

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES



TESIS

**DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL
REMOTO DE LA ANTENA DE RECEPCIÓN DE LOS
ENLACES MICROONDA DE TV PERÚ CANAL 7 –
FILIAL AREQUIPA**

PRESENTADO POR EL BACHILLER

JULIO CESAR RAMOS DEL CARPIO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

AREQUIPA – PERÚ

2017

El presente trabajo está dedicado a Dios por darme la vida, a mi madre y esposa que han sido mi apoyo y me han ayudado a ser la persona que soy y a mis abuelos que desde el cielo me cuidan

Quiero expresarle mi agradecimiento a mis asesores por guiarme no solo en este proyecto; sino en las diferentes etapas de la carrera, y a los diferentes docentes que me ayudaron a culminar con éxito este proceso

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se pretende diseñar el prototipo de un sistema que controle de manera remota la antena de recepción de los enlaces microonda de TV Perú Canal 7 – Filial Arequipa. El propósito de dicho diseño es mejorar las condiciones con las que se opera dicha antena, ya que esta se encuentra instalada en una torre a 50 metros de altura y cada vez que se quiere hacer un enlace microonda, un operario tiene que subir a la torre y mover la antena; esto ocasiona que el tiempo en el que se realiza un enlace microonda sea considerablemente alto, teniendo en cuenta que en televisión los espacios que se dan para un enlace en vivo son muy cortos, y muchas veces por esta demora para realizar los enlaces no se ha podido salir al aire.

Por lo antes expuesto, se ha diseñado el prototipo del sistema que permitirá controlar de manera remota esta antena de recepción de enlaces microonda; el mismo que permite dos maneras de poder controlarla, una a través de un módulo Joystick utilizando módulos Arduino y la otra a través de un equipo de radio teléfono celular utilizando una aplicación desarrollada con App Inventor y utilizando tecnología 3G.

En conclusión, el diseño del prototipo demuestra los beneficios que trae para la realización de los enlaces microonda.

Palabras Clave: Prototipo, enlaces microonda, antena de recepción, enlaces en vivo, modulo joystick, aplicación para celulares, App Inventor, tecnología 3G.

ABSTRACT

In the present research work, it is intended to design a prototype of a system that remotely controls the antenna reception of the microwave links of Peru Canal 7 - Arequipa Branch. The purpose of this design is to improve the conditions with which the antenna is operated, since it is installed in a tower 50 meters high and every time you want to make a microwave link, an operator has to climb the tower And move the antenna; This causes that the time in which a microwave link is made is considerably high, taking into account that in television the spaces that are given for a live link are very short, And many times because of this delay in realizing the links has not It was possible to go on the air.

By the shown; The prototype of the system has been designed that will allow remote control of this microwave receiving antenna; The same that allows two ways to be able to control it, one through a Joystick module using Arduino modules and the other through a radio cell phone using an application developed with App Inventor and using 3G technology.

In conclusion, the prototype design demonstrates the benefits it brings to the realization of microwave links.

Keywords: Prototype, microwave links, receiving antenna, live links, joystick module, mobile app, App Inventor, 3G technology.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el mundo de la televisión ha evolucionado notablemente, sobre todo en lo que concierne a los espacios noticiosos de cada medio de comunicación. Podemos ver la competencia que existe entre los diferentes canales por querer llegar primero al punto donde ocurre la noticia y salir en vivo de dicho punto; los últimos avances de la tecnología ha permitido que cada vez sea más fácil poder llegar a estos puntos, utilizando diferentes sistemas para lograrlo. TV Perú no es ajena a esta evolución, es por eso que la Filial de Arequipa cuenta con un sistema de enlace microonda el cual permite enlazar desde cualquier punto de la ciudad con la filial una cámara, mediante la cual se envía las señales de audio y video. Este sistema de enlace microonda es utilizado para realizar transmisiones diarias para el bloque regional de TV Perú Noticias, para transmitir actividades importantes que se realicen en la ciudad o cuando lo solicite el canal; este sistema consta de dos partes, un transmisor que es móvil, el cual se desplaza por diferente puntos de la ciudad, y un equipo receptor que se encuentra instalado en una torre a 50 metros de altura.

Para realizar este trabajo, se cuenta con dos personas; siendo necesario que uno de ellos se desplace al punto de transmisión, mientras que el otro suba a la torre donde se encuentra el receptor. La acción de subir y bajar de la torre a veces ocasiona problemas al momento de realizar una transmisión microonda, esto debido al tiempo que se toma en subir y bajar de la torre, además del riesgo que se corre al momento de hacer este trabajo. Por lo tanto, el presente trabajo de tesis busca dar solución a este problema, proponiendo un sistema que permita mover el equipo receptor de enlace microonda sin tener que subir a la torre.

A continuación, se describe el contenido de este trabajo de tesis. Está dividido en seis capítulos: en el capítulo uno, se presenta información sobre el lugar donde se pretende implementar el proyecto, se describe la problemática y se da a conocer los objetivos a los que se desea llegar; en el capítulo dos, se muestran los conceptos que son necesarios conocer para el presente trabajo; en el capítulo tres, se alcanzan algunos trabajos que aportaron de alguna manera al presente trabajo; en el capítulo cuatro, se explica el proyecto, mostrando la circuitería y programación que se utiliza; en el capítulo cinco, se muestran los resultados a los que se ha llegado, también se hace un análisis de una posible implementación y se indican los costos del proyecto; en el capítulo seis, se enuncian las conclusiones y recomendaciones.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 PRESENTACIÓN	1
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	2
1.2.1 Equipos de recepción.....	2
1.2.2 Equipos de transmisión.....	2
1.2.3 Personal encargado	3
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4 ALCANCES	4
1.5 BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	4
1.6 HIPÓTESIS	5
1.7 OBJETIVOS DEL PROYECTO	5
1.7.1 Objetivo general.....	5
1.7.2 Objetivos específicos	5
1.8 VARIABLES E INDICADORES	5
1.8.1 Variable independiente	5
1.8.2 Variables dependientes	6
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 MICROONDAS	7
2.1.1 Definición	7
2.1.2 Radio enlace de microondas.....	8
2.1.3 Clasificación	8
2.1.4 Antenas de microondas	9

2.1.5	Funcionamiento	9
2.2	EQUIPOS UTILIZADOS PARA LOS ENLACES MICROONDA EN TV PERÚ - FILIAL AREQUIPA	10
2.2.1	Equipos de transmisión.....	10
2.2.2	Equipos de recepción.....	16
2.3	ARDUINO	18
2.3.1	Definición	18
2.3.2	Arduino UNO	18
2.3.3	Descripción general de Arduino UNO.....	19
2.3.4	Características técnicas.....	23
2.4	MÓDULO ETHERNET	23
2.5	MOTOR PASO A PASO	24
2.5.1	Principio de funcionamiento	25
2.5.2	Tipos de motores paso a paso.....	25
2.5.3	Secuencias para manejar motores paso a paso bipolares	26
2.5.4	Secuencias para manejar motores paso a paso unipolares	27
2.6	Joystick	29
2.7	App Inventor	30
2.7.1	¿Qué es App Inventor?	30
2.7.2	Utilizando App Inventor	31
2.7.3	Simulación App Inventor.....	33
2.8	DNS (Sistema de Nombre de Dominio).....	34
2.8.1	¿Qué son los DNS?.....	34
2.8.2	DDNS (DNS Dinámico).....	35
2.8.3	NO-IP.....	36
CAPÍTULO III		37
TRABAJOS RELACIONADOS		37
3.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	37
CAPÍTULO IV.....		39
DESARROLLO DEL PROYECTO		39
4.1	SISTEMA DE ENLACE MICROONDA TV PERÚ – FILIAL AREQUIPA.....	39
4.1.1	Parámetros a tener en cuenta para los enlaces microonda	40
4.2	EXPLICACIÓN DEL PROYECTO	43
4.2.1	Mediante un Joystick.....	43

4.2.2	Remotamente por un celular	44
4.3	DISEÑO DEL SISTEMA (HARDWARE).....	45
4.3.1	Control mediante Joystick.....	46
4.3.2	Control por celular	47
4.4	DISEÑO DEL SISTEMA (SOFTWARE)	49
4.4.1	Declaración de librerías	50
4.4.2	Declaración del servidor	51
4.4.3	Declaración de variables.....	51
4.4.4	Configuración de los pines	52
4.4.5	Servidor Arduino	52
4.4.6	Control motor por Ethernet.....	54
4.4.7	Opción guardar	54
4.4.8	Opción actualizar	55
4.4.9	Opción posición.....	55
4.4.10	Control del motor mediante un Joystick.....	57
4.5	DDNS CON NO- IP	58
4.6	DISEÑO DE LA APLICACIÓN EN ANDROID	61
4.6.1	Probar conexión y posición	61
4.6.2	Control.....	61
4.7	VISUALIZACIÓN	63
4.8	PROGRAMACIÓN DE LA CÁMARA DE VIDEO	64
4.8.1	Configuración de la cámara IP.....	64
4.8.2	Registro de cuenta en Ezviz.....	65
4.8.3	Registro de dispositivo	67
4.9	USO DEL ROUTER 3G	71
	CAPÍTULO V	73
	RESULTADOS Y ANÁLISIS	73
5.1	RESULTADOS.....	73
5.1.1	Montaje del módulo de control.....	73
5.1.2	Actuadores.....	77
5.1.3	Conexión a Internet	79
5.1.4	Visualización.....	79
5.1.5	Aplicación para celular	80
5.2	ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN.....	81

5.2.1	Actuadores.....	81
5.2.2	Driver.....	87
5.2.3	Fuentes de alimentación.....	94
5.3	ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO	95
CAPÍTULO VI.....		98
6.1	CONCLUSIONES.....	98
6.2	RECOMENDACIONES.....	99
LINKOGRAFÍA.....		101
GLOSARIO.....		103
ANEXOS.....		107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Transmisor PTX PRO.....	10
Figura 2.2. Plato parabólico	11
Figura 2.3. Antena	11
Figura 2.4. Trípode.....	11
Figura 2.5. Grupo electrógeno	12
Figura 2.6. Cámara HD	12
Figura 2.7. Trípode de la cámara	13
Figura 2.8. Micrófono inalámbrico	13
Figura 2.9. LED Fresnel	14
Figura 2.10. Trípode de tacho de luz.....	14
Figura 2.11. Cables de video y audio	15
Figura 2.12. Cables AC.....	15
Figura 2.13. Niples BNC	16
Figura 2.14. Vista frontal receptor del enlace microonda de la Filial Arequipa.	16
Figura 2.15. Vista superior receptor del enlace microonda de la Filial Arequipa	17
Figura 2.16. Monitor	17
Figura 2.17. Encoder.....	18
Figura 2.18. Arduino UNO.....	19
Figura 2.19. Descripción Arduino	20
Figura 2.20. Características del módulo Arduino.....	23
Figura 2.21. Arduino Ethernet Shield	24
Figura 2.22. Motor paso a paso	24
Figura 2.23. Imagen del rotor	25
Figura 2.24. Motor bipolar	26
Figura 2.25. Motor unipolar	26
Figura 2.26. Secuencia motores bipolares	27
Figura 2.27. Secuencia normal de motores unipolares.....	28
Figura 2.28. Secuencia del tipo wave drive	28
Figura 2.29. Secuencia del tipo medio paso.....	29

Figura 2.30. Módulo Joystick.....	30
Figura 2.31. App Inventor.....	31
Figura 2.32. Editor visual de componentes	32
Figura 2.33. Editor de bloques	33
Figura 2.34. Emulador.....	34
Figura 2.35. DNS	34
Figura 2.36. No-IP.....	36
Figura 4.1. Sistema enlace microonda	40
Figura 4.2: No hay enlace	42
Figura 4.3. Enlace microonda óptimo	43
Figura 4.4. Control con Joystick	44
Figura 4.5. Control por celular.....	45
Figura 4.6. Diagrama del control por Joystick.....	46
Figura 4.7. Control por Joystick.....	47
Figura 4.8. Diagrama con Shield Ethernet.....	48
Figura 4.9. Conexiones Shield Ethernet	48
Figura 4.10. Entorno de desarrollo	49
Figura 4.11. Comunicación Arduino - PC	50
Figura 4.12. Red interna	56
Figura 4.13. Página Web - Red Interna.....	57
Figura 4.14. Página Web con IP pública – celular	58
Figura 4.15. Página No - IP.....	59
Figura 4.16. Agregar un Host No - IP	60
Figura 4.17. Página Web con nombre de Host – celular	60
Figura 4.18 Aplicación para celular	62
Figura 4.19. Programa de la aplicación para celular	63
Figura 4.20. Aplicación para celular con cámara IP	64
Figura 4.21. Configuración de la cámara IP	65
Figura 4.22. Página de inicio Ezviz	65
Figura 4.23. Registro de cuenta Ezviz.....	66
Figura 4.24. Código de verificación	66
Figura 4.25. Ingreso del código de verificación	67
Figura 4.26. Página de inicio Ezviz	67
Figura 4.27. Agregar dispositivo a Ezviz de forma automática	68

