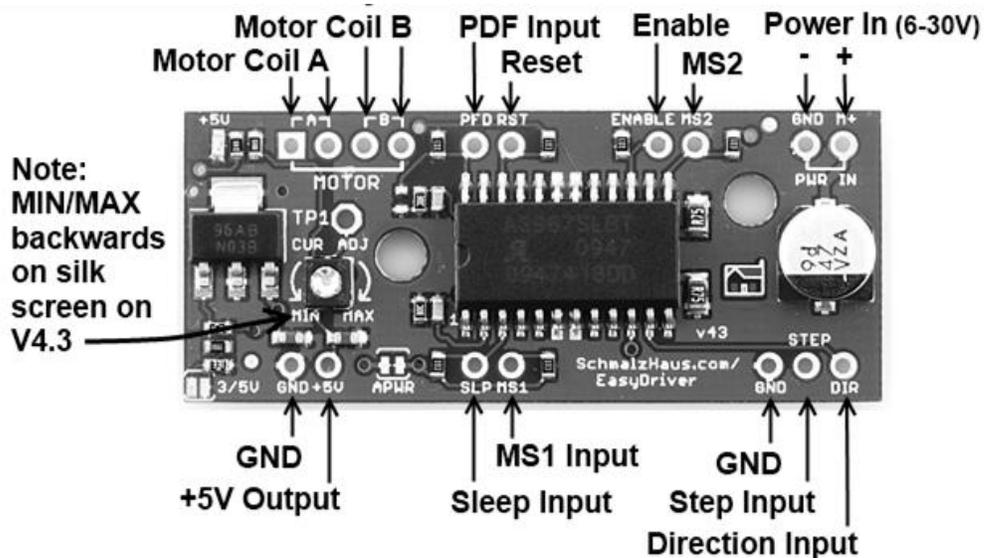


FIGURA 2.20.- EASY DRIVER

### 2.9.1.-Características:

- Chip A3967 configurado para 8 micropasos
- Compatible con motores bipolares de 4, 6, y 8 cables
- Control de corriente ajustable de 150mA/fase a 750mA/fase
- Tensión de alimentación de 7V to 30V. A más voltaje, más torque.

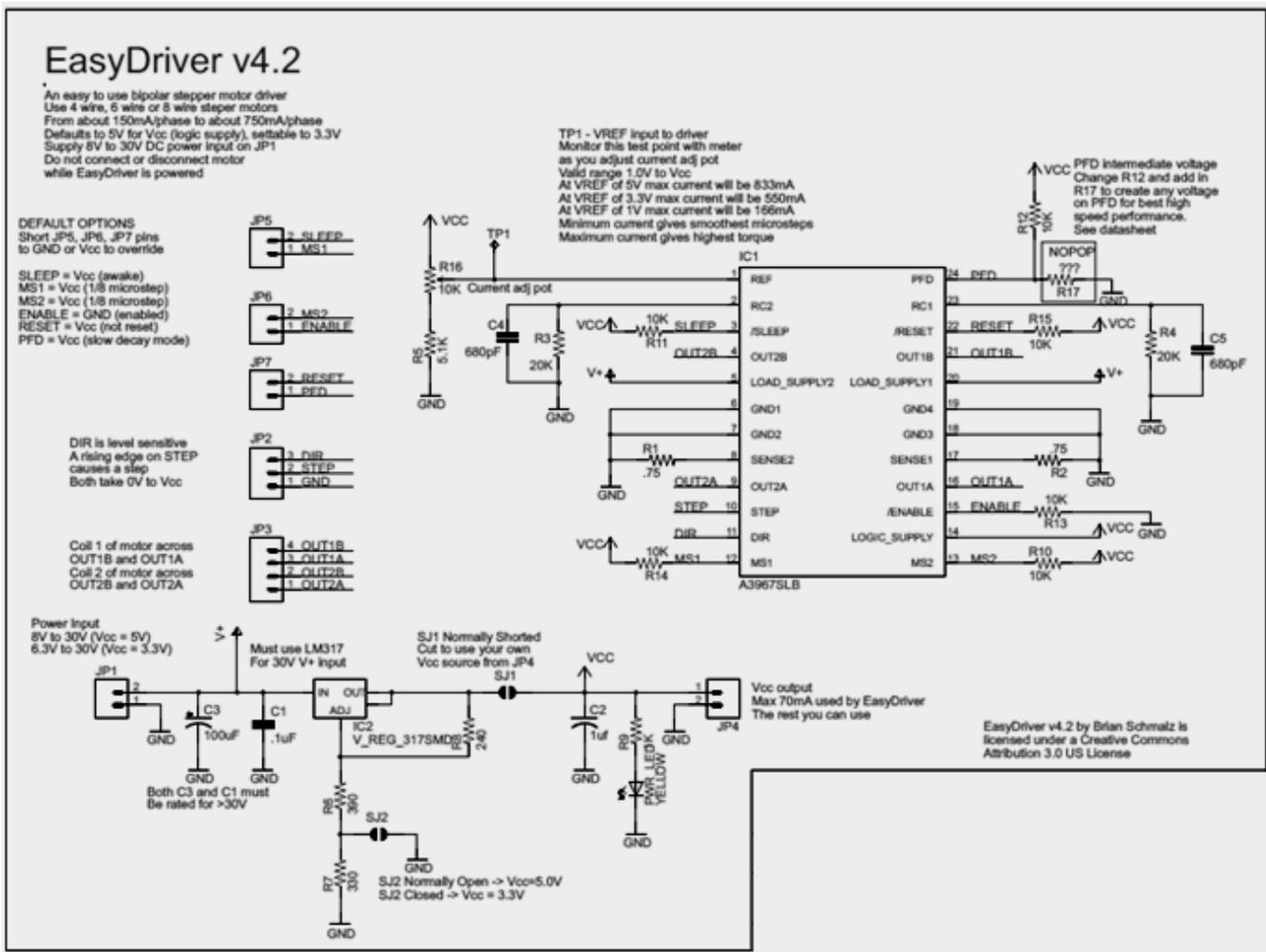


FIGURA 2.21.- DIAGRAMA ELECTRÓNICO DEL EASYDRIVER

## 2.10.- SISTEMAS MECÁNICOS

La humanidad siempre intenta realizar trabajos que sobrepasan su capacidad física o intelectual. Algunos ejemplos de esta actitud de superación pueden ser: mover rocas enormes, elevar coches para repararlos, transportar objetos o personas a grandes distancias, extraer sidra de la manzana, cortar árboles, resolver gran número de problemas en poco tiempo. Para solucionar estos grandes retos se inventaron las *máquinas*: una grúa o una excavadora son máquinas; Todos ellos son máquinas y en común tienen, al menos, una cosa: son inventos humanos cuyo fin es reducir el esfuerzo necesario para realizar un trabajo.

### 2.10.1.- Sistemas Electro-Mecánicos.

Los Sistemas Electro-mecánicos son los encargados de realizar el análisis, diseño, desarrollo, manufactura y mantenimiento de sistemas y dispositivos electromecánicos, y son estos los que combinan partes eléctricas y mecánicas para conformar su mecanismo. Ejemplos de estos dispositivos son los motores eléctricos usados en los aparatos domésticos, tales como: ventiladores, refrigeradores, lavadoras, secadores de cabello, mecanismos de transmisión de potencia y demás, que convierten energía eléctrica en energía mecánica. Los teléfonos transmiten información de un lugar a otro, y convierten la energía mecánica originada por ondas sonoras en señales eléctricas y reconvirtiendo estas señales eléctricas en ondas sonoras para su recepción. La lista de estos aparatos electromecánicos es interminable. Es físicamente imposible agruparlos a todos y analizarlos individualmente.

Todos estos aparatos pueden considerarse formados por partes que son eléctricas y de partes que pueden ser clasificadas como mecánicas. Esta clasificación no implica que las partes eléctricas y mecánicas puedan ser siempre físicamente separadas y operadas independientemente una de otra. La energía es recibida o suministrada por estas partes dependiendo de la naturaleza y aplicación del equipo particular. El proceso de conversión de energía electromecánica también abarca usualmente el almacenamiento y transferencia de energía eléctrica. El estudio de los principios de conversión de energía electromecánica y el

desarrollo de modelos para los componentes de un sistema electromecánico, son el objetivo entre otros de un programa como el de la ingeniería electromecánica.



**FIGURA 2.22.- SISTEMA ELECTRO-MECÁNICO DE UN VEHÍCULO**

Desarrollando el Diagrama a Bloques de Escaneo el cual está basado en la recopilación de información a través de la Antena Yagi y que por medio de un Cable Coaxial viaja la información hacia el Analizador de Espectros donde el Operador en este caso el Ingeniero puede identificar alguna anomalía o interferencia según sea el caso.

## **2.11.- ANTENA YAGI**

La antena Yagi o antena Yagi-Uda 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 al nombre Yagi-Uda). Esta invención de avanzada a las antenas convencionales, produjo que mediante una estructura simple de dipolo, combinado con elementos parásitos, conocidos como reflector y directores, logró construir una antena de muy alto rendimiento.

La invención del Dr. Yagi, no fue usado en Japón en un principio, ya que el diseño original de la antena tenía como objetivo la transmisión inalámbrica de energía. 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

### **2.11.1.- Tensión y Corriente**

Siendo una evolución del dipolo, el punto medio del elemento conductor es un nodo de tensión y un vientre de corriente. Los reflectores y directores, pese a no estar directamente alimentados, también tienen tensiones y corrientes

### **2.11.2.- Diagrama de Emisión**

La antena Yagi puede concebirse como una evolución del dipolo, donde los reflectores reducen la emisión hacia atrás, y donde los directores concentran la emisión hacia adelante.

Dependiendo entre otras cosas de la cantidad de elementos directores, y de la longitud de la antena, es posible llegar a ganancias máximas de por ejemplo 15 dB, lo que equivale a multiplicar la señal por 32.

Como la antena Yagi no crea energía, cuanta más ganancia en una dirección, más estrecho será el haz. Para medir esa apertura, la definimos como el ángulo respecto del eje de la Yagi donde la ganancia cae a la mitad, es decir, pierde 3 dB respecto del eje central.

### 2.11.3.- Polarización

Cuando la antena Yagi es paralela al plano de la tierra, la componente eléctrica de la onda es paralela al plano de la tierra: se dice que tiene polarización horizontal.

Cuando la antena Yagi es perpendicular al plano de la tierra, la componente eléctrica de la onda es perpendicular al plano de la tierra: se dice que tiene polarización vertical.

En HF, y en VHF en clase de emisión banda lateral única se prefiere la polarización horizontal, y en VHF en clase de emisión frecuencia modulada, la polarización vertical.



FIGURA 2.23.- ANTENA YAGI

## 2.12.- CABLE COAXIAL O JUMPER

El cable coaxial fue creado en la década de los 30, y es un cable utilizado para transportar señales eléctricas de alta frecuencia que posee dos conductores concéntricos, uno central, llamado vivo, encargado de llevar la información, y uno exterior, de aspecto tubular, llamado malla o blindaje, que sirve como referencia de tierra y retorno de las corrientes. Entre ambos se encuentra una capa aislante llamada dieléctrico, de cuyas características dependerá principalmente la calidad del cable. Todo el conjunto suele estar protegido por una cubierta aislante.

El conductor central puede estar constituido por un alambre sólido o por varios hilos retorcidos de cobre; mientras que el exterior puede ser una malla trenzada, una lámina enrollada o un tubo corrugado de cobre o aluminio. En este último caso resultará un cable semirrígido.

Debido a la necesidad de manejar frecuencias cada vez más altas y a la digitalización de las transmisiones, en años recientes se ha sustituido paulatinamente el uso del cable coaxial por el de fibra óptica, en particular para distancias superiores a varios kilómetros, porque el ancho de banda de esta última es muy superior.

### 2.12.1.-Estándares

La mayoría de los cables coaxiales tienen una impedancia característica de 50, 52, 75, o 93  $\Omega$ . La industria de RF usa nombres de tipo estándar para cables coaxiales. En las conexiones de televisión (por cable, satélite o antena), los cables RG-6 son los más comúnmente usados para el empleo en el hogar, y la mayoría de conexiones fuera de Europa es por conectores F.