Figura 4.28. Número de serie del dispositivo	68
Figura 4.29. Agregar el dispositivo a Ezviz con número de serie	69
Figura 4.30. Código de verificación del dispositivo	69
Figura 4.31. Dispositivo agregado a Ezviz	70
Figura 4.32. Vista en vivo del dispositivo.....	70
Figura 4.33. Dirección IP pública.....	71
Figura 4.34. Apertura del puerto 8080.....	72
Figura 5.1. Etapa de control	74
Figura 5.2. Vista superior de la etapa de control	74
Figura 5.3. Controlador principal	75
Figura 5.4. Conexiones del Driver ULN2003	76
Figura 5.6. Fuentes de alimentación	77
Figura 5.7. Prototipo de actuadores	78
Figura 5.8. Router inalámbrico 3G	79
Figura 5.9. Visualización de los parámetros del receptor	80
Figura 5.10. Aplicación.....	80
Figura 5.11. Receptor de enlace microondas de la Filial Arequipa	82
Figura 5.12. Motor NEMA 23.....	83
Figura 5.13. Montaje del trabajo.....	84
Figura 5.14 Armazón de la parte superior	85
Figura 5.15. Engranajes del armazón	85
Figura 5.16. Armazón de la parte inferior	85
Figura 5.17. Equipo receptor.....	86
Figura 5.18. Centro de gravedad del equipo receptor	87
Figura 5.19. Driver L928N	88
Figura 5.20. Pines del driver L298N	89
Figura 5.21. Alimentación del driver L298N.....	90
Figura 5.22. Conexión de los pines de control ULN2003.....	90
Figura 5.23. Conexión de los pines de control L298N	91
Figura 5.24. Conexión de los motores con el driver L298N	92
Figura 5.25. Áreas de los conductores AWG en mm ² y CM	94
Figura 5.26. Fuente de alimentación de los drivers y motores.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Nivel de calidad del enlace	42
Tabla 5.1. Tiempo de respuesta.....	81
Tabla 5.2. Análisis del costo del prototipo	95
Tabla 5.3. Análisis del costo para la implementación	96

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 PRESENTACIÓN

TV PERÚ, canal 7- Filial Arequipa, se encuentra ubicada en nuestra ciudad en la Urb. La Marina B-15, distrito de Cayma, donde funciona su local institucional. Actualmente, emite las señales de televisión analógica (canal 7), televisión digital terrestre TDT (canal 7.1 en HD, 7.2 - estándar, 7.3 –canal de noticias y 7.4 – canal IPE, Identidad Peruana) y de radio (Radio Nacional en la frecuencia 92.5 MHz); además, tiene a su cargo 14 estaciones repetidoras ubicadas en diferentes lugares de la región Arequipa.

La filial cuenta con un sistema de enlace microonda, el cual se utiliza para realizar transmisiones en vivo de los diferentes acontecimientos que ocurren en la ciudad; también cuenta con un estudio de televisión, un switcher de video, una consola de audio y un equipo de prensa, todo esto permite que en la Filial de Arequipa haya producción de espacios noticiosos, los cuales son difundidos a nivel nacional a través de las diferentes señales que hay en el canal.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El sistema de enlace microonda que hay en TV PERÚ Filial Arequipa cuenta con las siguientes partes:

1.2.1 Equipos de recepción

Consta de dos partes, una instalada en la torre del canal a una altura de 50 metros que contiene en un receptor, antena, y un trípode; y la otra parte instalada en la filial que consiste en un monitor utilizado para verificar la señal que se recibe, y un Encoder el cual se conecta a un sistema de fibra óptica que permite enviar la señal a Lima en tiempo real.

1.2.2 Equipos de transmisión

Estos equipos se movilizan diariamente a diferentes puntos de la ciudad y son necesarios para realizar un enlace microonda, son los siguientes:

- Cámara de video
- Transmisor
- Trípode de microonda
- Cables de video
- Cables de audio
- Cables de AC
- Grupo electrógeno
- Micrófonos inalámbricos

1.2.3 Personal encargado

Consta de un técnico de microonda y un asistente. El técnico de microonda es el responsable de los equipos y cuyas funciones son las de asegurar que los enlaces se realicen de forma adecuada, movilizar todos los equipos necesarios para la transmisión y coordinar con la producción al momento de la transmisión.

El asistente tiene como función principal subir a la torre y coordinar con el técnico el enlace microonda; además, debe monitorear la señal en la filial y otras funciones que se le encargue.

Debido a que las transmisiones microonda se hacen de forma diaria y muchas veces de diferentes puntos de la ciudad, es necesario que el asistente de microonda todos los días suba a la torre para dirigir la antena de recepción y verificar que el enlace se realiza de forma adecuada cumpliendo los parámetros establecidos para esta; además, este debe monitorear la señal en la filial mientras que el técnico de microonda se desplaza con los equipos hacia el punto de transmisión.

Estas transmisiones se realizan temprano, por la mañana (ocasionalmente en las tardes y noches); el problema es subir y bajar de la torre, debido al riesgo que conlleva; y además, el tiempo que se toma en subir y bajar de la misma. Este tiempo muchas veces no es suficiente ya que también se debe monitorear la señal en la filial. A veces es necesario que las dos personas encargadas se desplacen juntas a los puntos de transmisión, debido a la cantidad de equipo que se utiliza y a los puntos donde se va, que no siempre son de fácil acceso.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En televisión, el tiempo es muy importante al momento de realizar un enlace microonda, porque los espacios que se dan para los enlaces en vivo son muy cortos. Este trabajo busca dar solución al problema de subir y bajar de la torre, proponiendo un sistema que simplifique este trabajo.

1.4 ALCANCES

- El desarrollo del trabajo permite dar solución solo a la problemática que se presenta en TV Perú – Filial Arequipa.
- Se presenta un prototipo, pudiéndose implementar en la empresa previo análisis y aprobación del jefe de la institución.
- Solo se propondrán dos formas de poder mover el equipo receptor de enlace microonda, las cuales serán demostradas en el prototipo.
- Para la implementación, se realizará un análisis para conocer qué dispositivos serán necesarios utilizar posteriormente.

1.5 BENEFICIOS DEL PROYECTO

De ser implementado el proyecto, traería los siguientes beneficios para la filial:

- Ahorro del tiempo que se toma en subir y bajar de la torre.
- Eliminar el riesgo que se corre al subir y bajar de la torre.
- Disminuir el esfuerzo del técnico.
- El técnico podría desarrollar otras funciones necesarias al momento de realizar un enlace microonda.

1.6 HIPÓTESIS

La implementación de un prototipo permitirá demostrar que se puede mover el equipo receptor de enlace microonda de forma remota, sin tener que subir a la torre.

1.7 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.7.1 Objetivo general

Diseñar el prototipo de un sistema para el control remoto de la antena de recepción de los enlaces microonda de TV Perú Canal 7 – Filial Arequipa, 2017

1.7.2 Objetivos específicos

- Eliminar los tiempos muertos de operación que tiene el asistente al subir y bajar de la torre.
- Disminuir el tiempo que se demora en realizar el enlace microonda.
- Disminuir los riesgos personales asociados al manejo de los equipos de recepción de enlace microonda.
- Mejorar la calidad de las transmisiones microonda.

1.8 VARIABLES E INDICADORES

1.8.1 Variable independiente

- Disponibilidad del personal.

Indicador

- El número de personas encargadas para esta labor son dos.

1.8.2 Variables dependientes

- El tiempo que toma en subir y bajar de la torre.

Indicador

- Aproximadamente de 15 a 20 minutos.
- La rapidez con que se realiza un enlace microonda.

Indicador

- Desde que se llega al punto de transmisión, se demora de 5 a 15 minutos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 MICROONDAS

2.1.1 Definición¹

Se describe como microondas a aquellas ondas electromagnéticas cuyas frecuencias van desde los 300 MHz hasta los 300 GHz o aún más. Por consiguiente, las señales de microondas, a causa de sus altas frecuencias, tienen longitudes de onda relativamente pequeñas, de ahí el nombre de “micro” ondas. Así por ejemplo, la longitud de onda de una señal de microondas de 100 GHz es de 0,3 cm., mientras que la señal de 100 MHz, como las de banda comercial de FM, tiene una longitud de 3 metros. Las longitudes de las frecuencias de microondas van de 1 a 60 cm., un poco mayores a la energía infrarroja.

¹ Mora Bolaños, Dagoberto. *Microondas*. Recuperado de: <http://es.slideshare.net/miguelangelperezhenao/microondas-dago>.

2.1.2 Radio enlace de microondas²

Sistema de comunicaciones que trabajan en la banda de frecuencias ultra elevadas (UHF – 300Mhz a 3Ghz), y utilizan un haz radio eléctrico como si fuera un rayo de luz para establecer un enlace punto a punto entre dos estaciones receptoras. Las principales aplicaciones de un sistema de microondas terrestre son las siguientes:

- Telefonía básica (canales telefónicos)
- Datos
- Canales de Televisión
- Vídeo
- Telefonía Celular (Troncales)
- Entre otros

2.1.3 Clasificación³

De acuerdo con el tipo de señal que transportan, los sistemas de microondas se pueden clasificar en:

A. Microonda analógica

Las microondas analógicas fueron las primeras que se instalaron y tenían la finalidad de transmitir canales telefónicos y de televisión

² Redtauros, *Radio Enlaces Terrestres | Microondas*. Recuperado de: http://www.redtauros.com/Clases/Medios_Transmision/04_Radioenlaces_Terrestres_Microondas_.pdf

³ Cruz Telles, Nancy. *Radio Enlace de Microondas*. Recuperado de: <http://www.slideshare.net/6IM8/radio-enlace-de-microondas>

B. Microonda digital

Permiten la regeneración de los pulsos que por el sistema de comunicaciones son transmitidos. La regeneración de la señal da mayor tolerancia al ruido y a las interferencias.

2.1.4 Antenas de microondas ⁴

Las antenas usadas en la transmisión de señales de microondas están compuestas por dos partes principales el reflector y el alimentador y pueden ser clasificadas en:

A. Omnidireccionales

Es cuando irradian energía en todas las direcciones con igual intensidad.

B. Direccionales

Son cuando la energía transmitida es concentrada en un delgado haz dirigido hacia la antena receptora.

2.1.5 Funcionamiento ⁵

Básicamente un enlace vía microonda consiste en tres componentes fundamentales: el trasmisor, el receptor y el canal aéreo. El transmisor es el responsable de modular una señal digital a la frecuencia utilizada para transmitir. El canal aéreo representa un camino abierto entre el transmisor y el receptor, y como es de esperarse el receptor es el encargado de capturar la señal transmitida y llevarla de nuevo a señal digital. El factor

⁴ Cruz Telles, Nancy. *Radio Enlace de Microondas*. Recuperado de: <http://www.slideshare.net/6IM8/radio-enlace-de-microondas>

⁵ Guanolisa Quinga, Luis. *Implementación de Sistemas de Telecomunicaciones para las Redes de Datos de las Empresas Publicas y Privadas del País*. Quito, Enero 2012, 57pp.

limitante de la propagación de la señal en enlaces microondas es la distancia que se debe cubrir entre el transmisor y receptor, además esta distancia debe ser libre de obstáculos. Otro aspecto que se debe señalar es que en estos enlaces, el camino entre el receptor y transmisor debe tener una altura mínima sobre los obstáculos en la vía, para compensar se utilizan torres para ajustar dichas alturas.

2.2 EQUIPOS UTILIZADOS PARA LOS ENLACES MICROONDA EN TV PERÚ - FILIAL AREQUIPA

2.2.1 Equipos de transmisión

A. Transmisor

1. PTX PRO

La PTX-PRO es un transmisor portátil versátil con muchas opciones y configuraciones. Es compatible con modulación digital y analógica, acepta varias entradas.⁶

Figura 2.1. Transmisor PTX PRO



Fuente: Elaboración propia

2. Plato parabólico y antena

El plato parabólico es de 65 cm de diámetro, está hecho de fibra de vidrio. La antena trabaja en el rango de 6,4 – 7,1 GHz.

⁶ Vislink, *Manual de usuario y técnico, USA.*, Enero 2012, 49pp.

Figura 2.2. Plato parabólico



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.3. Antena



Fuente: Elaboración propia

3. Trípode de microonda

Figura 2.4. Trípode



Fuente: Elaboración propia

4. Grupo electrógeno

Generador de 1KVA de potencia, ofrece salidas AC y DC, funciona a gasolina, su tiempo de trabajo es de 4 horas.

Figura 2.5. Grupo electrógeno



Fuente: Elaboración propia

B. Equipos de video

1. Cámara

Graba en HD lo que nos da una buena calidad de imagen.

Figura 2.6. Cámara HD



Fuente: Elaboración propia

2. Trípode de cámara

Si bien la cámara se lleva al hombro, muchas veces es necesario lograr una mayor estabilidad para lo cual se utiliza el trípode.

Figura 2.7. Trípode de la cámara



Fuente: Elaboración propia

C. Equipos de audio

1. Micrófono inalámbrico de mano

Utilizado por el reportero para sus entrevistas.

Figura 2.8. Micrófono inalámbrico



Fuente: <http://www.madridhifi.com>

D. Iluminación

1. Tacho de luz LED

Para dar mayor iluminación, si es necesario, se suele llevar uno o dos dependiendo del lugar.

Figura 2.9. LED Fresnel



Fuente: Elaboración propia

2. Trípode

Es el soporte del tacho de luz.

Figura 2.10. Trípode de tacho de luz



Fuente: Elaboración propia

E. Accesorios

1. Cables de video y audio

Cable coaxial RG59 HD-SDI, se utiliza el sistema embebido; es decir, por el mismo cable se envía las señales de audio y video.

Figura 2.11. Cables de video y audio



Fuente: Elaboración propia

2. Cables de AC

Muchas veces, debido a que el tiempo de transmisión es muy largo, es necesario conectar el transmisor a un punto de luz.