Aquí mostramos unas tablas con las características:

**TABLA 2.5.- DE RG**

Tipo	Impedancia [Ω]	Núcleo	dieléctrico			Diámetro		Trenzado	Velocidad
			tipo	[in]	[mm]	[in]	[mm]		
RG-6/U	75	1.0 mm	Sólido PE	0.185	4.7	0.332	8.4	doble	0.75
RG-6/UQ	75		Sólido PE			0.298	7.62		
RG-8/U	50	2.17 mm	Sólido PE	0.285	7.2	0.405	10.3		
RG-9/U	51		Sólido PE			0.420	10.7		
RG-11/U	75	1.63 mm	Sólido PE	0.285	7.2	0.412	10.5		0.66
RG-58	50	0.9 mm	Sólido PE	0.116	2.9	0.195	5.0	simple	0.66
RG-59	75	0.81 mm	Sólido PE	0.146	3.7	0.242	6.1	simple	0.66
RG-62/U	92		Sólido PE			0.242	6.1	simple	0.84
RG-62A	93		ASP			0.242	6.1	simple	
RG-174/U	50	0.48 mm	Sólido PE	0.100	2.5	0.100	2.55	simple	
RG-178/U	50	7x0.1 mm Ag pltd Cu clad Steel	PTFE	0.033	0.84	0.071	1.8	simple	0.69
RG-179/U	75	7x0.1 mm Ag pltd Cu	PTFE	0.063	1.6	0.098	2.5	simple	0.67
RG-213/U	50	7x0.0296 en Cu	Sólido PE	0.285	7.2	0.405	10.3	simple	0.66
RG-214/U	50	7x0.0296 en	PTFE	0.285	7.2	0.425	10.8	doble	0.66
RG-218	50	0.195 en Cu	Sólido PE	0.660 (0.680?)	16.76 (17.27?)	0.870	22	simple	0.66
RG-223	50	2.74mm	PE Foam	.285	7.24	.405	10.29	doble	
RG-316/U	50	7x0.0067 in	PTFE	0.060	1.5	0.102	2.6	simple	

**TABLA 2.6.- DESIGNACIONES COMERCIALES**

Tipo	Impedancia. [Ω]	Núcleo	dieléctrico			diámetro		Trenzado	Velocidad
			tipo	[in]	[mm]	[in]	[mm]		
H155	50								0.79
H500	50								0.82
LMR-195	50								
LMR-200 HDF-200 CFD-200	50	1.12 mm Cu	PF CF	0.116	2.95	0.195	4.95		0.83
LMR-400 HDF-400 CFD-400	50	2.74 mm Cu y Al	PF CF	0.285	7.24	0.405	10.29		0.85
LMR-600	50	4.47 mm Cu y Al	PF	0.455	11.56	0.590	14.99		0.87
LMR-900	50	6.65 mm BC tubo	PF	0.680	17.27	0.870	22.10		0.87
LMR-1200	50	8.86 mm BC tubo	PF	0.920	23.37	1.200	30.48		0.88
LMR-1700	50	13.39 mm BC tubo	PF	1.350	34.29	1.670	42.42		0.89

### 2.13.- ANALIZADOR DE ESPECTROS MS2711D

Cubriendo los 100 Kilohertz a 3.0 Gigahertz de la gama de frecuencia, el analizador de espectro handheld de MS2711D es la solución probada para los sistemas sin hilos de instalación, provisioning, que mantienen y localizan las averías y las ediciones de interferencia del espectro de la frecuencia del RF. Este analizador de espectro es portable y ofrece un preamplificador estándar incorporado en un acuerdo, el diseño handheld que puede ir “dondequiera, siempre. Ideal para los ambientes y los usos del campo que requieren movilidad, tal como encuestas sobre sitio y prueba en sitio del sistema. El MS2711D se puede pedir con la medida incorporada opcional de la transmisión que agrega capacidad escalar del análisis a partir de 25 Megahertz a 2.5 Gigahertz



FIGURA 2.24.- ANALIZADOR DE ESPECTROS MS2711D



# CAPÍTULO III

## DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN



### 3.1- DIAGRAMA A FLUJO.

En este capítulo se diseñó y se fabricaron los dispositivos electromecánicos y se adecuaron las implementaciones electrónicas al Sistema, para efectuar el proceso se realizó el siguiente diagrama a flujo.



FIGURA 3.1.-DIAGRAMA DE FLUJO CON LAS 5 ETAPAS FUNDAMENTALES

En el Diagrama a Flujos apreciamos 5 etapas fundamentales:

- ETAPA 1 Diseño del Sistema Base de Rotación Programable para Tecnología de GSM y 3G
- ETAPA 2 Implementación de Sistemas Mecánicos.
- ETAPA 3 Integración al motor de Giro.
- ETAPA 4 Programación del Sistema de Control de giro mediante Arduino.
- ETAPA 5 Montaje del Sistema en el Equipo.

● **3.2.- ETAPA 1 DISEÑO DEL SISTEMA BASE DE ROTACIÓN PROGRAMABLE PARA TELEFONÍA DE GSM Y 3G**

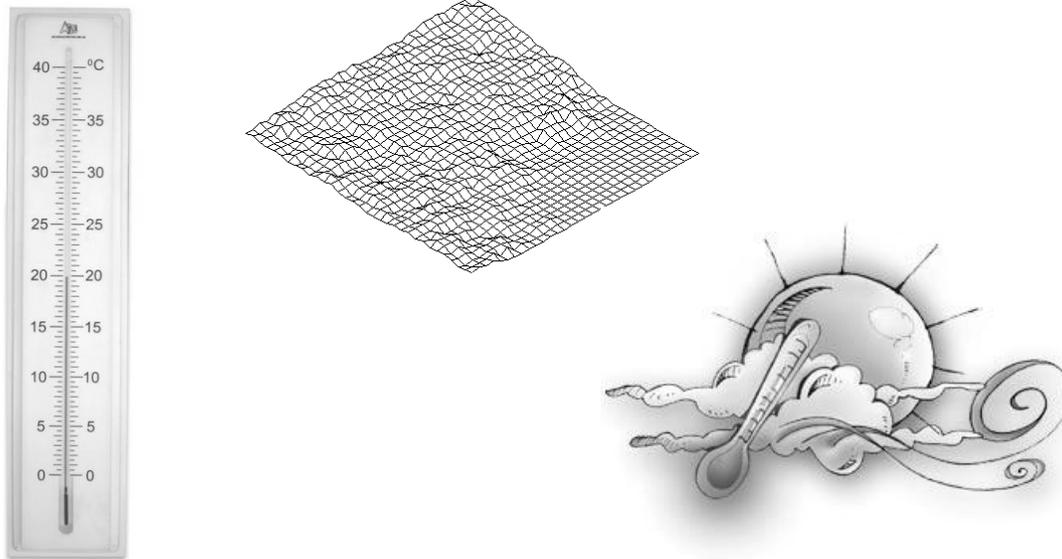
En esta etapa se mencionan los diferentes tipos de implementación que se realizaron en la elaboración del Sistema a, su vez cada uno de los diseños elaborados para el funcionamiento óptimo de las etapas del proyecto.

La respuesta del Proyecto a condiciones extremas son las que ayudaran a poder discernir que elemento es mejor para el diseño e implementación de dicho prototipo.

Los resultados son piezas importantes ya que a partir de lo obtenido, se pueden elegir entre diversos componentes, materiales y formas físicas.

Para la construcción del Diseño de un Dispositivo de Rotación Programable se analizo el entorno laboral en el que se someterá el sistema.

Las condiciones más severas son las siguientes: exposición a grandes temperaturas, diversas superficies, diferentes climas (lluvia y vientos fuertes).



**FIGURA 3.2.- CONDICIONES DE TEMPERATURA, SUPERFICIES Y CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS**

### 3.3.- DISEÑO CILINDRO BASE.

Una vez analizada la forma se dedujo que el centro de la figura es muy pequeño, esto quiere decir que su nivel de equilibrio es muy bajo y esto propiciaría varias caídas en el entorno laboral, debido q en la intemperie será expuesto a por grandes corrientes de viento.

En cuanto a material se utilizaría un cilindro de metal, aunque de cierta forma la luz y temperatura del sol a la que será expuesto el Sistema en la intemperie se calentará y a la vez limitará el desempeño de los componentes electrónicos.

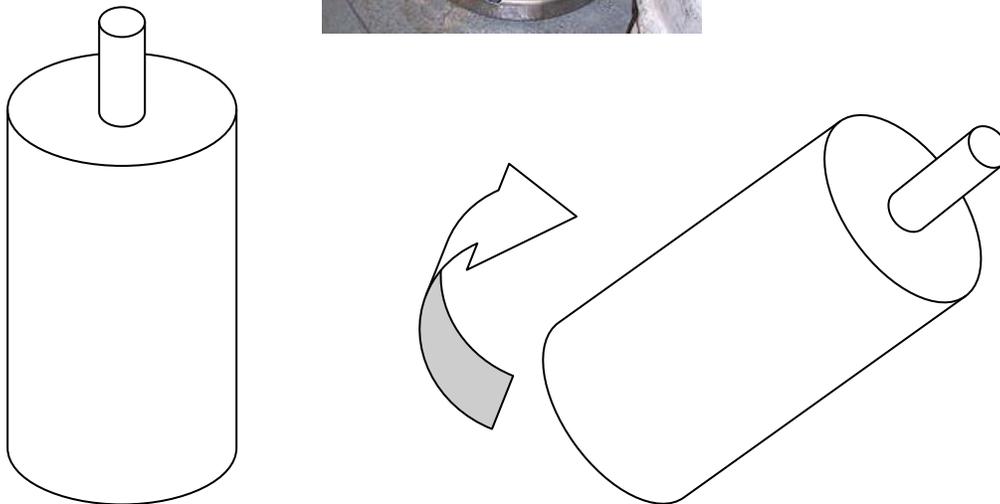


FIGURA 3.3.- DISEÑO CILÍNDRICO

### 3.4.- DISEÑO PIRAMIDAL.

Este diseño de forma piramidal permitirá mayor soporte para la antena, desafortunadamente el diseño no era muy recomendable para ser un Sistema Transportable, esto debido a que por su forma piramidal, no permitía una movilidad eficaz entre sistema y operario.

H= Altura

B=Base

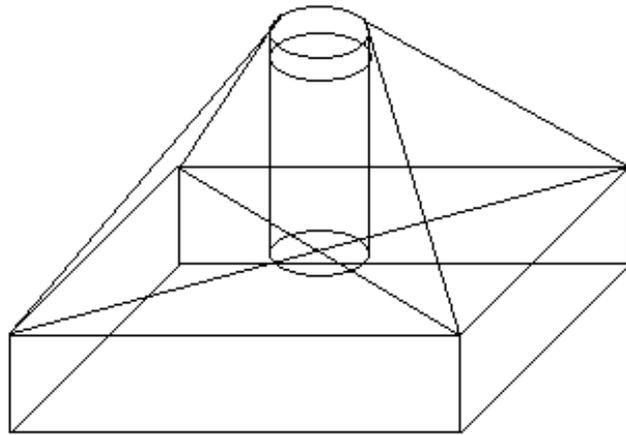
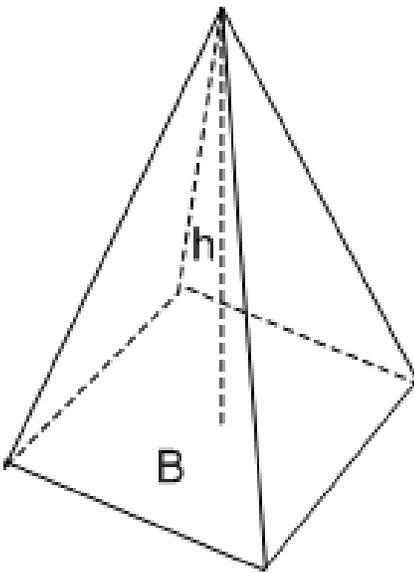


FIGURA 3.4.- DISEÑO PIRAMIDAL

### 3.5.- DISEÑO RECTANGULAR

Un diseño más óptimo y con un mejor centro de equilibrio fue una figura rectangular no muy alta, pero si con una base amplia, esta forma permite distribuir el peso a lo largo de su superficie incrementando su centro de equilibrio y así propiciar a un mayor desempeño laboral del sistema.

#### Construcción:

El sistema final se construyó de cero, la estructura ó esqueleto del este Sistema es de metal, su base es de madera, las aristas ó paredes del prisma estarán cubiertas por acrílico.

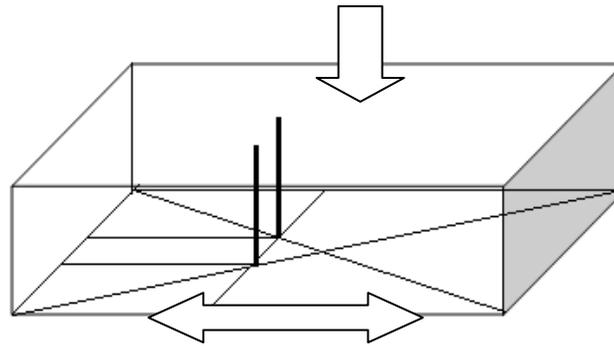
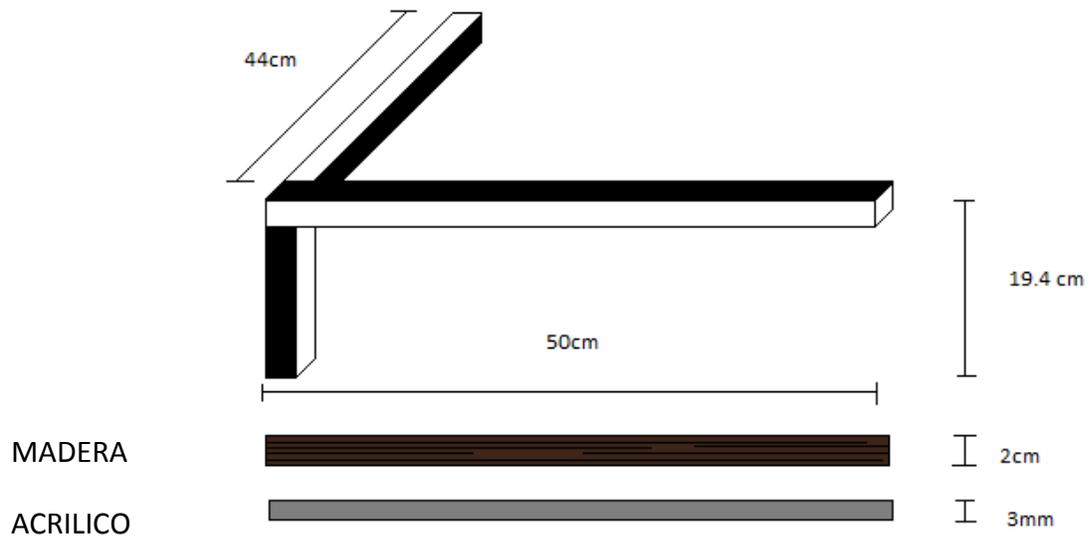


FIGURA 3.5.- DISEÑO FINAL

**3.5.1- FASE 1.-** En esta fase de construcción se utiliza una Sierra para cortar metal el cual, permitió tener un corte preciso para la fabricación del Esqueleto del Sistema.



FIGURA 3.6.- CORTE CON CIERRA

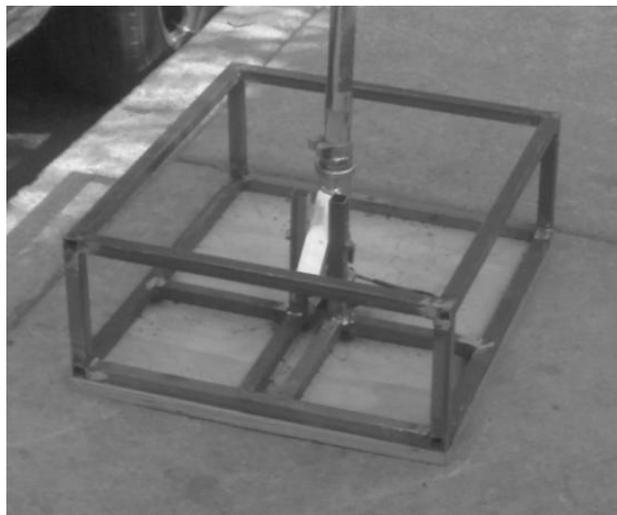


**FIGURA 3.7.- MATERIALES, CORTES Y DIMENSIONES DEL SISTEMA**

**3.5.2.- FASE 2:** Para acondicionar las implementaciones de Ubicación Cardinal y Niveles, es necesario finiquitar los trabajos de pintura y el esqueleto pintado de un color negro.



**FIGURA 3.8.- PINTADO DE ESQUELETO**



**FIGURA 3.9.-ESQUELETO ARMADO FINAL**

### ● 3.6.- ETAPA 2 IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS MECÁNICOS.

#### 3.6.1.- Soporte Mecánico de Aluminio.

Este soporte permite tener un mayor control en equilibrio hacia la antena, para que esta realice sus movimientos rotatorios eficientemente, donde a su vez el soporte permita desarrollar las tareas de la antena sin generar alguna pérdida por fricción considerable.

El soporte está colocado, centrado y nivelado en relación a la estructura ó soporte del diseño para que de esta forma las mediciones realizadas con el Sistema sean cotejadas lo mejor posibles por los operarios.



FIGURA 3.10.- COLOCACIÓN DEL SOPORTE MECÁNICO EN EL SISTEMA.

### 3.6.2.- Baleros (Elemento Rotativo).

Con los Baleros de bola o rodamientos utilizan una tecnología muy especial, dados los procedimientos para conseguir la esfericidad perfecta de la bola, el apoyo al que estas son sometidas permiten un esfuerzo equitativo entre cada una de estas. El producto final es casi perfecto en cuanto a distribución de trabajo, también es atribuida la gravedad como efecto adverso.



FIGURA 3.11.- BALEROS O RODAMIENTOS

### 3.7.- ETAPA 3 INTEGRACIÓN AL MOTOR DE GIRO.

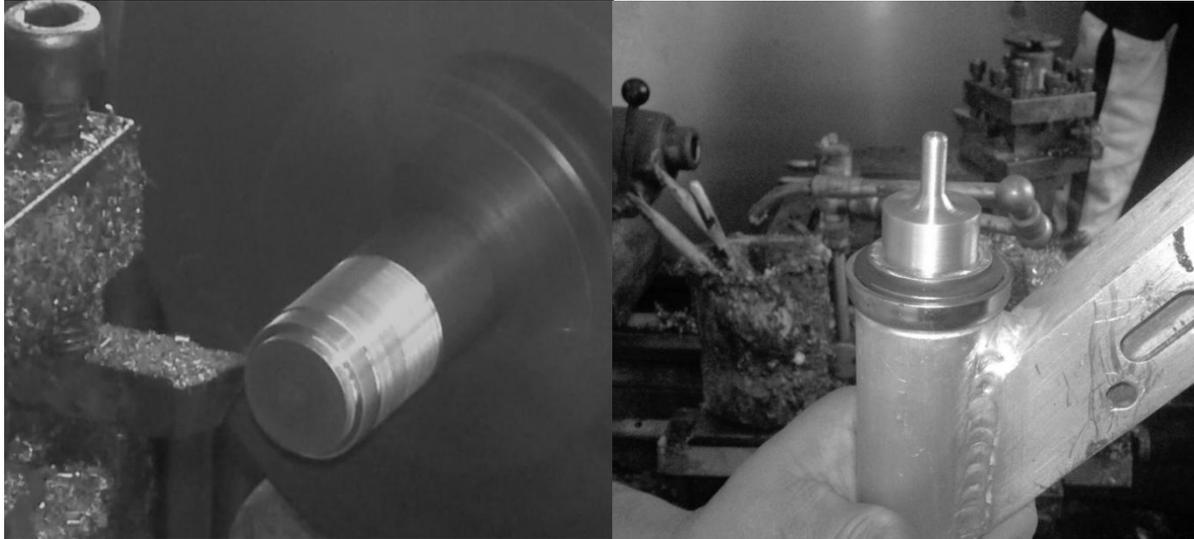
Mecanismo de Integración permite que trabajen con una sincronía el motor de giro y el sistema mecánico, el cual para permitir esta sincronía se construyeron dos piezas de acoplamiento.

Buje es una pieza primordial para realizar la integración del motor de Giro y el Sistema Mecánico el material de construcción es de latón, es una aleación de cobre y zinc. Las proporciones de cobre y zinc pueden variar para crear una variedad de latones con propiedades diversas. En los latones industriales el porcentaje de Zn se mantiene siempre inferior al 20%. Su composición influye en las características mecánicas, la fusibilidad y la capacidad de conformación por fundición, troquelado y maquinado.



FIGURA 3.12.- PROCESO DE FABRICACIÓN DEL BUJE

Para la fabricación de esta pieza el Torno permitió dar la forma por un conjunto de máquinas y herramientas que permiten mecanizar piezas de forma geométrica de revolución.



**FIGURA 3.13.- TORNEANDO LA ALEACIÓN DE COBRE Y ZINC**

El Torno opera haciendo girar la pieza y al mecanizar sujeta con el cabezal los puntos de centraje, mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, cortando la viruta de acuerdo con las condiciones tecnológicas de mecanizado adecuadas.

Otra pieza clave y fundamental del Sistema de Integración al motor de Giro es el Acoplador Mecánico Cilíndrico, este acoplador está construido de una aleación de aluminio estas aleaciones se obtienen a partir de aluminio y otros elementos.



**FIGURA 3.14.- TORNEADO LA ALEACIÓN DE ALUMINIO**

Las Aleaciones de aluminio son también llamadas aleaciones ligeras, Debido a su índice de densidad es mucho menor que los aceros, pero no tan resistentes a la corrosión como el aluminio puro. Las aleaciones de aluminio tienen como principal objetivo mejorar la dureza y resistencia del aluminio, que en estado puro es un metal muy blando.

Esta pieza tiene como propósito proporcionar eficientemente el soporte necesario y suficiente para permitir un solo movimiento, que será obtenido por el giro del Motor al que se acopla.



**FIGURA 3.15.- PIEZA DEL ACOPLADOR MECÁNICO CILÍNDRICO**

Una de las características fundamentales, es el mecanismo de aprensión entre la flecha del motor y el Buje del Soporte mecánico de aluminio.

Este mecanismo funciona por medio de dos tornillos milimétricos ubicados en los extremos del Acoplador Mecánico Cilíndrico.

## 3.8.- ETAPA 4 PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE GIRO MEDIANTE ARDUINO.

### 3.8.1.-Instalción de la Plataforma Arduino

Ingresamos en nuestro Explorador escribiendo Arduino consecutivamente nos realiza la siguiente búsqueda, se selecciona Arduino-Home Page.

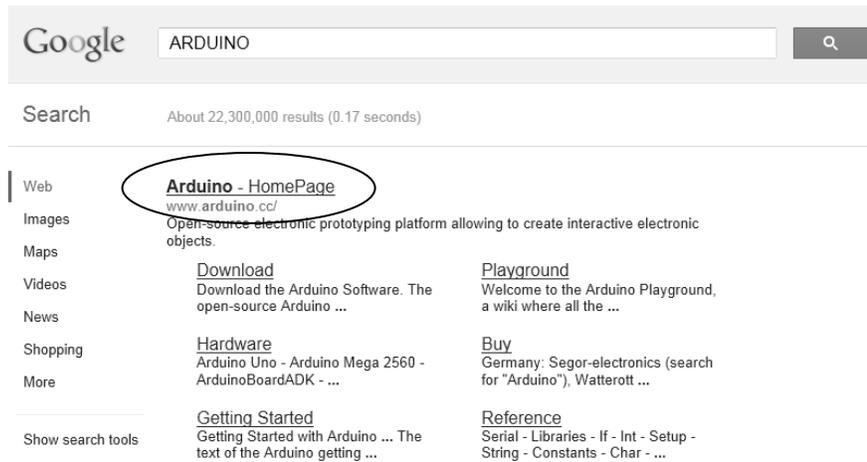


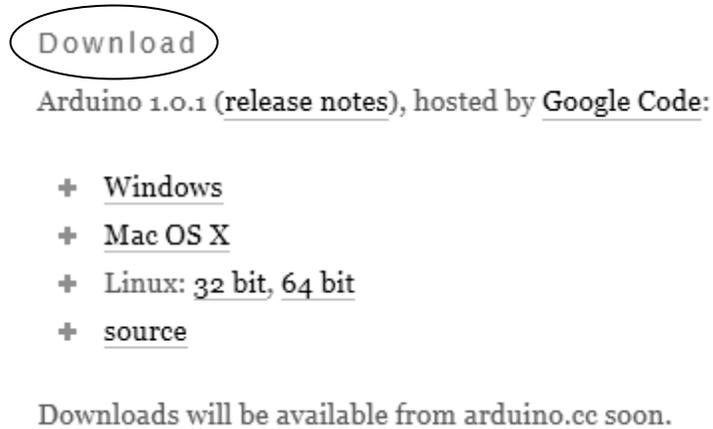
FIGURA 3.16.- BÚSQUEDA DE LA PÁGINA DE ARDUINO EN EL EXPLORADOR

Accedemos al menú de la pagina y seleccionamos la opción Download.