Figura 2.12. Cables AC



Fuente: Elaboración propia

3. Niples BNC

Cuando el punto donde se encuentra el transmisor está a una distancia mayor a 90 metros de la cámara, se utiliza este conector; teniendo en cuenta que se baja la calidad de transmisión a un formato estándar.

Figura 2.13. Niples BNC



Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Equipos de recepción

A. Receptor

Es un equipo con características similares a las del transmisor, con la diferencia que estos están instalados en una antena de 50 metros de altura.

Figura 2.14. Vista frontal receptor del enlace microonda de la Filial Arequipa



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.15. Vista superior receptor del enlace microonda de la Filial Arequipa



Fuente: Elaboración propia

B. Monitor

Utilizado para monitorear la señal de video que se recibe del sistema de enlace microonda.

Figura 2.16. Monitor



Fuente: Elaboración propia

C. Encoder

Recibe la señal del sistema de microonda, el cual es de tipo embebido (conector BNC), y la convierte a una de tipo Ethernet (conector RJ45); se conecta a un sistema de fibra óptica, la cual se encarga de llevar la señal hacia los estudios de TV Perú Lima.

Figura 2.17. Encoder



Fuente: Elaboración propia

2.3 ARDUINO

2.3.1 Definición⁷

Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Arduino puede sentir el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos. El microcontrolador de la placa se programa usando el Arduino Programming Language y el Arduino Development Environment. Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o se pueden comunicar con algún software en ejecución en un ordenador (por ejemplo con Flash, Processing, MaxMSP, etc.). Las placas se pueden ensamblar a mano o encargarse pre ensambladas; el software se puede descargar gratuitamente.

2.3.2 Arduino UNO⁸

Arduino UNO es una placa con un microcontrolador de la marca Atmel y con toda la circuitería de soporte, que incluye,

⁷ Enríquez Herrador, Rafael. *Guía de Usuario de Arduino*. San Francisco, California, USA. 2009, 8pp

⁸ Gobierno de Canarias. *Características técnicas del Arduino UNO*. Recuperado de: <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/ralvgon/files/2013/05/Caracter%C3%ADsticas-Arduino.pdf>.

reguladores de tensión, un puerto USB conectado a un módulo adaptador USB-Serie que permite programar el microcontrolador desde cualquier PC de manera cómoda y también hacer pruebas de comunicación con el propio chip. Arduino UNO dispone de 14 pines que pueden configurarse como entrada o salida y a los que puede conectarse cualquier dispositivo que sea capaz de transmitir o recibir señales digitales de 0 y 5 V. También dispone de entradas y salidas analógicas. Mediante las entradas analógicas podemos obtener datos de sensores en forma de variaciones continuas de un voltaje. Las salidas analógicas suelen utilizarse para enviar señales de control en forma de señales PWM.

Figura 2.18. Arduino UNO



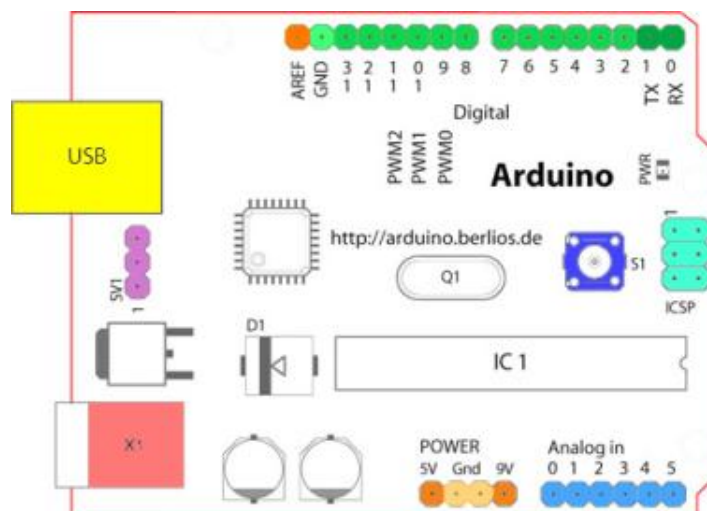
Fuente: <http://escuelatecnica.roqueperez.net/wp-content/uploads/2015/07/Placa-Arduino-Uno.pdf>

2.3.3 Descripción general de Arduino UNO⁹

Mirando a la placa desde la parte de arriba, este es el esquema de Arduino:

⁹ Pérez, Roque. *Placa Arduino UNO*. Recuperado de: <http://escuelatecnica.roqueperez.net/wp-content/uploads/2015/07/Placa-Arduino-Uno.pdf>

Figura 2.19. Descripción Arduino.



Fuente: <http://escuelatecnica.roqueperez.net/wp-content/uploads/2015/07/Placa-Arduino-Uno.pdf>

- Terminal de referencia analógica (naranja)
- Tierra digital (verde claro)
- Terminales digitales 2-13 (verde)
- Terminales digitales 0-1/ E/S serie - TX/RX (verde oscuro) - Estos pines no se pueden utilizar como e/s digitales [digitalRead () y digitalWrite ()] si estás utilizando comunicación serie (por ejemplo Serial.begin).
- Botón de reinicio - S1 (azul oscuro)
- Programador serie en circuito "In-circuit Serial Programmer" o "ICSP" (azul celeste).
- Terminales de entrada analógica 0-5 (azul claro)
- Terminales de alimentación y tierra (alimentación: naranja, tierras: naranja claro)
- Entrada de alimentación externa (9-12VDC) - X1 (rosa)
- Selector de alimentación externa o por USB (coloca un jumper en los dos pines más cercanos de la alimentación que quieras) - SV1 (púrpura). En las versiones nuevas de Arduino la selección de alimentación es automática por lo que puede que no tengas este selector.

- USB (utilizado para subir programas a la placa y para comunicaciones serie entre la placa y el ordenador; puede utilizarse como alimentación de la placa) (amarillo)

A. Entradas digitales

Las terminales digitales de una placa Arduino pueden ser utilizadas para entradas o salidas de propósito general a través de los comandos de programación `pinMode()`, `digitalRead()`, y `digitalWrite()`. Cada terminal tiene una resistencia pull-up que puede activarse o desactivarse utilizando `DigitalWrite()` (con un valor de HIGH o LOW, respectivamente) cuando el pin está configurado como entrada. La corriente máxima por salida es 40 mA.

- **Serial:** 0 (RX) y 1 (TX). Utilizado para recibir (RX) y transmitir (TX) datos serie TTL. En el Arduino, estas terminales están conectadas a las correspondientes patas del circuito integrado conversor FTDI USB a TTL serie.
- **Interruptores externos:** 2 y 3. Estas terminales pueden ser configuradas para disparar una interrupción con un valor bajo, un pulso de subida o bajada, o un cambio de valor.
- **PWM:** 3, 5, 6, 9, 10, y 11. Proporcionan salidas PWM de 8 bit con la función `analogWrite()`. En placas con ATmega8, las salidas PWM solo están disponibles en los pines 9, 10, y 11.
- **SPI:** 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Estas terminales soportan comunicación SPI.
- **LED: 13.** En el Arduino hay un led en placa conectado al pin digital 13. Cuando el pin tiene valor HIGH, el LED está encendido, cuando el pin está en LOW, está apagado

B. Entradas analógicas

Los pines de entrada analógicos soportan conversiones analógico-digital (ADC) de 10 bit utilizando la función `analogRead()`. Las entradas analógicas pueden ser también usadas como pines digitales: entrada analógica 0 como pin digital 14 hasta la entrada analógica 5 como pin digital 19.

C. Pines de alimentación

- VIN (a veces marcada como "9V"). Es el voltaje de entrada a la placa Arduino cuando se está utilizando una fuente de alimentación externa (En comparación con los 5 voltios de la conexión USB o de otra fuente de alimentación regulada). Se puede proporcionar voltaje a través de este pin.
- 5V. La alimentación regulada utilizada para alimentar el microcontrolador y otros componentes de la placa. Esta puede venir de VIN a través de un regulador en placa o ser proporcionada por USB u otra fuente regulada de 5V.
- 3V3. Una fuente de 3.3 voltios generada por el chip FTDI de la placa.
- GND. Pines de tierra.

D. Otros pines

- AREF. Referencia de voltaje para las entradas analógicas. Utilizada con la función `analogReference()`.
- Reset. Pon esta línea a LOW para resetear el microcontrolador. Utilizada típicamente para añadir un botón de reset a shields que bloquean el de la placa principal.

2.3.4 Características técnicas.

Figura 2.20. Características del módulo Arduino

Microcontrolador	Atmega328
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada (Recomendado)	7 – 12V
Voltaje de entrada (Limite)	6 – 20V
Pines para entrada- salida digital.	14 (6 pueden usarse como salida de PWM)
Pines de entrada analógica.	6
Corriente continua por pin IO	40 mA
Corriente continua en el pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (0,5 KB ocupados por el bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Frecuencia de reloj	16 MHz

Fuente: <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/ralvgon/files/2013/05/Caracter%C3%ADsticas-Arduino.pdf>

2.4 MÓDULO ETHERNET¹⁰

El Arduino Ethernet Shield permite a una tarjeta Arduino conectarse a internet. Está basado en el chip Ethernet Wiznet W5100. El Wiznet W5100 provee de una pila IP de red capaz de comunicarse por protocolos TCP y UDP. Soporta hasta cuatro conexiones por socket simultáneas. Se puede utilizar la librería Ethernet para escribir sketches que permiten conectarse a internet utilizando éste shield. El Ethernet Shield tiene una conexión estándar RJ-45, en el shield también se encuentra un zócalo para memorias microSD que puede ser utilizado para almacenar archivos que podemos enviar a través de la red.

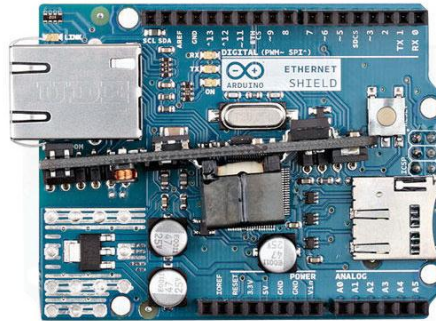
El Ethernet shield contiene los siguientes led de información:

- ON: indica encendido
- LINK: indica la presencia de un enlace de red y parpadea cuando se transmite o recibe datos

¹⁰ Paruro.pe. *Arduino Ethernet Shield*. Recuperado de: <https://paruro.pe/productos/tarjetas-dedesarrollo/tarjetas-de-expansi%C3%B3n/arduino-ethernet-shield-rev-3>.

- 100M: indica que la conexión establecida es a 100Mb/s
- RX: parpadea cuando el shield recibe datos
- TX: parpadea cuando el shield transmite datos

Figura 2.21. Arduino Ethernet Shield



Fuente: <http://www.arduino.org/products/shields/arduino-ethernet-shield>

2.5 MOTOR PASO A PASO ¹¹

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° hasta pequeños movimientos de tan solo 1,8°, es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso (90°) y 200 para el segundo caso (1,8°), para completar un giro completo de 360°.

Figura 2.22. Motor paso a paso



Fuente: <https://coscomantauni.files.wordpress.com/2014/01/motor-paso-a-paso.pdf>

¹¹ Allegro Microsystem. *Motores Paso a Paso*. Recuperado de: <https://coscomantauni.files.wordpress.com/2014/01/motor-paso-a-paso.pdf>

2.5.1 Principio de funcionamiento¹²

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 2.23. Imagen del rotor.



Fuente: <https://coscomantauni.files.wordpress.com/2014/01/motor-paso-a-paso.pdf>

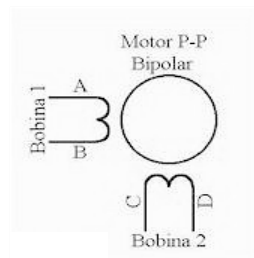
2.5.2 Tipos de motores paso a paso¹³

A. Bipolar

Se componen de 2 bobinas. Para que el motor funcione, la corriente que circula por las bobinas cambia de sentido en función de la tensión, de ahí el nombre de bipolar, debido a que en los extremos de una misma bobina se pueden tener distintas polaridades. Otra de las características que los diferencian de los unipolares son que estos llevan cuatro conexiones externas, dos para cada bobina. A diferencia de los unipolares que son más sencillos de utilizar, en los bipolares su dificultad reside en el control de la alimentación y el cambio de polaridad.

¹² Allegro Microsystem. *Motores Paso a Paso*. Recuperado de: <https://coscomantauni.files.wordpress.com/2014/01/motor-paso-a-paso.pdf>

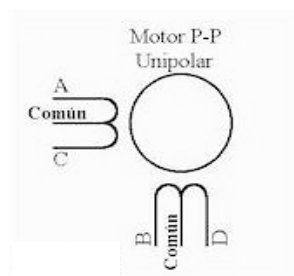
¹³ Universidad Politécnica de Valencia. *Control de Motores Paso a Paso Mediante Microcontroladores*. Recuperado de: <http://server-die.alc.upv.es/asignaturas/lased/2002-03/MotoresPasoPaso/Motorespasoapaso.pdf>

Figura 2.24. Motor bipolar.

Fuente: <https://coscomantauni.files.wordpress.com/2014/01/motor-paso-a-paso.pdf>

B. Unipolar

Los motores paso a paso unipolares se componen de 4 bobinas. Se denominan así debido a que la corriente que circula por sus bobinas lo hace en un mismo sentido, a diferencia de los bipolares. Se componen de 6 cables externos, dos para cada bobina, y otro para cada par de éstas, aunque también se pueden ver con 5 cables, compartiendo el de alimentación para los 2 pares de bobinas.

Figura 2.25. Motor unipolar

Fuente: <https://coscomantauni.files.wordpress.com/2014/01/motor-paso-a-paso.pdf>

2.5.3 Secuencias para manejar motores paso a paso bipolares¹⁴

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

¹⁴ Allegro Microsystem. *Motores Paso a Paso*. Recuperado de: <https://coscomantauni.files.wordpress.com/2014/01/motor-paso-a-paso.pdf>

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:

Figura 2.26. Secuencia motores bipolares

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

Fuente: <https://coscomantauni.files.wordpress.com/2014/01/motor-paso-a-paso.pdf>

2.5.4 Secuencias para manejar motores paso a paso unipolares¹⁵

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.

A. 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.

¹⁵ Allegro Microsystem. *Motores Paso a Paso*. Recuperado de: <https://coscomantauni.files.wordpress.com/2014/01/motor-paso-a-paso.pdf>

Figura 2.27. Secuencia normal de motores unipolares

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	

Fuente: <https://coscomantauni.files.wordpress.com/2014/01/motor-paso-a-paso.pdf>

B. Secuencia del tipo wave drive

En esta secuencia se activa solo una bobina a la vez. En algunos motores esto brinda un funcionamiento más suave. Pero al estar solo una bobina activada, el torque de paso y retención es menor.

Figura 2.28. Secuencia del tipo wave drive

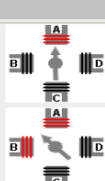
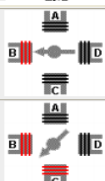
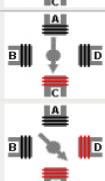
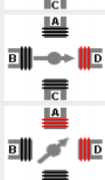
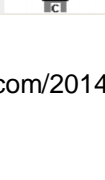

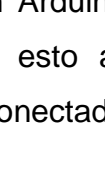
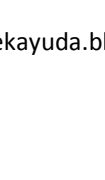
PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	ON	OFF	OFF	OFF	
2	OFF	ON	OFF	OFF	
3	OFF	OFF	ON	OFF	
4	OFF	OFF	OFF	ON	

Fuente: <https://coscomantauni.files.wordpress.com/2014/01/motor-paso-a-paso.pdf>

C. Secuencia del tipo medio paso

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

Figura 2.29. Secuencia del tipo 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	

Fuente: <https://coscomantauni.files.wordpress.com/2014/01/motor-paso-a-paso.pdf>

2.6 Joystick¹⁶

Es un módulo de control en 2D, compatible con Arduino. Nos permite tener un dato analógico en los ejes X e Y, esto a través de la manipulación de una palanca que se encuentra conectada físicamente a

¹⁶ Herrera, Jairo. *Arduino+Joystick+Scratch S4A*. Recuperado de: <http://geekayuda.blogspot.pe/2013/12/arduinojoystickscratch-s4a.html>

un preset produciendo un divisor de voltaje al realizar los desplazamientos en la palanca. El Joystick tiene una posición por default que es el centro y existen desplazamientos tanto para el eje X e Y, en cada movimiento el dispositivo envía una variación de voltaje, permitiéndonos con esto poder identificar la posición exacta del joystick a través de la interpretación del voltaje en los puertos analógicos del Arduino.

Figura 2.30. Módulo Joystick



Fuente: <http://geekayuda.blogspot.pe/2013/12/arduinojoystickscratch-s4a.html>

2.7 App Inventor

2.7.1 ¿Qué es App Inventor?¹⁷

App Inventor es una aplicación originalmente desarrollada por Google y mantenida ahora por el Instituto de Tecnología de Massachusetts. Permite que cualquier persona, incluyendo las no familiarizadas con la programación y SDK de Android, pueda crear aplicaciones de Software para Android. Utiliza una interfaz gráfica, que permite a los usuarios arrastrar y soltar objetos visuales para crear una aplicación que puede ejecutarse en el sistema Android. Se ejecuta vía web, sólo es necesario ejecutar una pequeña aplicación para mostrar el Editor de Bloques (Block Editor) y el emulador, incluso las aplicaciones se guardarán en la web.

¹⁷ Ramírez Benavides, Kryscia. *APP Inventor*. Recuperado de: <http://www.kramirez.net/Robotica/Material/Presentaciones/AppInventor.pdf>

Permite conectarse directamente al equipo Android, aunque en algunos casos no será posible, por ello incluye un emulador para probar las aplicaciones que se desarrollen. Permite guardar el proyecto en PC, para enviarlo a otros usuarios o para hacer copia de seguridad y permite también descargar la aplicación .apk compilada para ser instalada en el dispositivo Android. Por lo cual no se necesita ningún tipo de compilador ni nada por el estilo, todo se realiza en el entorno de App Inventor

Figura 2.31. App Inventor



Fuente: <http://biandroid.com/wordpress-2/app-inventor-una-aplicacion-diferente>

2.7.2 Utilizando App Inventor

Al construir las aplicaciones para Android se trabaja con dos herramientas: App Inventor Designer y App Inventor Blocks Editor. En Designer se construye la Interfaz de Usuario, eligiendo y situando los elementos con los que interactuará el usuario y los componentes que utilizará la aplicación. En el Blocks Editor se define el comportamiento de los componentes de tu aplicación.¹⁸

A. App Inventor Designer¹⁹

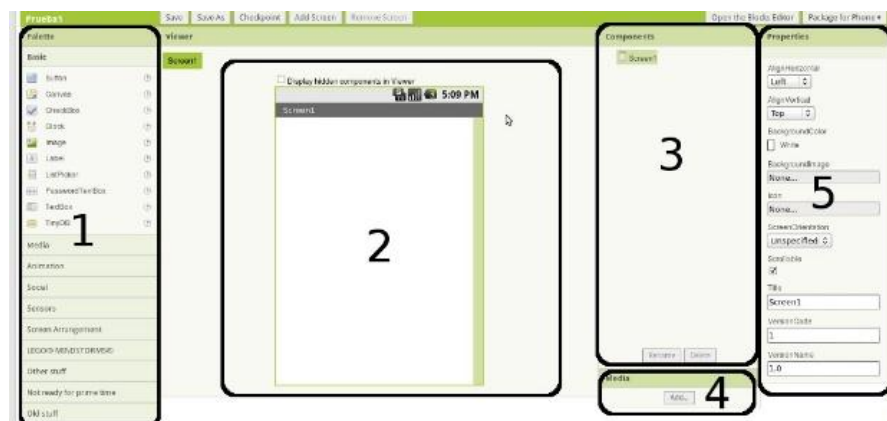
Donde se seleccionan los componentes de la aplicación, consta de las siguientes partes:

¹⁸ Ricoy Riego, Antonio. *App Inventor en Español: Primeros Pasos*. Recuperado de: <https://sites.google.com/site/appinventormegusta/primeros-pasos>

¹⁹ Fernández Díaz, José. *Taller App Inventor*. Recuperado de: <http://es.slideshare.net/jmfdiaz/taller-app-inventor>

1. Paleta, contiene todos los elementos que podemos insertar en nuestra aplicación.
2. Visor, simula la apariencia visual que tendrá la aplicación en el móvil.
3. Componentes, muestra la lista de los componentes que se han colocado en el proyecto.
4. Medios, muestra las distintas imágenes y sonidos que estarán disponibles para el proyecto.
5. Propiedades, aparecerán todos los detalles que se puedan cambiar del componente seleccionado.

Figura 2.32. Editor visual de componentes



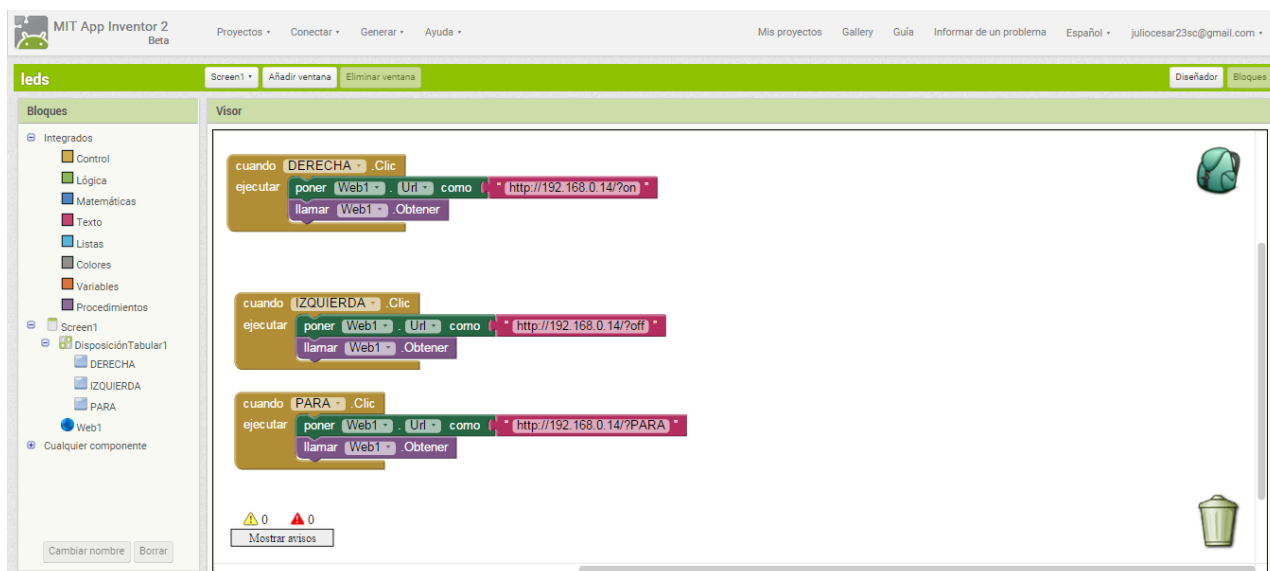
Fuente <https://es.slideshare.net/jmfdiaz/taller-app-inventor>

B. App Inventor Blocks Editor

Donde se ensamblan los módulos del programa que especifican cómo deben comportarse los componentes. Se montan programas visuales, piezas encajando como piezas de un rompecabezas.²⁰

²⁰ Ramírez Benavides, Kryscia. *App Inventor*. Recuperado de: <http://www.kramirez.net/Robotica/Material/Presentaciones/AppInventor.pdf>

Figura 2.33. Editor de bloques.



Fuente: <http://ai2.appinventor.mit.edu>

2.7.3 Simulación App Inventor²¹

Una vez finalizado con los bloques sólo queda poner a prueba nuestra App. Podemos hacerlo desde el emulador de App Inventor o instalando la App directamente en nuestro dispositivo Android. Para esto último tenemos que ir en el menú de la parte superior izquierda del App Inventor donde pone Build para obtener el archivo .apk de la App. Tendremos dos opciones: obtenerlo desde código QR que saldrá en el centro de la pantalla para enfocarlo directamente con la cámara de nuestro dispositivo Android para descargarlo e instalarlo directamente en este o descargar el archivo .apk en nuestro PC para copiarlo en la memoria del dispositivo Android.

²¹ C. Lázaro. *Crear App para Arduino Con App Inventor*. Recuperado de: <http://diymakers.es/crear-app-para-arduino-con-app-inventor/>

Figura 2.34. Emulador



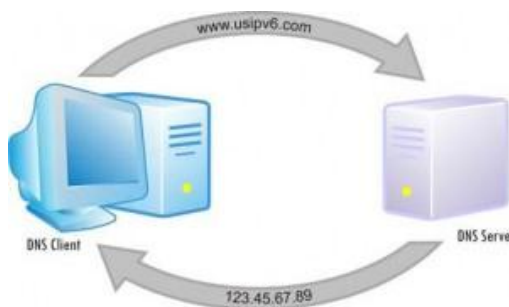
Fuente: <http://www.aplicacionesparatablets.com/desarrollar-aplicaciones-con-app-inventor-capitulo-4/>

2.8 DNS (Sistema de Nombre de Dominio)

2.8.1 ¿Qué son los DNS?²²

DNS (Sistema de Nombre de Dominios) es algo similar a un directorio telefónico online, al cual podemos consultar por el nombre de un dominio (ej.: pchogar.donweb-homeip.net) devolviéndonos la dirección IP (ej.: 200.58.109.32) asociada. Gracias a este sistema podemos utilizar una referencia rápida y fácil de recordar para acceder a los distintos servicios online y dispositivos conectados a Internet, en lugar de memorizar direcciones IP.

Figura 2.35. DNS



Fuente: <http://geekland.eu/elegir-el-mejor-servidor-dns/>

²² Donweb. *DNS Dinámico*. Recuperado de: <http://donweb.com/es-pe/dns-dinamico-gratis>

2.8.2 DDNS (DNS Dinámico)²³

Los DDNS (DNS Dinámicos) también son similares a un directorio telefónico online pero en este caso las IP asociadas a un dominio cambian con cierta frecuencia. Pequeñas aplicaciones llamadas Clientes de Actualización Automática junto a los DDNS, nos permiten acceder remotamente a dispositivos y archivos que están conectados a Internet y localizados en nuestra casa, oficina, etc. El uso más común de DDNS es el acceso remoto a cámaras IP, DVR, Reuters, computadoras, Tablet, Smartphone y cualquier dispositivo conectado a Internet.