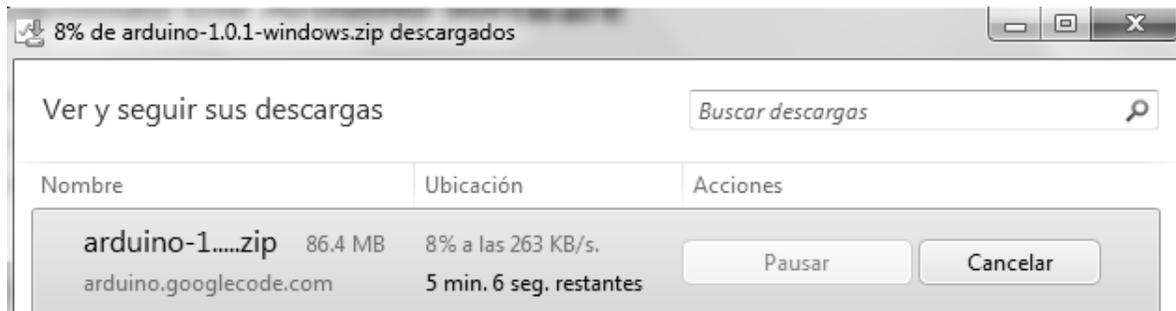
FIGURA 3.17.- MENÚ DE LA PÁGINA DE ARDUINO

Una vez que accedimos a la sección de Download nos muestra las diferentes opciones para descargar el software necesario para nuestro sistema operativo correspondiente en este caso seleccionamos Windows.



**FIGURA 3.18.- MENÚ DE DESCARGA PARA EL SISTEMA OPERATIVO WINDOWS**

Una vez seleccionado el Sistema Operativo automáticamente Arduino comienza su descarga.



**FIGURA 3.19.- DESCARGA DE ARDUINO EN PROCESO.**

Observamos dentro de nuestro ordenador en la carpeta de Descargas y exitosamente tenemos un archivo WinRAR ZAP con el nombre de Arduino-0019



FIGURA 3.20.- CARPETA DE DESCARGAS

Descomprimos el Archivo y una vez ya hecho eso, estamos listos para implementar nuestro programa en la plataforma Arduino.

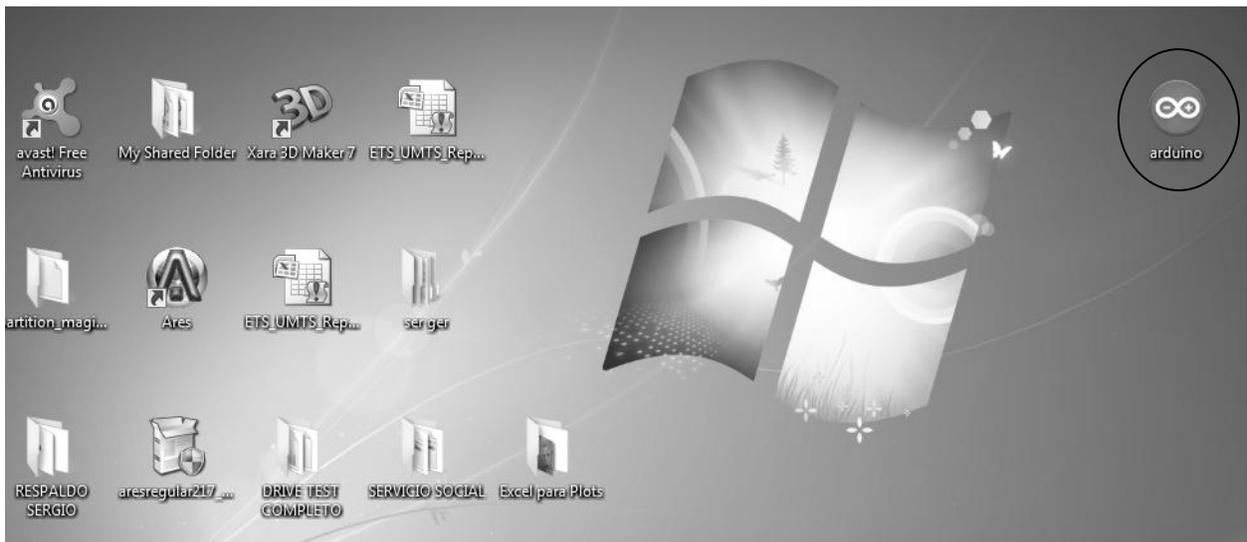


FIGURA 3.21.- ICONO DE ARDUINO EN ESCRITORIO.

### 3.8.2.- Desarrollo del Programa para la Plataforma Arduino.

El trabajo del programa en la Plataforma Arduino se puede observar en el siguiente diagrama de flujo.

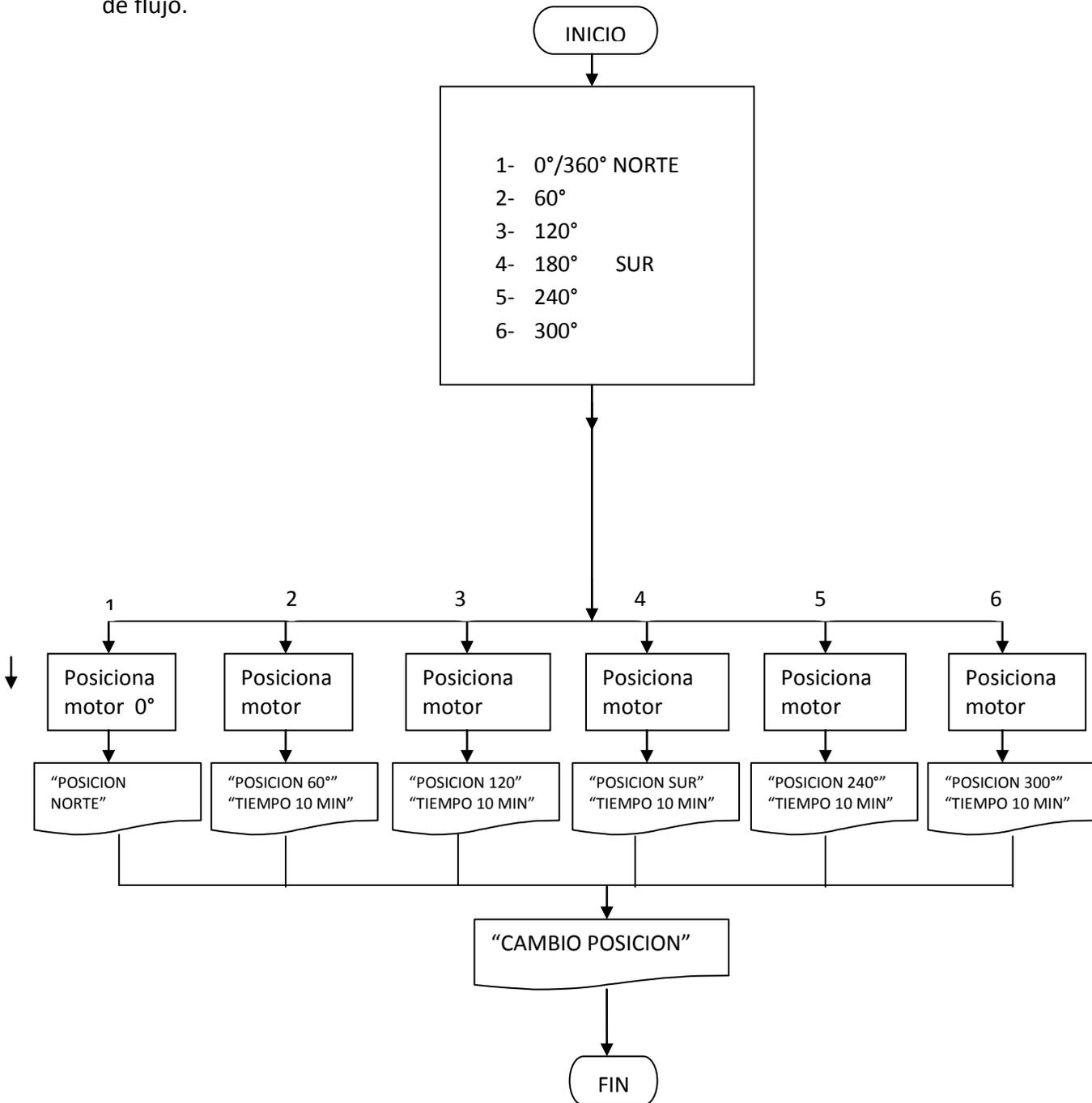


FIGURA 3.22.- DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA PRINCIPAL

### 3.8.3.- Inserción del Programa en la Plataforma Arduino.

En el momento en el que se adquiere el Software de la Plataforma Arduino la comunicación entre este y la Plataforma Arduino se lleva a cabo por medio de un puerto USB.

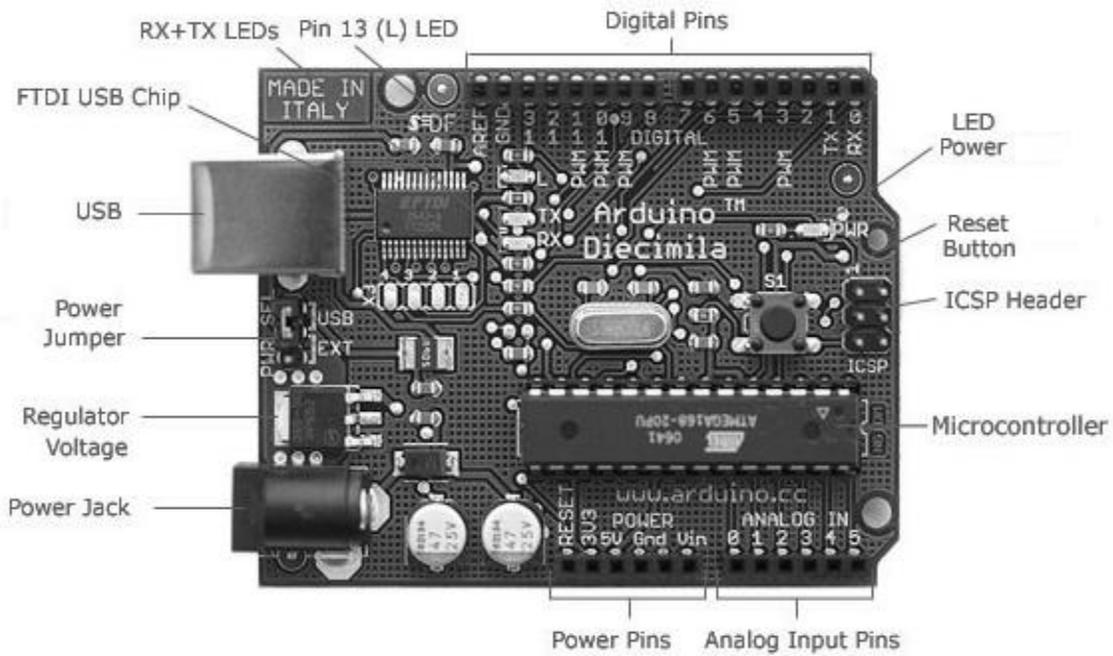


FIGURA 3.23.- PARTES DE ARDUINO

### 3.8.4.- Conexión de Inserción Del Programa en Plataforma Arduino

Este Diagrama muestra la conexión correcta para la inserción del programa en la Plataforma Arduino.

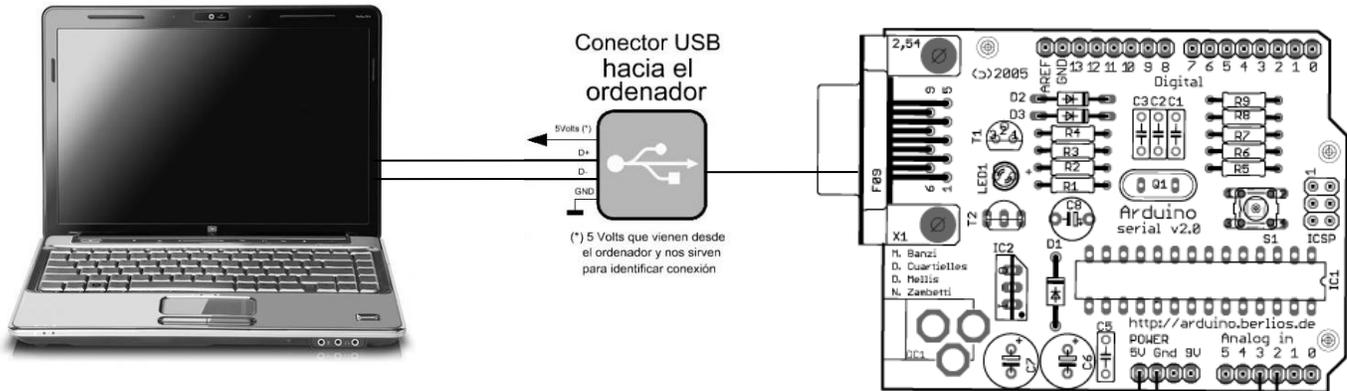


FIGURA 3.24.- DIAGRAMA DE CONEXIÓN.

Accedemos a Arduino por medio de su icono en el escritorio.



FIGURA 3.25.- ICONO DE ARDUINO

Consecutivamente Arduino emplea una Ventana de Trabajo en la cual comenzaremos a diseñar la programación.

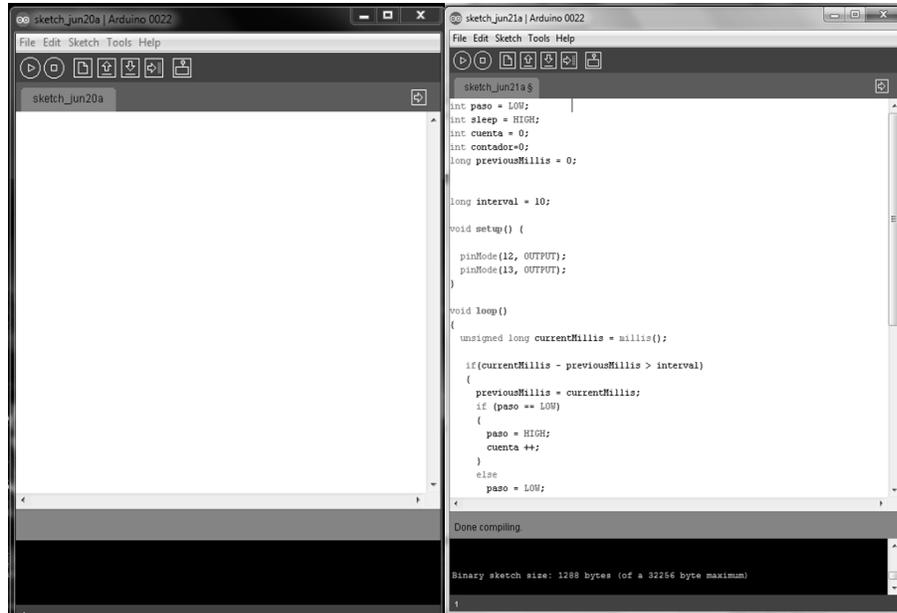


FIGURA 3.26.- VENTANAS DE TRABAJO DE ARDUINO CON EL PROGRAMA CARGADO Y COMPILADO.

Para verificar que Arduino ha cargado exitosamente el programa, se iluminara un LED en la plataforma Arduino.



FIGURA 3.27.- ARDUINO CON EL PROGRAMA CARGADO Y COMPILADO

**3.8.5.- PROGRAMA**

```

int paso = LOW;           // estado del pin 12
int sleep = HIGH;        // estado del pin 13
int cuenta = 0;
int contador=0;
long previousMillis = 0;

long interval = 10; // tiempo alto del tren de pulsos (milisegundos), mientras más grande
más lento gira

void setup() {           // DECLARAR LOS PINES COMO SALIDAS
  pinMode(12, OUTPUT); //STEEP
  pinMode(13, OUTPUT); //SLEEP
}
void loop()
{
  unsigned long currentMillis = millis();
  if(currentMillis - previousMillis > interval)
  {
    previousMillis = currentMillis;
    if (paso == LOW)
    {
      paso = HIGH;
      cuenta ++;
    }
    else
      paso = LOW;
    digitalWrite(12, paso);
  }
  if (cuenta >= 67)      // 67 pasos son casi 60º
  {
    sleep = LOW;
    digitalWrite(13, sleep);
    delay (15000);      //TIEMPO DEL SLEEP=15 seg en milisegundos
    cuenta = 0;
    sleep = HIGH;
    digitalWrite(13, sleep);
    contador ++;
  }
  if (contador >= 6)
  delay (60000); //TIEMPO DEL SLEEP=15 seg en milisegundos
}

```

### 3.8.6.- Circuito de Potencia.

La plataforma Arduino cumple 1 de 2 fases para el control del motor a pasos, trabaja en conjunto con el Easy Driver, este tiene como función amplificar una señal de entrada ya que al mismo tiempo efectúa diversas actividades como la asignación de 1 paso, 1/2 paso para el trabajo del motor.

En la tabla se pueden observar los controles del Easy Driver, para definir el giro que tendrá el motor con cada paso. Paso completo (full step) es con MS1=0, y MS2=0

**TABLA 3.1.- MICROSTEP RESOLUTION TRUTH**

MS <sub>1</sub>	MS <sub>2</sub>	Resolution
L	L	Full step (2 phase)
H	L	Half step
L	H	Quarter step
H	H	Eighth step

El mismo Easy Driver cuenta con un regulador de 5v, a partir de una entrada de mayor voltaje.

La salida de 5v es para alimentar al Arduino, de forma que solo bastara usar una sola fuente.

El pin **SLEEP** en el Easy Driver sirve para que no se consuma energía mientras el motor esta en reposo, esto es lo que evita que se produzca una perdida por calentamiento.

Si se deja sin conexión es como tener un "1" lógico, por lo que el Arduino mandara "0" para que entre en estado sleep.

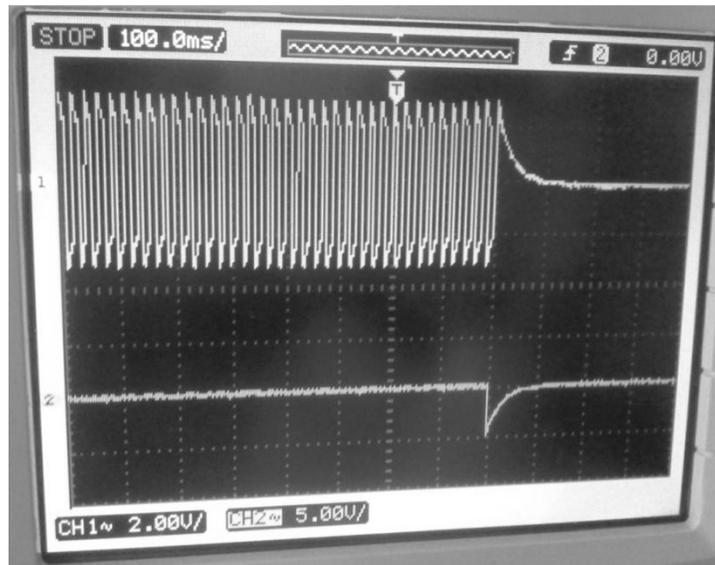


FIGURA 3.28.- MUESTRA DEL TREN DE PULSOS EN EL OSCILOSCOPIO CON UN VOLTAJE DE 5V.

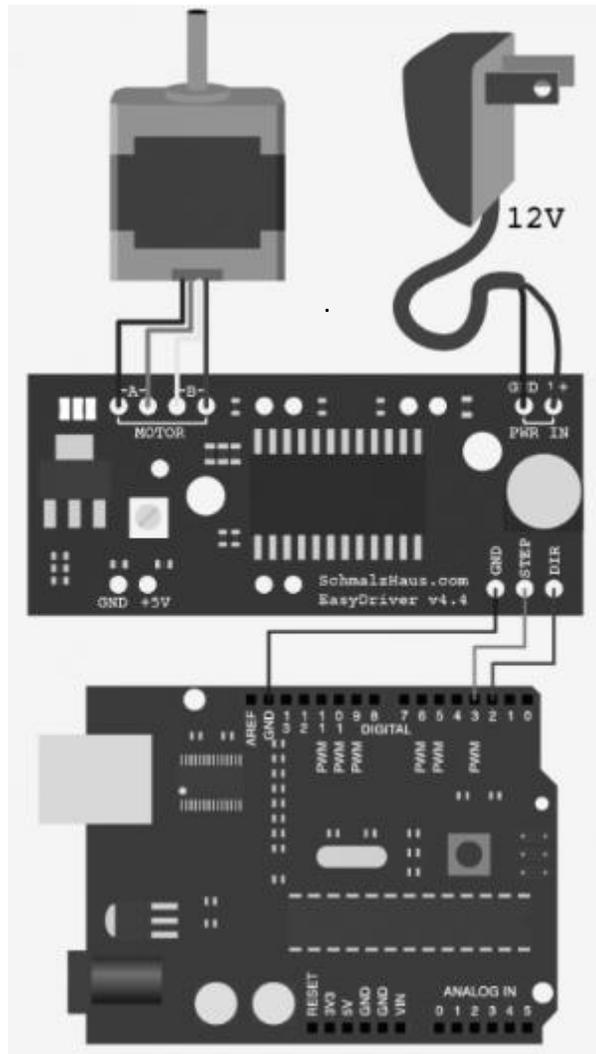
TABLA 3.2.- FUNCIONAMIENTO DEL SLEEP

SLEEP	STEEP (se activa con flancos de subida )	ACCION
"0"	0 Un pulso	Se des energiza el motor se puede girar el motor de forma manual
"1"	Un pulso	El motor gira un paso (0.9°)

En el pin **STEEP** se tendrá un tren de pulsos que hará que el motor gire, un pulso es igual a 0.9° y se mantendrá en "0" durante los 15 segundos de reposo.

**TABLA 3.3.- PUERTOS DE CONEXIÓN ENTRE ARDUINO Y EASY DRIVER**

PUERTO DEL ARDUINO	PUERTO DEL EASYDRIVER
13	SLEEP
12	STEPP



**FIGURA 3.28.- DIAGRAMA DE CONEXIÓN ENTRE ARDUINO, EASY DRIVER Y EL MOTOR A PASOS**

### 3.9.- ETAPA 5 MONTAJE DEL SISTEMA EN EL EQUIPO.

Una vez ya con las etapas anteriores listas, pasaremos a instalarlas.

**TABLA 3.4.- SISTEMAS A INSTALAR**

<b>SISTEMAS DE CONTROL</b>	
ESQUELETO Y DISEÑO DEL SISTEMA	✓
SOPORTE DE ALUMINIO	✓
PIÑÓN	✓
ACOPLADOR DE ALUMINIO	✓
INSTALACION DEL MOTOR A PASOS	✓
PLATAFORMA ARDUINO	✓
CIRCUITO DE POTENCIA O EASY DRIVER	✓
<b>SISTEMAS ADICIONALES</b>	
NIVEL DE BURBUJA	✓
ESTABILIZADORES DE SUPERFICIE	✓
BRÚJULA	✓
PLANILLA DE 360 GRADOS	✓
<b>SISTEMAS DE MONITOREO</b>	
ANALISADOR DE ESPECTROS	✓
CABLE COAXIAL O JUMPER	✓
ANTENA YAGI	✓

El Soporte de Aluminio es colocado en el Esqueleto de Aluminio, las barras paralelas que realizan la tarea de soportar y sostener de manera vertical el Soporte de Aluminio están perforadas, para en caso de de necesitar una mayor elevación de la Antena.

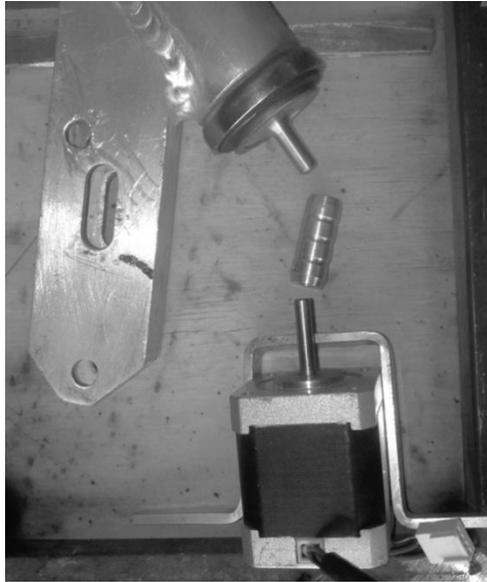


**FIGURA 3.30.- INSTALACIÓN DEL SOPORTE DE ALUMINIO.**

Ya colocado el Sistema de Aluminio, se acoplan los tres siguientes factores: El piñón dentro del Acoplador de Aluminio y la Flecha del Motor a Pasos.