A. Características generales²⁴

El DNS dinámico hace posible, utilizar software de Servidor en una computadora con dirección IP dinámica, como la suelen facilitar muchos Proveedores de Internet para particulares (por ejemplo para alojar un sitio web en el ordenador de nuestra casa, sin necesidad de contratar un Hosting de terceros - aunque los hay gratuitos y hay que tener en cuenta que los ordenadores caseros posiblemente no estén tan bien dotados, para estar encendidos permanentemente, sin olvidar el aumento del costo de la factura eléctrica. Otro uso útil que posibilita el DNS dinámico es poder acceder al ordenador en cuestión por medio del escritorio remoto. Este servicio es ofrecido, incluso de forma gratuita, por Dyn DNS, No-IP y CDmon.

²³ Geekland, *Elegir el mejor servidor DNS*. Recuperado de: <http://geekland.eu/elegir-el-mejor-servidor-dns/>

²⁴ Ecured, *DNS Dinámico*. Recuperado de: http://www.ecured.cu/DNS_din%C3%A1mico#Servicios_DNS_Din.C3.A1mico

2.8.3 NO-IP²⁵

El servicio gratuito de No-IP DNS dinámico toma una dirección IP dinámica y la hace actuar como si fuera estática, señalándole un nombre de host estático y comprobando cada 5 minutos el cambio de su dirección IP. Si cambia su dirección IP, el cliente de actualización dinámica de No-IP, actualiza el nombre del host con la dirección IP actual. Esto significa que puede ejecutar un servidor de casa y acceder a su ordenador o una cámara IP de forma remota.

Figura 2.36. No-IP



Fuente: <https://www.redeszzone.net/redes/host-en-no-ip-manual-para-crear-un-dynamic-dns-con-no-ip/>

²⁵ No-IP Network Status, *¿Qué hace No-IP?* Recuperado de: <http://www.noip.com/support/knowledge-base/what-does-no-ip-do/>

CAPÍTULO III

TRABAJOS RELACIONADOS

3.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Al realizar la búsqueda de antecedentes del presente tema de investigación, se observó que este tiene un enfoque único. Sin embargo, se ha encontrado algunas tesis relacionadas con el presente trabajo.

Moreno Zambrano, Hernán Xavier y Villamar Bravo, Miller Alfredo; Universidad Politécnica Salesiana Ecuador. Tesis: “Diseño e Implementación de un Sistema de Control y Monitoreo Mediante LabView para una Plataforma Giratoria Aplicada a los Enlaces Terrestres Vía Microondas y una Antena de Recepción Satelital”. Guayaquil, 2015

La tesis referida contiene cierta similitud con el presente trabajo de investigación, en el sentido que ambas diseñan un sistema de control para hacer girar una plataforma en sentido horizontal y vertical, sobre la cual reposa una antena para enlaces microondas; sin embargo, la diferencia radica en que la tesis realizada por la Universidad Politécnica Salesiana Ecuador basa el diseño de su sistema en la plataforma LabView, mientras que la presente investigación basa el diseño de su

sistema en la plataforma Android; y además, presenta un alternativa para el control de los movimientos de la antena, que es un Joystick.

Ávila Pérez, Carlos Javier; Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga. Tesis: “Diseño e Implementación de un Sistema de Monitoreo y Control Remoto usando Tecnología WAP”. Ecuador, 2008.

La tesis referida se asemeja con la tesis presentada en la utilización de las redes de telefonía celular; diferenciándose en que la tesis presentada por la Escuela Politécnica del Ejército del Ecuador, controla dispositivos instalados dentro de un domicilio con un celular usando tecnología WAP, en la tesis presentada también se utiliza un teléfono celular, pero no para controlar objetos dentro de un domicilio sino para controlar motores que se encuentran en un lugar distante del teléfono celular utilizando tecnología 3G.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 SISTEMA DE ENLACE MICROONDA TV PERÚ – FILIAL AREQUIPA

Como se observa en la figura 4.1, se trata de un sistema sencillo que consiste en un transmisor que es móvil y un receptor que está montado en la torre. Cada vez que se quiere realizar un enlace microonda, es necesario que el asistente de microonda suba a la torre y direcciona la antena hacia el lugar donde se encuentra el transmisor.

Para que se realice un enlace microonda exitoso, es necesario que entre el transmisor y el receptor exista línea de vista; es decir, no debe haber nada que se interponga entre ambos equipos, también se deben cumplir otros parámetros los cuales se describen a continuación.

Figura 4.1. Sistema enlace microonda



Fuente: <https://www.glify.com/go/html5/launch?app=1b5094b0-6042-11e2-bcfd-0800200c9a66>

4.1.1 Parámetros a tener en cuenta para los enlaces microonda

A. En el transmisor

Como el transmisor es portátil, siempre hay que buscar puntos altos o lugares donde se pueda garantizar que hay línea de vista con el receptor; además, debemos asegurarnos que en ningún momento se interponga nada entre el transmisor y el receptor.

B. En el receptor

Para garantizar que un enlace microonda sea óptimo, se debe tener en cuenta dos parámetros fundamentales: la intensidad de la señal y el nivel de calidad del enlace - LQ, los cuales los observamos en la pantalla alfanumérica del receptor. Es aquí donde nace la necesidad que cada vez que se desea realizar un enlace microonda, tenga que subir el asistente de microonda a la torre; pues aparte de dirigir la antena hacia el

punto de transmisión, debe también observar estos dos parámetros y comunicarlos al técnico de microonda que se encuentra en el punto de transmisión.

a. Intensidad de la señal

El nivel de intensidad de la señal se mide en dBm y representa la pérdida de señal que existe en el enlace microonda. Va de -1 dBm a -99 dBm, donde -1 es un enlace excelente y -99 no hay enlace. Se puede garantizar un enlace microonda hasta -65 dBm, teniendo en cuenta siempre el LQ.

b. Nivel de calidad del enlace - LQ

Se refiere a la capacidad que tiene el receptor de corregir los errores o pérdidas que puede haber en la señal. Inicialmente, los errores o pérdida de señal no tienen ningún efecto sobre el video y audio; los algoritmos de corrección de errores ayudan a que la señal se mantenga limpia. Pero cuando la calidad de la señal continúa deteriorándose, llega un punto en que los algoritmos no pueden corregir todos los errores; entonces, el decodificador MPEG no será capaz de reconstruir la imagen, por lo que se pierde el video.

En la tabla 4.1, se observa los diferentes LQ que se manejan en los enlaces microonda; se hace una descripción de cada uno de ellos.

Tabla 4.1***Nivel de calidad del enlace***

LQ	DESCRIPCIÓN DE LA CALIDAD DEL ENLACE	
9	Excelente	El enlace es robusto con una amplia capacidad de corregir para la degradación.
8	Muy bueno	El enlace es robusto para el medio ambiente dado.
7	Estándar	El enlace es aceptable para el entorno actual.
6	Promedio	El enlace es normal - puede mejorar o empeorar.
5	Por debajo del promedio	El enlace es no confiable
4	Pobre	El enlace es inestable - la calidad es intermitente e impredecible.
1-3	Insatisfactorio	El enlace está bloqueado
0	Ninguna señal detectada	Ninguna señal detectada

Fuente: PRX-PRO User and Technical Manual

La figura 4.2 es la pantalla alfanumérica del receptor, se observa que la intensidad de señal es de -96.7 dBm y el LQ 0. Esto nos indica que no se ha logrado el enlace microonda.

Figura 4.2. No hay enlace

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.3, se observa que la intensidad de señal es de -55.7dBm y el LQ 9. Esto nos indica que el enlace es confiable y se puede transmitir.

Figura 4.3. Enlace microonda óptimo

Fuente: Elaboración propia

4.2 EXPLICACIÓN DEL PROYECTO

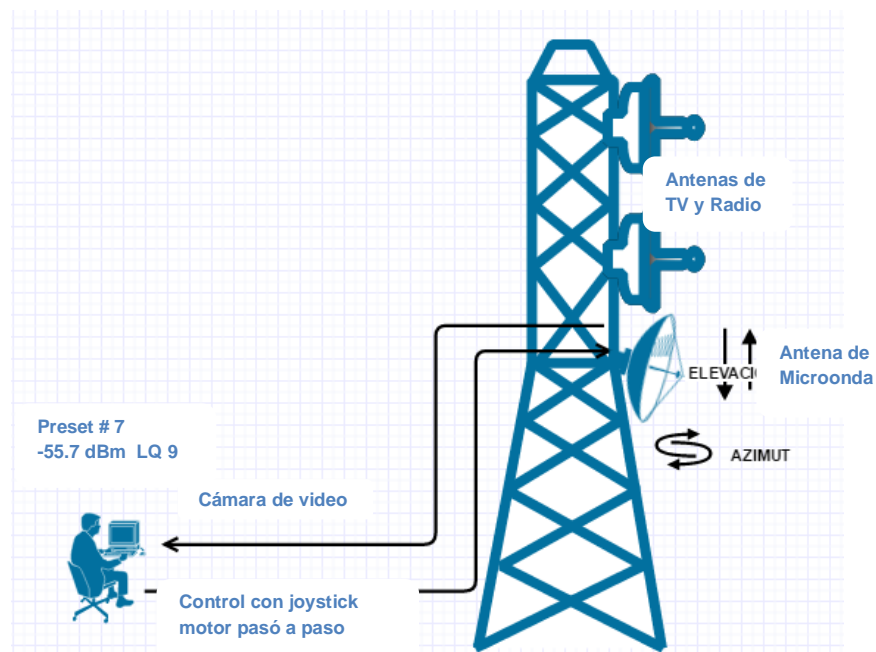
Sabiendo cómo funcionan los enlaces microonda del canal, se observa que el problema principal a dar solución con el presente trabajo es el de evitar que el asistente de microonda suba a la torre; proponiendo el diseño de un sistema que permita dirigir la antena hacia el punto de transmisión de forma remota; además, proporcione una ayuda visual para poder visualizar la intensidad de la señal y el LQ del enlace.

Se propone dos formas de controlar remotamente la antena de recepción, las cuales funcionan de forma separada, dependiendo de la posición en que esté el switch de control; a continuación, se describen cada una de estas:

4.2.1 Mediante un Joystick

Con un joystick y dos motores paso a paso se podrá controlar los movimientos de la antena. El joystick se mueve en dos sentidos: X y Y, los cuales están destinados a mover un motor. Sumado a esto, se cuenta con una cámara de video que permitirá visualizar la intensidad de la señal y la calidad de enlace - LQ.

Figura 4.4. Control con Joystick.



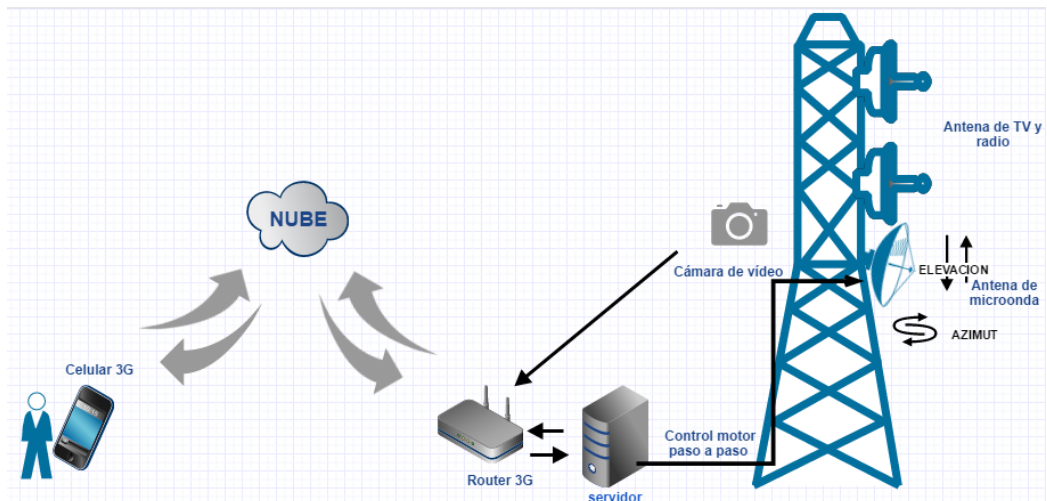
Fuente: <https://www.gliffy.com/go/html5/launch?app=1b5094b0-6042-11e2-bcfd-0800200c9a66>

4.2.2 Remotamente por un celular

Muchas veces es necesario que todo el personal se desplace hacia el punto de transmisión, para lo cual se propone el diseño de un sistema que en forma paralela al descrito en el punto 4.2.2, permita controlar los movimientos de la antena mediante una aplicación instalada en un radio teléfono celular con sistema operativo android. Esto permitirá controlar la antena estando en cualquier lugar de la ciudad. Los motores están conectados a un servidor, el cual a su vez está conectado a un router 3G.

Como se observa en la figura 4.2 y la figura 4.3, es muy importante observar los valores de la intensidad de la señal y el LQ del enlace microonda; para esto se conecta una cámara de video, la cual permite visualizar estos valores. Esta cámara está conectada al router paralelamente al servidor.

Figura 4.5. Control por celular



Fuente: <https://www.gliffy.com/go/html5/launch?app=1b5094b0-6042-11e2-bcfd-0800200c9a66>

Para conectarse desde un celular al servidor, se está utilizando un servicio DDNS dinámico; el cual nos proporciona un hosts que tiene por nombre: "http://microondatvperu.ddns.net/". Colocando esta dirección en algún explorador del celular o en la aplicación, nos permitirá controlar la antena.

Para ambos casos, el sistema contará con un tope, el cual indicará mediante leds que el motor ha llegado al límite de giro.