**FIGURA 3.31.- INSERCIÓN DEL PIÑÓN EN EL SOPORTE DE ALUMINIO.**



**FIGURA 3.32.- ACOPLAMIENTO DE LOS TRES FACTORES: PIÑÓN, ACOPLADOR Y FLECHA DEL MOTOR A PASOS.**

### **3.10.- IMPLEMENTACIONES ADICIONALES.**

#### **3.10.1.-Niveladores de Burbuja**

El funcionamiento de este pequeño instrumento está en un pequeño tubo transparente de cristal o plástico, el cual está lleno de líquido y una burbuja de aire en su interior. Si la burbuja se encuentra simétricamente entre las dos marcas, el pequeño dispositivo indica un nivel exacto. Puede ser colocado horizontal, vertical u otro, dependiendo de la posición general del instrumento.

En este caso aplicando su funcionamiento al Sistema de Rotación Programable para Equipos de Escaneo de Tecnologías de GSM Y 3G podremos tener una mayor estabilidad y por lo tanto una mejor toma de lecturas.



FIGURA 3.33.- NIVEL DE BURBUJA

### 3.10.1.-Brújula

Este elemento permite orientarnos cardinalmente en un punto muerto o bien en 0 grados para así comenzar con el barrido o el recorrido de los 360 grados.



FIGURA 3.34.- BRÚJULA

### 3.10.3.- Agarradera

Pequeño soporte que permite al operario transportar el sistema de una forma más cómoda y segura. Haciendo de esté un sistema ergonómico.



FIGURA 3.35.- AGARRADERA CONVENCIONAL

### 3.10.4.- Estabilizadores de Superficie.

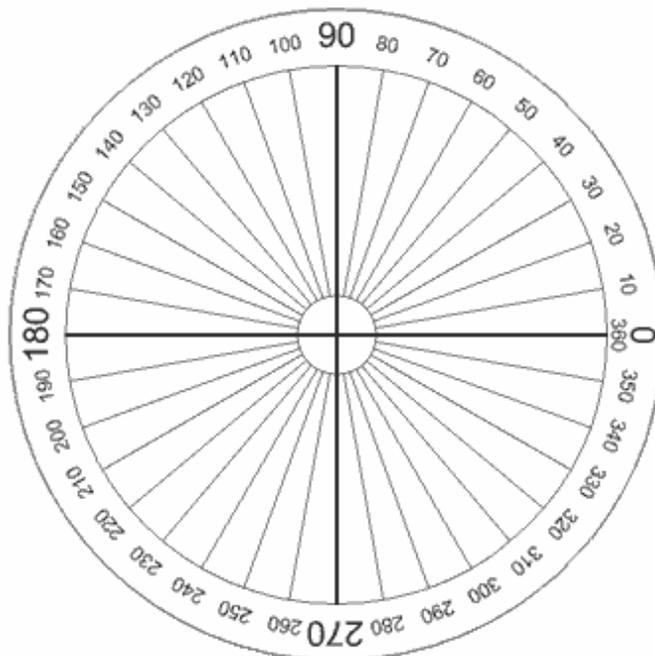
Estos elementos de nivelación son muy funcionales e importantes, debido a que no todas las superficies son regulares. En el sistema cada uno de estos niveladores está ubicado en cada una de las esquinas de la base del mismo sistema, para permitir tener un nivel y posicionamiento adecuado de la superficie.



FIGURA 3.36.- ESTABILIZADORES DE SUPERFICIE

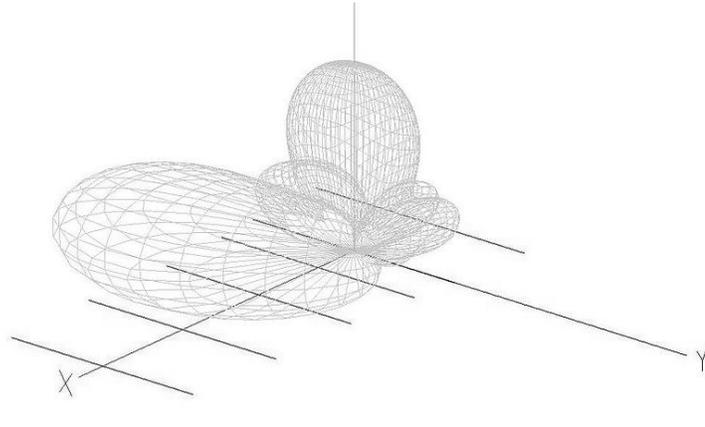
### 3.10.5.- Planilla de 360 Grados.

Esta planilla nos permite saber la posición cardinal exacta en la que el sistema se encuentra, esto quiere decir la ubicación o mira q tiene la antena a lo largo del barrido o movimiento que este realiza.



**FIGURA 3.37.- PLANILLA DE 360 GRADOS.**

En cuanto a la Sección de Monitoreo inicialmente contamos con la Antena Yagi, la cual esta constituida de su siguiente patrón de radiación.



**FIGURA 3.38.- LÓBULOS DE RADIACIÓN.**

La Antena que utilizamos cuenta con las siguientes especificaciones técnicas:

Antena Exterior de 17 dbi , con 2m de cable coaxial, conector RSMA y adaptadores de red inalámbrica.

Margen de Frecuencia: 2400 Mhz.

Ganancia: 17 dbi.

Apertura del Haz Horizontal: 30°

Apertura del Haz Vertical: 30°

VSWR:  $\leq 1.5$ .

Potencia Máxima: 100 volts.

Impedancia Nominal: 50 ohms

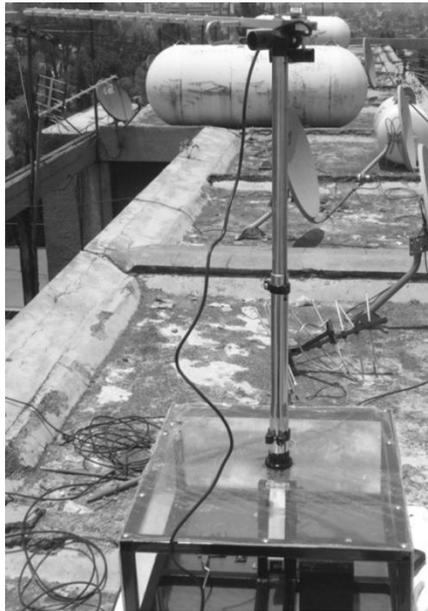
Conector: RSMA

Consecutivamente después de conocer las especificaciones técnicas de la antena, para nuestras necesidades en el Campo de Trabajo, utilizamos la Guía de Onda o Cable Coaxial dependiendo del Acoplador de la Antena y/o entrada que abra de conectarse al Analizador de Espectros.



**FIGURA 3.39.- GUÍAS DE ONDA COMPATIBLES CON LAS ENTRADAS DEL ANALIZADOR DE ESPECTROS.**

Ya una vez interrelacionadas todas las fases antes puntualizadas se estructuran de la siguiente manera, concluyendo con el proyecto integro en todas sus etapas y dando origen al Diseño de un Sistema de Rotación Programable para Equipos de Escaneo de Tecnologías de GSM Y 3G.



**FIGURA 3.40.-SISTEMA DE ROTACIÓN PROGRAMABLE PARA EQUIPOS DE ESCANEO DE TECNOLOGÍAS DE GSM Y**

**3G.**

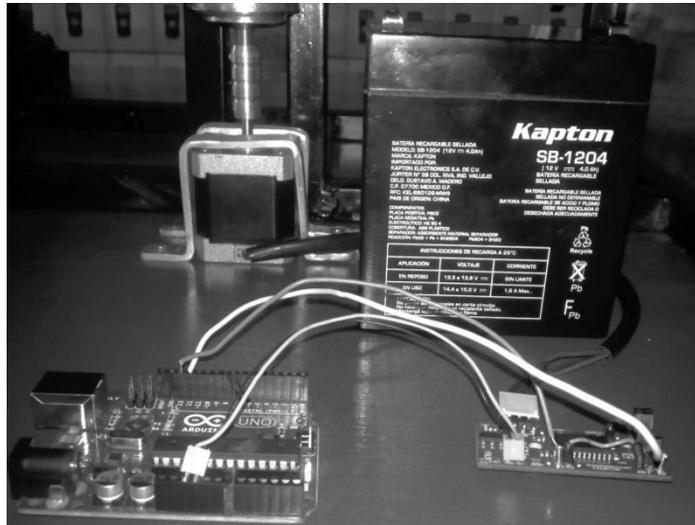


FIGURA 3.41.- IMAGEN INTERNA DEL SISTEMA DE ROTACIÓN PROGRAMABLE PARA EQUIPOS DE ESCANEO DE TECNOLOGÍAS DE GSM Y 3G.



# CAPÍTULO IV

## PRUEBAS Y RESULTADOS



## PRUEBAS Y RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de las pruebas parciales y totales del prototipo de un Diseño de un Sistema de Rotación Programable para Equipos de Escaneo de Tecnologías de GSM y 3G.

Como se planteo en el diseño el proyecto se divide en dos etapas generales: Sistemas electromecánicos y electrónicos.

### 4.1.-PRUEBAS DEL SISTEMA ELECTROMECAÍNICO

Están conformados por:

#### 4.1.-TABLA SISTEMA ELECTROMECAINICO.

SISTEMAS ELECTROMECAÍNICOS
DISEÑO DEL SOPORTE DE ALUMINIO.
DISEÑO DE BUJE.
DISEÑO DEL ACOPLADOR DE ALUMINIO.
INSTALACION DEL MOTOR A PASOS.
DISEÑO DE POSICIONAMIENTO BASE.

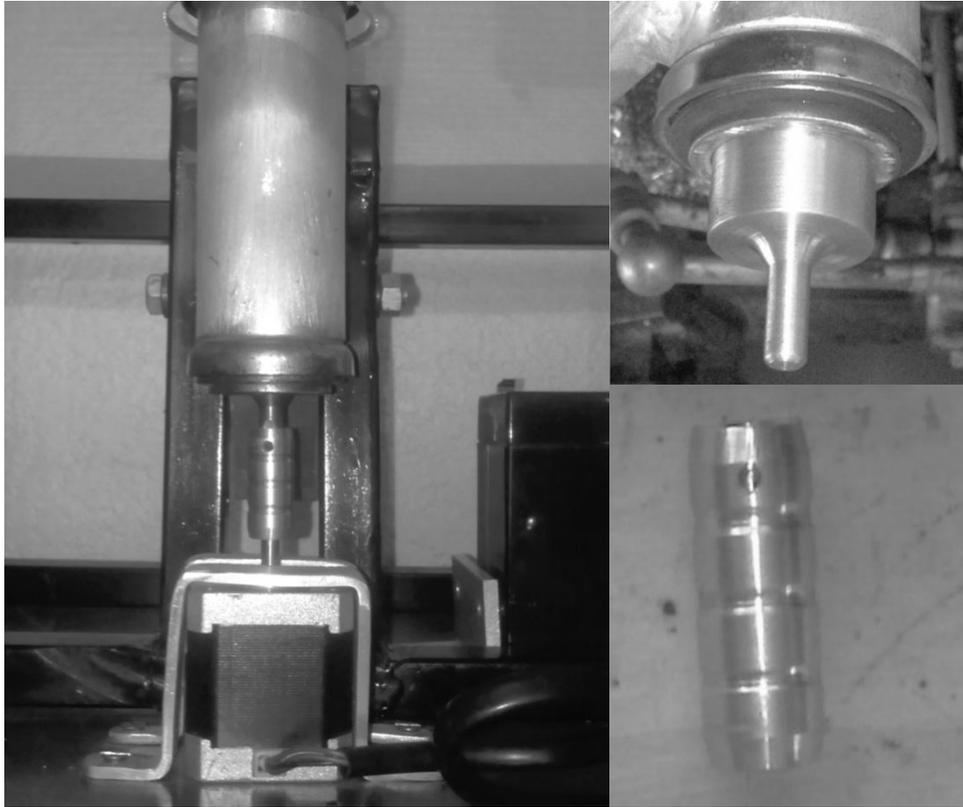
Dentro de la Sección Electromecánica no hay nada prefabricado, el diseño y la fabricación de los dispositivos anteriores partieron de nuestro ingenio así como el tipo de material implementado en la construcción de los mismos.

El Diseño de Posicionamiento Base parte de varias formas geométricas, sin embargo la selección de este diseño tiene como objetivo ser un Dispositivo ergonómico para el operador que lo manipula.

El Diseño del Soporte de Aluminio tiene como meta brindar la seguridad y el correcto posicionamiento para la antena.

El Diseño del Buje y del Acoplador de Aluminio tiene el propósito y la funcionalidad de trabajar en perfecta sincronía de movimiento, las pruebas mecánicas se fueron haciendo en cada uno de los acoplamientos de las diferentes partes buscando siempre evitar la pérdida por fricción.

Ya una vez diseñado, fabricado y construido los dispositivos anteriores, el último paso es corresponde a la instalación del Motor a Pasos para que el Sistema Electromecánico trabaje en perfecta sincronía.



**FIGURA 4.1.- PIEZAS MECÁNICAS Y SISTEMA ELECTROMECAÁNICO INSTALDO**

En la Figura 4.1 observamos como el Sistema Electromecánico está instalado, las Secciones de este Sistema están conformadas por el Diseño de Posicionamiento Base, el Diseño del Soporte de Aluminio, el Diseño del Buje y el Acoplador de Aluminio, todas estas secciones mecánicas nos brindan estabilidad en campo, adecuado posicionamiento cardinal y perfecta sincronía con el Sistema Electrónico.

## 4.2.-PRUEBAS DEL SISTEMA ELECTRÓNICO.

Están conformados por:

**TABLA 4.2.- SISTEMA ELECTRÓNICO**

SISTEMAS ELECTRONICOS
PLATAFORMA ARDUINO.
EASY DRIVER.

Un Microcontrolador y un programa secuencial son requeridos para la parte de control, sin embargo actualmente hay sistemas que nos simplifican el trabajo y se opto por utilizar la Plataforma Arduino como se explico anteriormente utiliza un micro controlador donde también ya cuenta con una serie de puertos de entrada como de salida previamente definidos. Mediante el uso de una Lap-Top a través del Software que es descargado desde nuestro explorador, el programa es cargado en la plataforma Arduino por medio de la interfaz tipo USB con la finalidad de que el operador en este caso el ingeniero pueda manipular de una manera eficiente los mecánicos de posicionamiento y los tiempos del Sistema.

En los Dispositivos Electrónicos por el contrario de los Electromecánicos la Plataforma Arduino como el Circuito de Potencia Easy Driver ya se encontraban previamente diseñados y fabricados, listos para ejecutar las tareas que como ingenieros les ordenemos.

El circuito de potencia Easy Driver trabaja en conjunto con la plataforma Arduino para energizar y brindar la potencia necesaria para mover los Sistemas Electromecánicos.



**FIGURA 4.2.- SISTEMA ELECTRÓNICO INSTALADO**

### 4.3.-PRUEBA DE COMUNICACIÓN ENTRE EL SOFTWARE ARDUINO Y PLATAFORMA FISICA.

Se realizo la instalación previa del Software Arduino correspondiente al Sistema Operativo Windows, el cual no presento ningún problema durante su descarga e instalación en la Lap-Top para realizar y verificar de manera correcta la comunicación funcional que debe de haber entre la plataforma Arduino y su Software.

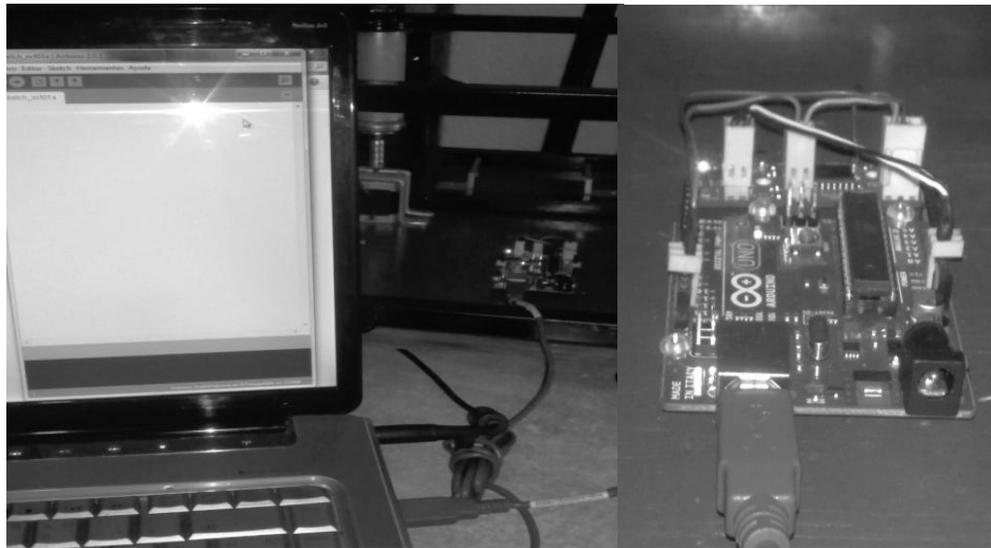


FIGURA 4.3.- PRUEBA DE CONEXIÓN ENTRE ARDUINO Y SU SOFTWARE

Para verificar que la sincronía entre Arduino y el Software es correcta, introduciremos un pequeño programa:

#### 4.3.1.-Programa de Prueba.

```
void setup ()
{
  pinMode(13,OUTPUT);
}

void loop ()
{
  digitalWrite(13,HIGH);
  delay(3000);
  digitalWrite(13,LOW);
  delay(1000);
}
```



**FIGURA 4.4.-VENTANA DE TRABAJO CON EL PROGRAMA CARGADO Y COMPILADO, EJECUTANDOSE EN ARDUINO.**

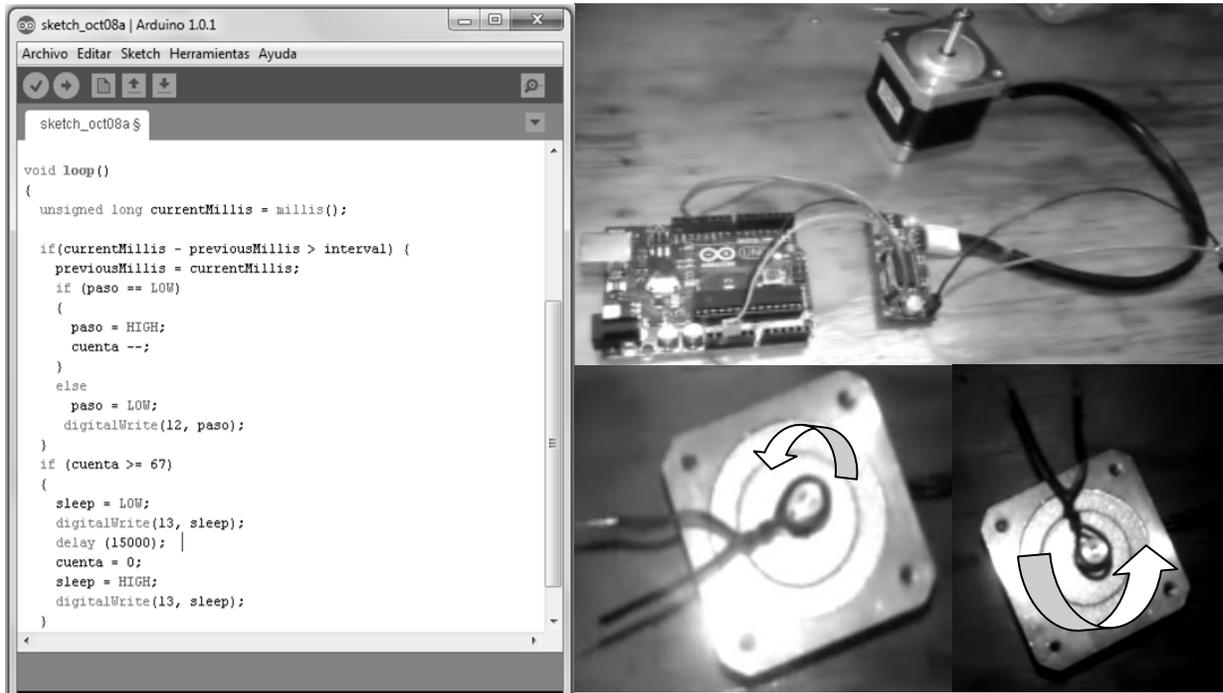
Observamos mediante la Figura. Que la comunicación entre Arduino y su Sistema Operativo ó Software es la correcta, no se presento ningún problema dentro de la Programación, la ejecución de este programa estuvo diseñada para que se energizara un LED por 3 segundos y se des energizara por un 1 segundo en el puerto de salida No 13.

Sin embargo satisfactoriamente Arduino como su Software trabajaron en perfecta sincronía.

#### 4.4.- PRUEBA DE DIRECCIÓN Y CONTROL DEL MOTOR.

En esta prueba comprobaremos la sincronía que hay entre los tres dispositivos electrónicos: Arduino, Easy Driver y Motor a Pasos. La prueba consta en cambiar el sentido de giro del motor a pasos por medio de Arduino.

Como en la prueba anterior es necesario cargar y compilar el programa que queremos ejecutar en Arduino, este programa mostrara como el motor a pasos cambiara su sentido de giro, con la finalidad de demostrar que hay un control absoluto en la implementación del motor.



**FIGURA 4.5.-VENTANA DE TRABAJO CON EL PROGRAMA CARGADO Y COMPILADO, EJECUTANDOSE CON EL CAMBIO DE DIRECCIÓN.**

#### 4.5.-PRUEBAS DEL PROTOTIPO EN CAMPO

En esta prueba ya tenemos todas las implementaciones listas y en perfecta sincronía nos referimos a los dispositivos electromecánicos como el soporte de aluminio, el buje, el acoplador de aluminio, motor a pasos y el Sistema de posicionamiento base ya están listos para trabajar en conjunto con las sistemas electrónicos en este caso la plataforma Arduino y el Circuito de Potencia Easy Driver.

El proceso de inserción del programa es el mismo, previo a conocer la información de posicionamiento en grados que vamos a analizar y el factor tiempo por cuanto vamos analizar dicha posición, creamos nuestro programa.

Accedemos a nuestra ventana de trabajo en el Software de Arduino, conectamos nuestra interfaz USB a la Plataforma Arduino.

Compilamos y cargamos el programa.

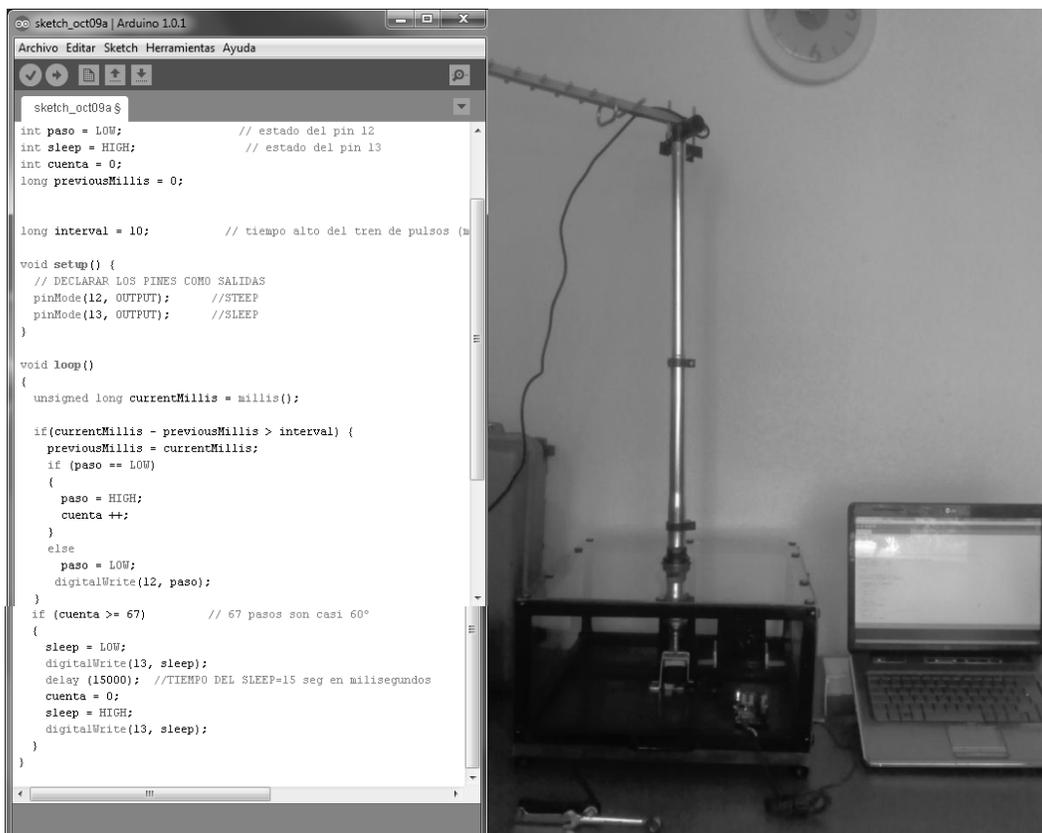


FIGURA4.6.- PROGRMA CARGADO Y COMPILADO EN ARDUINO

Una vez ya el programa cargado en Arduino pasamos a nuestra área laboral.