4.3 DISEÑO DEL SISTEMA (HARDWARE)

Como controlador principal se está usando el módulo Arduino UNO, el cual es el cerebro del sistema; es aquí donde se encuentra almacenado el programa que permite controlar la antena. Complementariamente, se están usando los siguientes equipos:

- Joystick
- Modulo Ethernet W5100
- Motores paso a paso 28BYJ-48
- controladores ULN2003A
- Switch de control

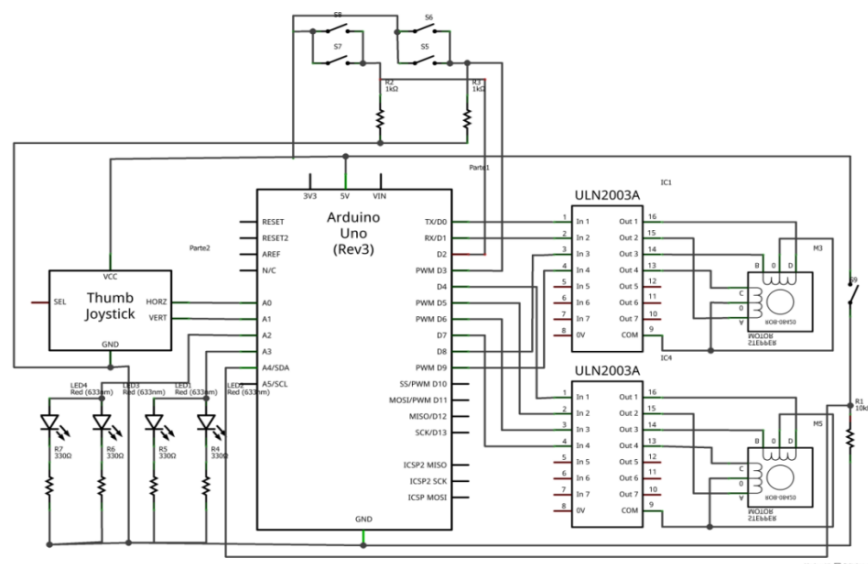
Para poder controlar la antena de alguna de las dos formas propuestas, primero se debe observar en qué estado está el switch de control. Este se encuentra conectado al pin digital 18 del Arduino, el cual ha sido configurado como entrada. Este switch funciona de la siguiente manera:

- Cuando switch = OFF, el control lo tiene el joystick
- Cuando switch = ON, el control lo tiene la aplicación

4.3.1 Control mediante Joystick

El joystick tiene la característica de poder moverse en dos sentidos: X y Y. El sentido Y mueve el motor que controla el ángulo de elevación de la antena, y el sentido X mueve el motor que controla el ángulo de azimut; estas ingresan a las entradas analógicas A0 Y A1 del Arduino, donde A0 = azimut (X) y A1 = elevación (Y). Se cuenta también con 4 pulsadores, 2 de los cuales están asignados como tope para el motor que mueve el ángulo de Azimut y los otros dos para el motor que mueve el ángulo de Elevación; como indicadores se tienen 4 leds de igual forma, 2 son asignados a cada motor. En el siguiente diagrama, se observa las conexiones antes mencionadas.

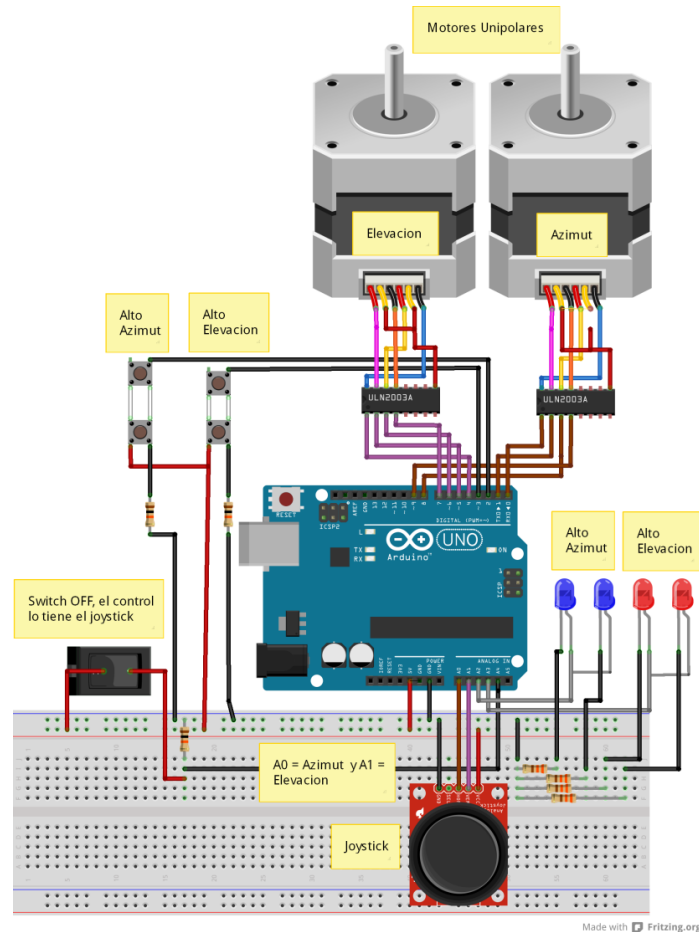
Figura 4.6. Diagrama del control por Joystick



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.7, se observa el diagrama de forma gráfica.

Figura 4.7. Control por Joystick

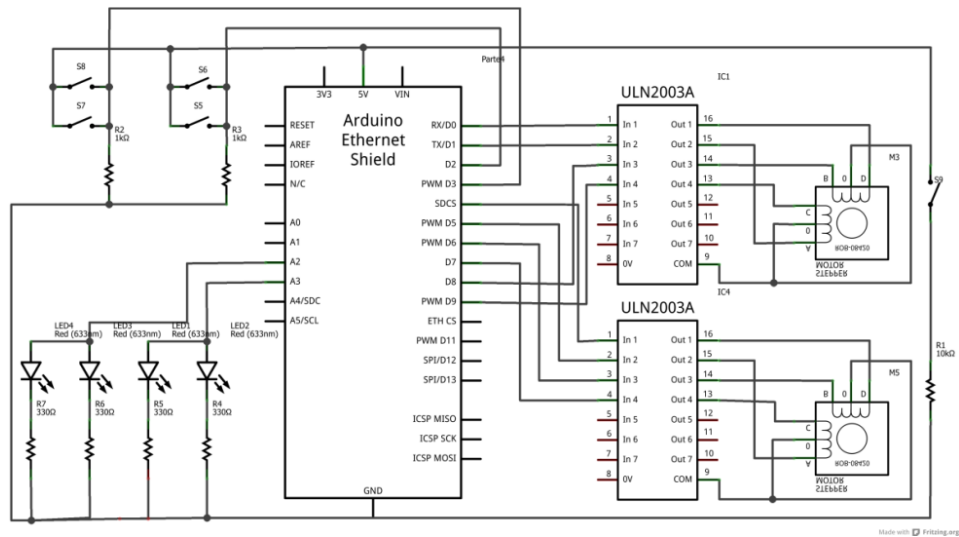


Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Control por celular

Para poder acceder desde un celular, es necesario contar con un servidor; el cual permita controlar los movimientos de la antena y a su vez este servidor se conecte a un router para poder acceder a él desde una red externa. Para este fin, se está utilizando el Shield Ethernet y el módulo Arduino UNO; ambos módulos unidos funcionan como un servidor, los cuales están conectados a un router. Como el Shield Ethernet se monta encima del módulo Arduino, las conexiones no varían en la parte del control de los motores, siendo la única condición que el switch de control esté encendido. En el siguiente diagrama, se observa las conexiones:

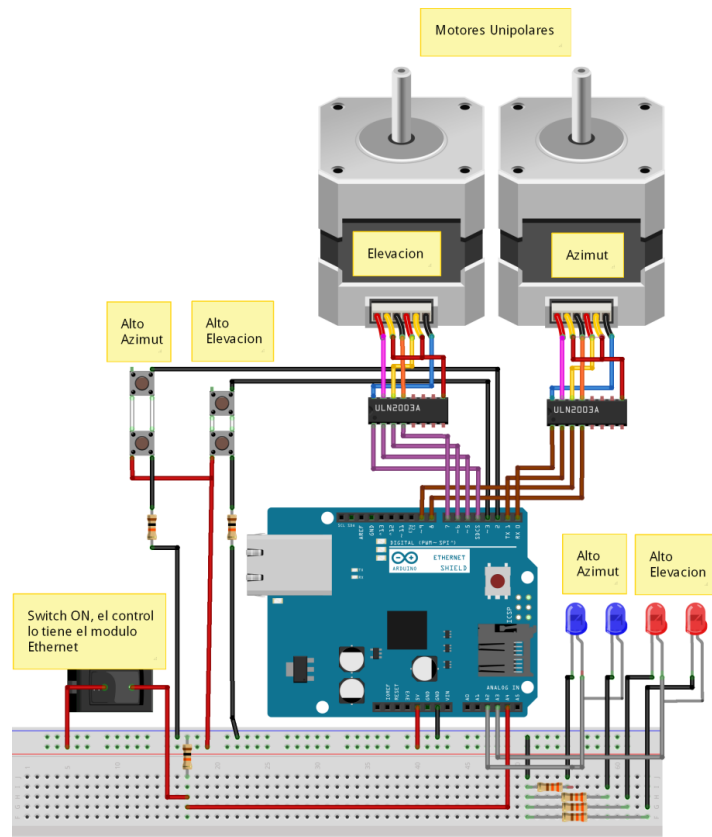
Figura 4.8. Diagrama con Shield Ethernet



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.9, se observa el diagrama de forma gráfica.

Figura 4.9. Conexiones Shield Ethernet

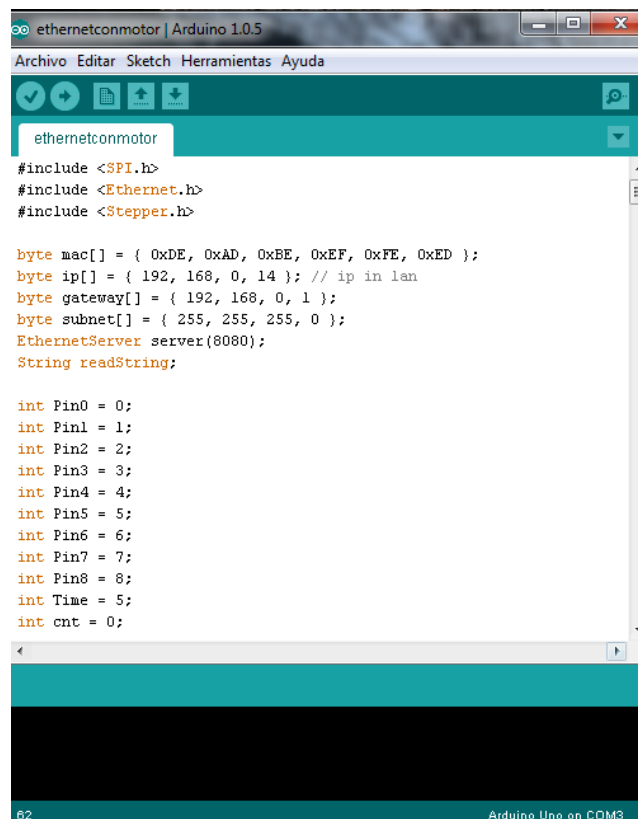


Fuente: Elaboración propia

4.4 DISEÑO DEL SISTEMA (SOFTWARE)

Se utilizó el entorno de programación de Arduino, el cual permite programar el módulo Arduino mediante comandos. Para esto, es necesario descargar de la página web de Arduino el entorno de desarrollo (IDE). En la Figura 4.10, se muestra el aspecto del entorno de programación.

Figura 4.10. Entorno de desarrollo



```

ethernetconmotor | Arduino 1.0.5
Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda

ethernetconmotor
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <Stepper.h>

byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
byte ip[] = { 192, 168, 0, 14 }; // ip in lan
byte gateway[] = { 192, 168, 0, 1 };
byte subnet[] = { 255, 255, 255, 0 };
EthernetServer server(8080);
String readString;

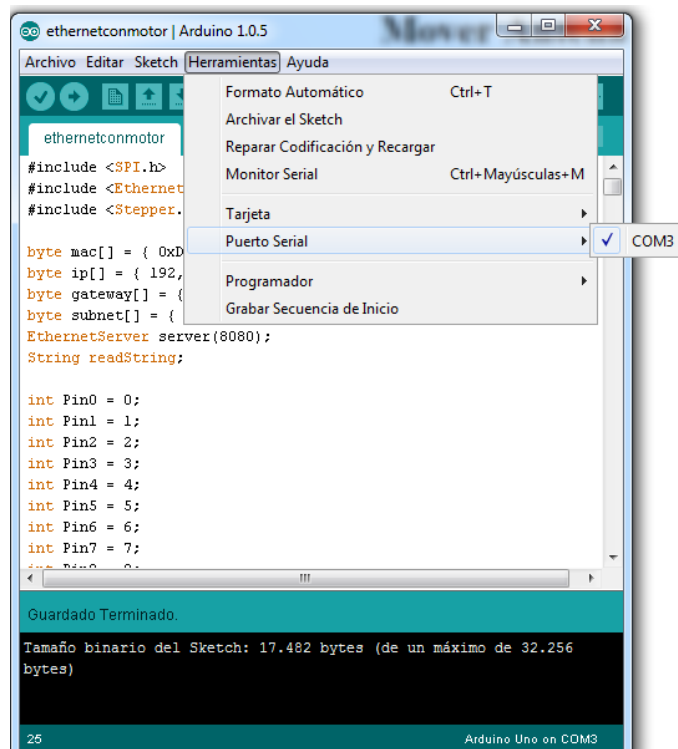
int Pin0 = 0;
int Pin1 = 1;
int Pin2 = 2;
int Pin3 = 3;
int Pin4 = 4;
int Pin5 = 5;
int Pin6 = 6;
int Pin7 = 7;
int Pin8 = 8;
int Time = 5;
int cnt = 0;

```

Fuente: Entorno de Programación IDE

Lo primero que se tiene que hacer para comenzar a trabajar con el entorno de desarrollo de Arduino es configurar las comunicaciones entre la placa Arduino y una computadora. Para ello, deberemos abrir en el menú "Herramientas" la opción "Puerto Serial". En esta opción, debemos seleccionar el puerto serie al que está conectado nuestra placa. En Windows, si se desconecta el puerto al que está conectado la placa podemos descubrirlo a través del Administrador de dispositivos (Puertos COM & LPT/ USB Serial Port).