Para que el Scanner trabaje en óptimas condiciones y nuestro Diseño de un Sistema de Rotación Programable para Equipos de Escaneo de Tecnologías de GSM y 3G acelere el proceso de monitoreo para dar un mejor servicio de calidad como de mantenimiento de red celular es necesario ubicarnos a una gran altitud en la siguiente imagen mostramos el área en donde se realizó la prueba



**FIGURA 4.7.- CORDENADAS DE CAMPO LATITUD 19°23'16.43"N LONGITUD 99°12'15.46"O**

La prueba exitosamente realizada, nos permitió concluir que el Diseño de un Sistema de Rotación Programable para Equipos de Escaneo de Tecnologías de GSM y 3G acelera el proceso de monitoreo y a su vez la recopilación de datos es más exacta debido a que ahora controlamos la dirección en la que la antena monitorea el Espectro de Frecuencias de cierta operadora y a cierto ancho de banda.



**FIGURA4.8.- MONITOREO DEL ESPECTRO DE FRECUENCIA CON EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ROTACIÓN PROGRAMABLE PARA EQUIPOS DE ESCANEO DE TECNOLOGÍAS DE GSM Y 3G.**

## CONCLUSIONES.

EL Diseño de un Sistema de Rotación Programable para Equipos de Escaneo de Tecnologías de GSM Y 3G brinda una gratificante funcionalidad a un Analizador de espectros Anritsu MS2711D el cual adaptando las implementaciones de nuestro Sistema esto evoluciona en un Sistema de escaneo y monitoreo automatizado, esto nos da como resultado un proceso óptimo y eficiente en la capitación de interferencias en el Espectro Radioeléctrico, donde a su vez nos permite incrementar la velocidad del post-proceso de información obtenida en el proceso de monitoreo.

El soporte y la estructura de rotación donde se monta la antena y la línea de alimentación, fue diseñada y hecha con materiales muy ligeros y de alta resistencia, durante el desarrollo del proyecto también se tornearon piezas de una alta exactitud de acoplamiento para que el Sistema Mecánico y el Eléctrico trabajaran en perfecta sincronía, todo esto se fabrico ya que no existe en el mercado nacional un proveedor de este tipo de estructuras, EL sistema cuenta con soportes diseñados para dar una seguridad en campo, con estabilizadores en las cuatro esquinas del Sistema Base, estas son necesarias y de gran importancia ya que en el campo laboral no siempre la superficie estará correctamente nivelada, y en caso de que las variantes de la superficie sean muy mínimas, contamos también con un nivel de burbuja, el cual nos permite observar el correcto nivel al que debemos laborar.

La implementación del Software de control del Sistema de Rotación Programable para Equipos de Escaneo de Tecnologías de GSM Y 3G y del circuito interfaz de potencia para el motor a pasos tiene un desempeño óptimo en su funcionamiento.

El proceso de uso del Diseño de un Sistema de Rotación Programable para Equipos de Escaneo de Tecnologías de GSM Y 3G dependerá de las operadoras de Telefonía Móvil, ya que estas definirán el área que habrá que analizar con el Sistema de Rotación para obtener el patrón de recepción de la señal.

Las ordenes o comandos serán programadas previas a arribar a campo, donde el sistema de rotación programable para equipos de escaneo de tecnologías de GSM y 3G, ya con los

comandos definidos se pondrá en funcionamiento junto con la antena, para obtener las lecturas adecuadas en dirección al lóbulo de recepción en la que la antena este dirigida.

Los beneficios de la implementación del proyecto son:

La problemática que las pequeñas y medianas empresas presentan al no poder extender la vida útil y el uso óptimos de sus equipos de monitoreo y escaneo los cuales son altamente costos y con el Diseño de un Sistema de Rotación Programable para Equipos de Escaneo de Tecnologías de GSM Y 3G podemos brindar esta extensión compitiendo al mismo nivel con los equipos de vanguardia.

Otro beneficio es un mejor aprovechamiento de personal en el campo laboral, practicidad de equipo, seguridad del mismo a la hora de arribar al campo laboral ya que como es un sistema para laborar en la intemperie está diseñado con materiales de alta resistencia y una sencilla interacción entre operador y sistema.

El Sistema de Rotación Programable para Equipos de Escaneo de Tecnologías de GSM Y 3G está diseñado para hacer frente ante los nuevos sistemas de monitoreo que surjan en los siguientes años, ya que con las implementaciones de software que son muy sencillas y de fácil acceso en comparación de nuevos sistemas que en algunos casos su procedencia es de un país con un lenguaje diferente y con una serie de configuraciones y mantenimiento de alto costo, es por esto que nuestro Sistema hace frente ante las nuevas tecnologías y fomenta el desarrollo de nuevas tecnologías nacionales.

## **BIBLIOGRAFIA**

- [1] Joseph E. Shigley, “TEORIA DE MAQUINAS Y MECANISMOS” 1ra Edición, McGraw-Hill
- [2] Zhou M. “Design of Industrial System via Relay ladder logic Programming” 1re Edición, IEEE 1998.
- [3] “RUEDAS DENTADAS O ENGRANAJES” SEFARAD, 2000
- [4] Evelio, M “Revista NET” 2011

## **CIBEEROGRAFIA**

- [1]<http://www.jornada.unam.mx/2011/01/31/index.php?section=economia&article=027n1eco>
- [2]<http://www.cnnexpansion.com/negocios/2011/01/31/telefonos-eg-fallas-telcel-cofetel>.
- [3]<http://cluster.cuquo.com/2010/01/moderniza-cofetel-red-nacional-de-monitoreo>.
- [4]<http://www.informador.com.mx/economia/2011/266177/6/cofetel-pide-a-telcel-y-nextel-dar-solucion-a-interferencia.htm>.
- [5] <http://www.todorobot.com.ar/informacion/tutorial%20stepper/stepper-tutorial.htm>
- [6] <http://bildr.org/2011/06/easydriver/>
- [7][http://www.institutodelperu.org.pe/descargas/Eventos/Conferencias/2009\\_07\\_09\\_telecomunicaciones/ral\\_katz.pdf](http://www.institutodelperu.org.pe/descargas/Eventos/Conferencias/2009_07_09_telecomunicaciones/ral_katz.pdf)

**ANEXOS**

**ESTUDIO DE VARIABILIDAD**

<b>COMPONENTES</b>	<b>COSTO</b>
	<b>\$15,000.00 USD</b>
<b>ANALIZADOR DE ESPECTROS</b>	
	<b>\$250.00 MN</b>
<b>EASY DRIVER</b>	
	<b>\$350.00 MN</b>
<b>ARDUINO</b>	
	<b>\$200.00 MN</b>
<b>TUBULAR DE FIERRO</b>	
	<b>\$100.00 MN</b>
<b>ACRILICO</b>	
	<b>\$320.00 MN</b>
<b>PIEZAS MECANICAS</b>	
	<b>\$45.00 MN</b>
<b>CONECTORES</b>	
	<b>\$200.00 MN</b>
<b>BATERIA</b>	
	<b>\$235.00 MN</b>
<b>MOTOR A PASOS</b>	
	<b>\$35.00 MN</b>
<b>BRÚJULA</b>	
	<b>\$15.00 MN</b>
<b>ESTABILIZADORES</b>	
	<b>\$7.00 MN</b>
<b>NIVEL DE BURBUJA</b>	
	<b>\$550.00 MN</b>
<b>INGENIERÍA</b>	
	<b>\$152,307.00 MN</b>
<b>TOTAL</b>	

Tomando en cuenta que es un producto único el precio de este Sistema incrementa, sin embargo dentro de la estimación anterior debemos de deducir los \$150, 000.00 MN del Dispositivo de Escaneo ya que las empresas ya deben de contar con uno propio, por lo que el producir en serie el Diseño de un Sistema de Rotación Programable para Equipos de Escaneo de Tecnologías de GSM Y 3G decaerá en costo por lo que el precio estimado será de \$2,310.00 MN estimando la instalación de los componentes del listado anterior.

## GLOSARIO

**SISTEMA AUTOMATIZADO:** La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

**GSM:** Sistema Global para las comunicaciones Móviles (*Global System for Mobile communications*), es el sistema de teléfono móvil digital más utilizado y el estándar para teléfonos móviles

**3G 3G** es la abreviación de **tercera generación** de transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil mediante UMTS

**UMTS: UNIVERSAL MOBILE TELECOMMUNICATIONS SYSTEM** es una de las tecnologías usadas por los móviles de tercera generación, inicialmente esté pensada para su uso en teléfonos móviles, la red UMTS no está limitada a estos dispositivos, pudiendo ser utilizada por otros. Sus tres grandes características son las capacidades multimedia, una velocidad de acceso a Internet elevada, la cual también le permite transmitir audio y video en tiempo real; y una transmisión de voz con calidad equiparable a la de las redes fijas. Además, dispone de una variedad de servicios muy extensas

**ALGORITMO:** es un conjunto preescrito de instrucciones o reglas bien definidas, ordenadas y finitas que permite realizar una actividad mediante pasos sucesivos que no generen dudas a quien deba realizar dicha actividad.

**INTERFAZ:** es la conexión entre dos ordenadores o máquinas de cualquier tipo dando una comunicación entre distintos niveles.

**INTERFERENCIAS:** es un fenómeno en el que dos o más ondas se superponen para formar una onda resultante de mayor o menor amplitud. El efecto de interferencia puede ser observado en cualquier tipo de ondas, como luz, radio, sonido, ondas en la superficie del agua,

**GENERACIÓN 1G.-** es la abreviación para la telefonía móvil de *primera generación*. Estos teléfonos utilizan tecnología analógica y fueron lanzados en los 80. Éstos continuaron después del lanzamiento comercial de los teléfonos móviles de segunda generación.

**GENERACIÓN 2G.-** La telefonía móvil 2G no es un estándar o un protocolo sino que es una forma de marcar el cambio de protocolos de telefonía móvil analógica a digital.

**GENERACIÓN 3G.-** es la abreviación de **tercera generación** de transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil mediante UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System* o servicio universal de telecomunicaciones móviles).

## OPERADORA

Telcel (subsidiaria de América Móvil): operando bajo TDMA (Análogo y Digital), GSM (2G), GPRS (2.5G) Y UMTS (3G). Planea a futuro incursionar en 4G (LTE)

Movistar: operando también bajo los estándares CDMA (Digital), GSM (2G), GPRS (2.5G), EDGE (2.75G), UMTS (3G), HSDPA (3.5G) y HSUPA (3.75G). Al igual que Telcel, incursionará en LTE (4G). Ya realiza pruebas.

Iusacell (parte del Grupo Salinas): operando bajo CDMA (Digital) y EV-DO (3G sobre CDMA). En el 2° semestre de 2010 encendió su red GSM.

Unefón (parte del Grupo Salinas): operando también bajo CDMA; y por ser parte de Iusacell pasará a GSM.

Nextel Mexico: operando bajo iDEN.

**CIRCUITO INTEGRADO.**- Un **circuito integrado (CI)**, también conocido como **chip** o **microchip**, es una pastilla pequeña de material semiconductor, de algunos milímetros cuadrados de área, sobre la que se fabrican circuitos electrónicos generalmente mediante fotolitografía y que está protegida dentro de un encapsulado de plástico o cerámica

**HAND-HELD.**- El término **handheld** (o **Handheld Computer, Handheld Device**) es un anglicismo que significa en castellano "palmar" y describe a una computadora portátil que se puede llevar en una mano a cualquier parte mientras se utiliza.

**LCD.**- (*Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display*, Transistor de Película Fina - Pantalla de Cristal Líquido) es una variante de pantalla de cristal líquido (LCD) que usa tecnología de transistor de película delgada (TFT) para mejorar su calidad de imagen.

**USB.**- El **Universal Serial Bus** (bus universal en serie **USB**) es un estándar industrial desarrollado en los años 1990 que define los cables, conectores y protocolos usados en un bus para conectar, comunicar y proveer de alimentación eléctrica entre ordenadores y periféricos y dispositivos electrónicos.