Figura 4.11. Comunicación Arduino - PC.



Fuente: Entorno de Programación IDE

4.4.1 Declaración de librerías

Para que el Arduino UNO pueda trabajar con otros módulos con mayor facilidad, es necesario incluir librerías; son colecciones de código que facilitan la interconexión entre estas. Para el presente trabajo, se están usando 4 librerías, las cuales se describen a continuación:

- EEPROM: Librería para guardar información en el Arduino, aun cuando este esté apagado.
- SPI (Interface Periférica Serial): Permite la transferencia de la información entre los circuitos integrados de ambos módulos (Arduino UNO y el Shield Ethernet).
- Ethernet: Permite a la placa de Arduino conectarse a internet.
- Stepper: Permite controlar los motores paso a paso, bipolares y unipolares.

```
#include <EEPROM.h>
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <Stepper.h>
```

4.4.2 Declaración del servidor

Para que Arduino actúe como servidor, hace falta declararlo y configurarlo con su dirección MAC, IP y el puerto por el que se comunicará.

```
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
byte ip[] = { 192, 168, 0, 14 };
byte gateway[] = { 192, 168, 0, 1 };
byte subnet[] = { 255, 255, 255, 0 };
EthernetServer server(8080);
```

4.4.3 Declaración de variables

Las variables se usan para nombrar y almacenar un valor numérico.

```
int Pin0 = 0;
int Pin1 = 1;
int Pin2 = 8;
int Pin3 = 9;
int Pin4 = 4;
int Pin5 = 5;
int Pin6 = 6;
int Pin7 = 7;
int ledazi=16;
int ledele=17;
int swcontrol = 18;
int iazi=2;
int iele=3;
int val;
int vall;
int angulo = 0;
int ang = 0;
int angulo1 = 0;
int ang1 = 0;
```

4.4.4 Configuración de los pines

Aquí configuramos las variables declaradas.

```
void setup(){  
  
  Ethernet.begin(mac, ip);  
  server.begin();  
  pinMode(Pin0, OUTPUT);  
  pinMode(Pin1, OUTPUT);  
  pinMode(Pin2, OUTPUT);  
  pinMode(Pin3, OUTPUT);  
  pinMode(Pin4, OUTPUT);  
  pinMode(Pin5, OUTPUT);  
  pinMode(Pin6, OUTPUT);  
  pinMode(Pin7, OUTPUT);  
  pinMode(swcontrol, INPUT);  
  pinMode(ledazi, OUTPUT);  
  pinMode(ledele, OUTPUT);  
  pinMode (iazi, INPUT);  
  pinMode (iele, INPUT);  
  pinMode (A0, INPUT);  
  pinMode (A1, INPUT);  
  stepper.setSpeed(200);  
  stepper1.setSpeed(200);  
}
```

4.4.5 Servidor Arduino

Aquí es donde corre el servidor, y se crea la página web que se muestra al ingresar la dirección IP. En esta parte del programa, la instrucción que permite controlar los movimiento del motor es “client.println (“izquierda 90”);”, para el caso que queramos mover el motor hacia la izquierda aproximadamente 90°. Esta instrucción imprime el hipervínculo “izquierda 90” que se muestra en la página web. Aquí también se leen los pulsadores que actúan como límites del sistema, estos ayudan a saber si los motores llegaron al tope y no deben seguir girando; además, se lee en qué ángulo están los motores.

```

EthernetClient client = server.available();
if (client) {
  while (client.connected()) {
    if (client.available()) {
      char c = client.read();

      if (readString.length() < 100) {

        readString += c;
      }
      if (c == '\n') {

        ////////////
        Serial.println(readString);
        client.println("HTTP/1.1 200 OK");
        client.println("Content-Type: text/html");
        client.println("Refresh: 1");
        client.println();

        client.println("<HTML>");
        client.println("<HEAD>");
        client.println("<TITLE>CONTROL MICROONDA</TITLE>");
        client.println("</HEAD>");
        client.println("<BODY>");
        client.println("<center>");
        client.println("<b><font size= 4 font color = BLUE >MOVER ANTENA </font></b>");
        client.println("<br />");

        client.print("Ang Azimut = "); // lee en que ángulo está el motor
        client.println(ang);
        val=digitalRead(iazi); // lee pulsador tope azimut
        if (val==HIGH){
          client.println("<font color = RED >(ALTO)</font>");
          digitalWrite(ledazi, HIGH);
        }
        else {
          client.println("  ");
          digitalWrite(ledazi, LOW) ;
        }
      }

      client.print("/Ang Elevacion = "); // lee en que ángulo está el motor
      client.println(ang1);
      vall=digitalRead(iele); // lee pulsador tope elevación
      if (vall==HIGH){
        client.println("<font color = RED >(ALTO)</font> ");
        digitalWrite(ledede, HIGH);
      }
      else {
        client.println("  ");
        digitalWrite(ledede, LOW);
      }
    }
    client.println("<br />");
    client.println(" <br />");
    client.println("<a href=?/izq90?>IZQUIERDA90</a>");
    client.println(" | | | ");
    client.println("<a href=?/der90?>DERECHA90</a>");
  }
}

```

4.4.6 Control motor por Ethernet

Para mover el motor paso a paso se necesita darle una serie de pulsos, los cuales se logran mediante las siguientes instrucciones:

```

if(readString.indexOf("?izq90") >0)
{
for (cnt = 0; cnt< 128; cnt++)
{
digitalWrite(Pin0, LOW);
digitalWrite(Pin1, LOW);
digitalWrite(Pin2, HIGH);
digitalWrite(Pin3, HIGH);
delay(Time);

digitalWrite(Pin0, LOW);
digitalWrite(Pin1, HIGH);
digitalWrite(Pin2, HIGH);
digitalWrite(Pin3, LOW);
delay(Time);

digitalWrite(Pin0, HIGH);
digitalWrite(Pin1, HIGH);
digitalWrite(Pin2, LOW);
digitalWrite(Pin3, LOW);
delay(Time);

digitalWrite(Pin0, HIGH);
digitalWrite(Pin1, LOW);
digitalWrite(Pin2, LOW);
digitalWrite(Pin3, HIGH);
delay(Time);
}
}

```

Cuando se hace click en el hipervínculo “izquierda 90”, entra a tallar la instrucción “if (readString.indexOf (“?izq90”) >0)”, como “?izq90” es mayor a cero, entonces da paso a la instrucción “for (cnt = 0; cnt< 128; cnt++)”, la cual es un contador, que hace que den 512 pasos.

4.4.7 Opción guardar

Aquí utilizamos la memoria EEPROM que tiene el Arduino, nos sirve para guardar en qué posición se quedó la antena.

```

if(readString.indexOf("?guardar") >0)
{
  if (ang < 256)
  {
    azi = ang;
    EEPROM.write(0,azi);
  }
  else
  {
    azi = ang - 255;
    EEPROM.write(0,azi);
    jul = ang - 255;
    EEPROM.write(2,jul);
  }

  ele = ang1;
  EEPROM.write(1,ele);
}

```

4.4.8 Opción actualizar

Después de utilizar el sistema, podemos apagarlo y al momento de volver a encenderlo se necesita saber en qué posición se quedó la antena; al presionar la opción actualizar, se nos mostrará dicha información.

```

if(readString.indexOf("?actualizar") >0)
{
  azi = EEPROM.read(0);
  jul = EEPROM.read(2);
  if (azi == jul )
  {
    ang = azi + 255;
  }
  else
  {
    ang = azi;
  }

  ele = EEPROM.read(1);
  ang1 = ele;
}

```

4.4.9 Opción posición

Esta opción sirve para dejar la antena en su posición inicial, es decir ángulo de elevación = 0 y ángulo azimut = 0.

```

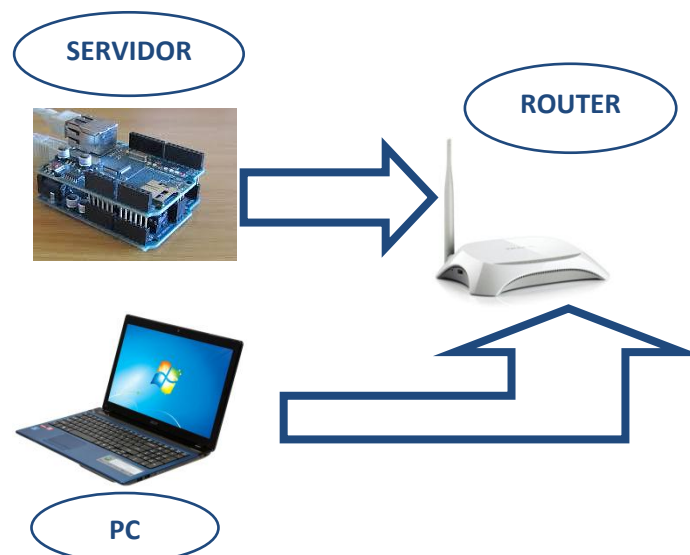
if(readString.indexOf("?posicion") >0)

{ ang = 0;
  ang1 = 0;
  while (digitalRead(2) == LOW)
  {
    digitalWrite(Pin0, HIGH);
    digitalWrite(Pin1, LOW); // Pulsos del motor
    digitalWrite(Pin2, LOW);
    digitalWrite(Pin3, HIGH);
    delay(Time);
    .
    .
    .
    while (digitalRead(3) == LOW)
    {
      digitalWrite(Pin4, HIGH);
      digitalWrite(Pin5, LOW); // Pulsos del motor
      digitalWrite(Pin6, LOW);
      digitalWrite(Pin7, HIGH);

```

Al ingresar la dirección IP que programamos en el Arduino, este nos proporciona una página web la cual podemos visualizarla en una PC; esta PC debe estar conectada al mismo router que el servidor para que ambas formen parte de una misma red.

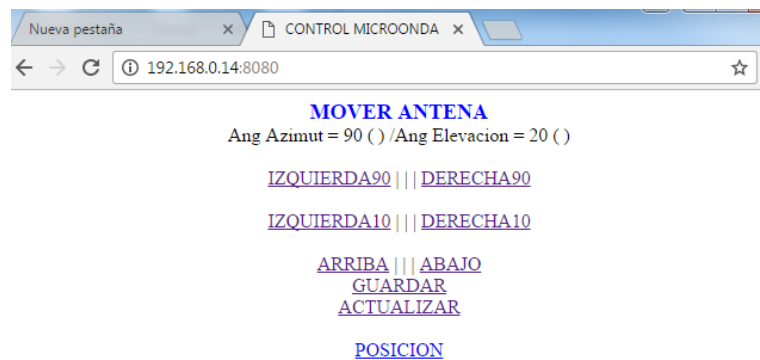
Figura 4.12. Red interna



Fuente: Elaboración propia

Ya estando en una misma red y si se quiere acceder al servidor, se debe ingresar en cualquier explorador de la PC la dirección IP: 192.168.0.14:8080, esta es la dirección IP del servidor. Una vez ingresada se observa que se muestra una página web básica del propio servidor, mediante la cual también se puede controlar la antena, haciendo click en alguno de los hipervínculos que se muestran. Ver figura 4.13

Figura 4.13. Página Web - Red Interna



Fuente: 192.168.0.14:8080

4.4.10 Control del motor mediante un Joystick.

Para controlar los motores con el joystick, usamos la librería Stepper, esto debido al tipo de variable que se está trabajando. Cuando se trabaja con el joystick, al módulo Arduino le ingresa a través de sus pines analógicos una secuencia de valores enteros (del 0 al 1023); a diferencia de cuando se trabaja con el módulo Ethernet, al módulo Arduino le ingresa un pulso.

```

leer=analogRead(A0);
velocidadMotor=abs(map(leer, 0, 1023, -20, 20))*10;
if (velocidadMotor>10){
  rotacion = leer>511?-1;
  stepper.setSpeed(velocidadMotor);
  stepper.step(rotacion);
  if (digitalRead(iazi)== HIGH )
  {
    digitalWrite(ledazi, HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite(ledazi, LOW);
  }
}
}

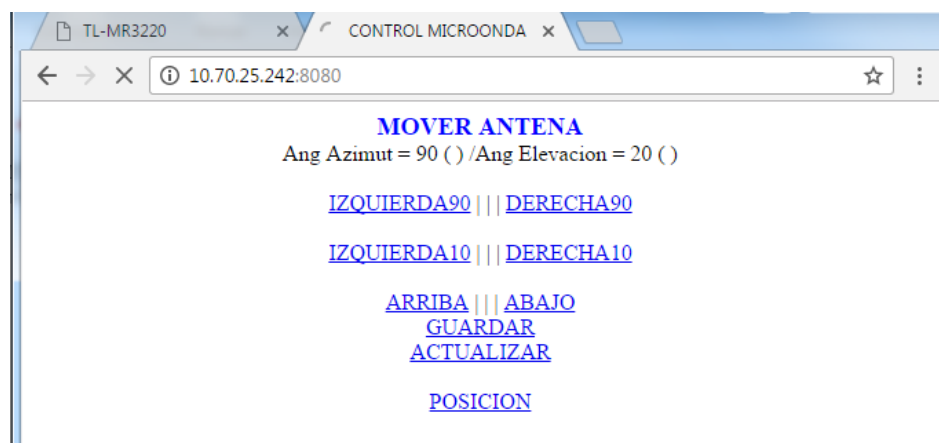
```


“leer=analog Read (A0);” lee el valor que manda el joystick a través de la entrada analógica A0 o A1 y los almacena en la variable “leer”; la instrucción “velocidad Motor = ABS [MAP (leer, 0, 1023, -20, 20)]*10 lee el valor que envía el joystick y lo mapea para guardarlo en “velocidad Motor”, lo que se hace es mapear la variable “leer”, ya que la entrada analógica da un valor de 0 a 1023, y se quiere de 0 a 200; colocando los valores de -20 a 20. La función ABS da el valor absoluto el cual se multiplica por 10, para que como mínimo sea 10 la velocidad, ya que velocidades inferiores dan un efecto raro. Para controlar el sentido del giro, el punto medio del joystick es 511, así que si el valor que nos da es inferior a ese, giramos en sentido contrario y si es mayor en el sentido normal.

4.5 DDNS CON NO- IP

Para poder conectar el servidor desde un celular, es necesario conocer la IP pública que se le está asignando al router en ese momento, por ejemplo: 10.70.25.242:8080, si la escribimos en cualquier explorador del celular mostrará la misma página web que se mostró al ingresar desde la red interna.

Figura 4.14. Página Web con IP pública – celular

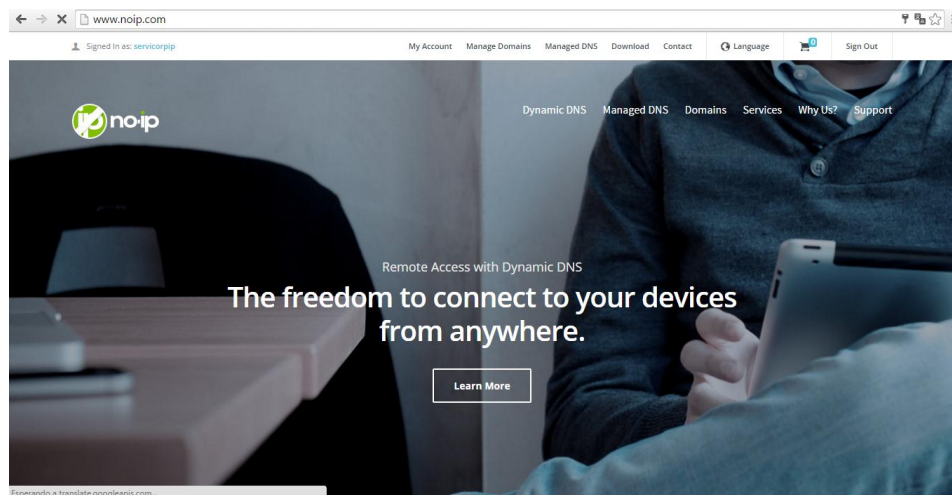


Fuente: 10.70.25.242:8080

Si por alguna razón el router se llega a desconectar o se reinicia, su IP cambiaría y ya no se podría conectar al servidor. Para solucionar este problema, se usa el servicio DDNS No – IP; el cual permite asignarle un nombre de host al router independientemente de la IP pública que se le asigne.

Para contar con este servicio, se tiene que crear un usuario; ingresando a la página <http://www.noip.com/> y buscando la opción nuevo usuario.

Figura 4.15. Página No - IP



Fuente: <https://www.noip.com/>

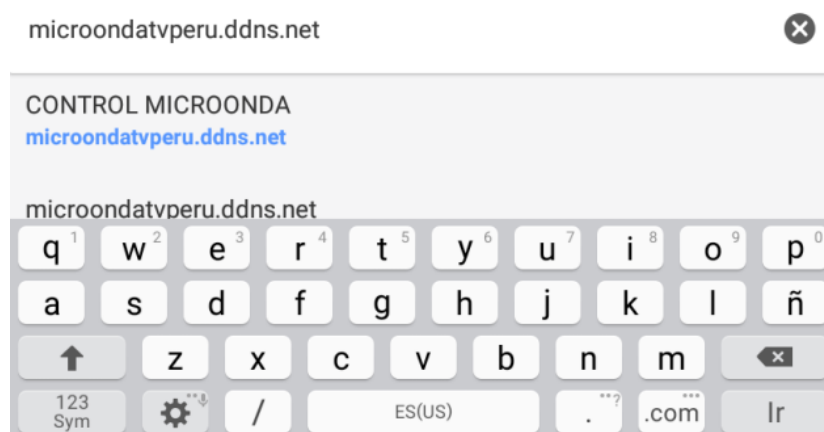
Ya dentro de la página se busca la opción “Hosts / Redirects” y “Add Host”, aquí colocamos el nombre con el que identificaremos al servidor: “microondavperu”, escogemos el dominio: “ddns.net”, seleccionamos la opción “Port 80 Redirect” para que direcciona el puerto 80 hacia el puerto que hemos configurado el servidor, colocamos la IP pública que esté en ese momento en el router (IP Address), en “port” colocamos 8080 que es el puerto asignado al servidor; por último, presionamos Add A Host.

Figura 4.16. Agregar un Host No - IP

Fuente: <https://www.noip.com>

El nombre de hosts asociado al servidor es: <http://microondatvperu.ddns.net/>. Ingresando esta dirección a cualquier explorador del celular, se mostrará la página web del servidor; de igual manera, pudiendo controlar los movimientos de la antena haciendo click en los hipervínculos.

Figura 4.17. Página Web con nombre de Host – celular



Fuente: microondatvperu.ddns.net

Hasta aquí se puede comprobar la conexión remota de nuestro servidor, es decir, podemos conectarnos a él desde una red externa; si bien se puede mover la antena desde esta página, no se lograron los resultados que se esperaban al cien por ciento, es por eso que se desarrolló una aplicación para celulares con el sistema operativo android.

4.6 DISEÑO DE LA APLICACIÓN EN ANDROID

Para el diseño de la aplicación, se utilizó App Inventor; trabajando primero en la etapa de diseño. Esta aplicación se divide en dos partes:

4.6.1 Probar conexión y posición

Cada vez que se inicia la aplicación, se debe presionar el botón “probar conexión”; esto es para asegurar que el servicio DDNS No- IP ha actualizado la IP dinámica del router y la a enlazado con el nombre de host que se configuró. Si al presionar el botón “probar conexión” aparece debajo de él la palabra “Mover Antena”, quiere decir que la aplicación se ha enlazado con el servidor y está lista para usarse. A su costado está el botón “posición”, este nos sirve para regresar la antena a su posición inicial. En esta parte también se muestra el ángulo en el que están los motores “ANG. Azimut y ANG. Elevación”, siendo el rango de 0° a 330° para el ángulo de azimut y de 0° a 70° para el ángulo de elevación. Adicionalmente, se tiene unos topes para cada uno de ellos; al llegar a este, se muestra la palabra “alto” en cada caso.

4.6.2 Control

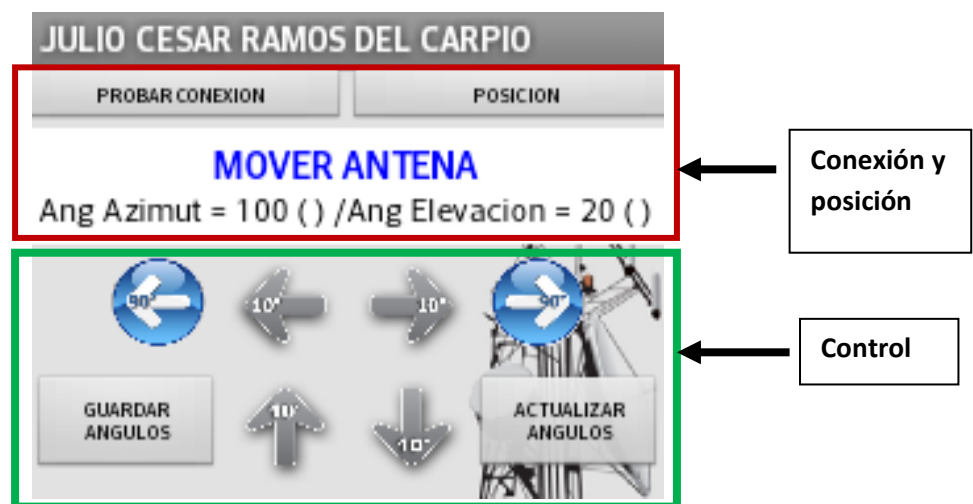
Se encuentra dividido de la siguiente manera:

- En la parte superior de la etapa de control se encuentran visualizadas cuatro flechas, estas se encargan de controlar el

ángulo de azimut de la antena; las flechas que se encuentran en los extremos permiten mover la antena 90° a la derecha y 90° a la izquierda, las flechas que están en la parte central también mueven la antena de izquierda a derecha pero solo 10°.

- En la parte inferior central, se visualizan dos flechas las cuales controlan el ángulo de elevación de la antena aproximadamente 10°; en la parte inferior izquierda, se encuentra el botón “guardar ángulos”, al presionar este botón se guardará los ángulos en los que en ese momento esté la antena. En la parte inferior derecha, se encuentra el botón “actualizar ángulos”; para cuando encendamos el sistema, nos diga en que ángulos se quedó antes de apagarlo.

Figura 4.18 Aplicación para celular



Fuente: Elaboración propia

Después de diseñar la aplicación, es necesario programar la misma; esto se logra ubicándonos en la parte de “bloques” de App Inventor, ver figura 4.19.

Figura 4.19. Programa de la aplicación para celular

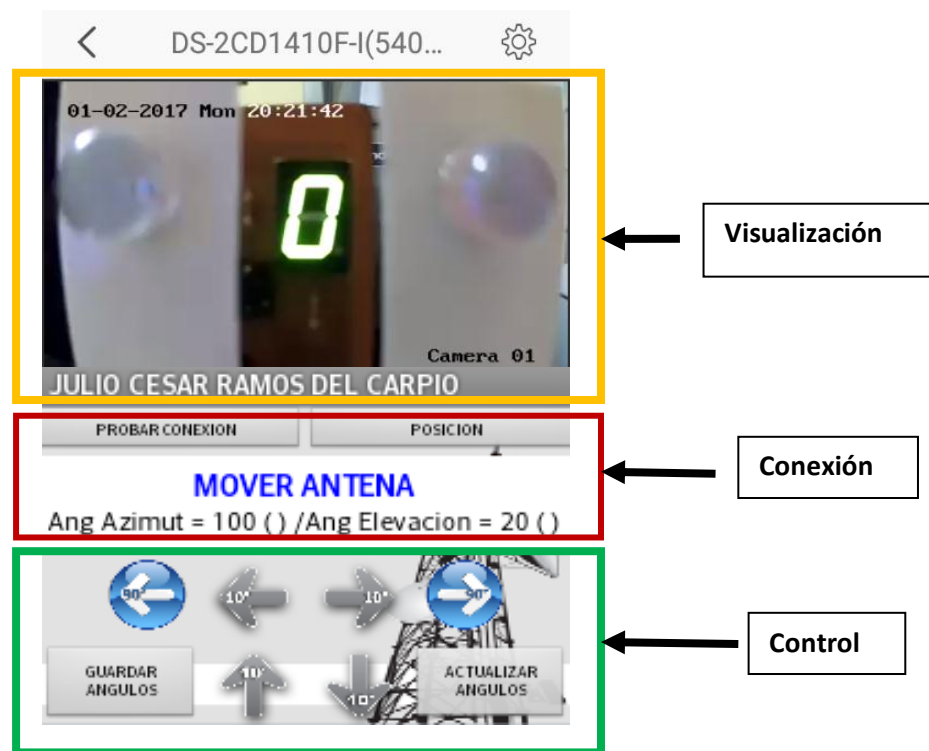


Fuente: <http://ai2.appinventor.mit.edu>

4.7 VISUALIZACIÓN

Aquí está conectada la cámara IP, por medio de esta se puede ver la Intensidad de la Señal y el Nivel de Calidad del Enlace – LQ. Como se ve en el punto 4.8, la cámara IP tiene su propio servidor y configuración, ajena al desarrollado en el presente trabajo. Lo que se hizo es juntar las dos aplicaciones para que se trabajen a la vez. En celulares modernos, se puede utilizar la opción multiventana, esto permite que corran dos aplicaciones al mismo tiempo en una sola ventana; en celulares que no tengan esta opción, se puede descargar otra aplicación que hace esta función como se observa en la figura 4.20.

Figura 4.20. Aplicación para celular con cámara IP



Fuente: Elaboración propia

4.8 PROGRAMACIÓN DE LA CÁMARA DE VIDEO

4.8.1 Configuración de la cámara IP

Abrimos el Internet Explorer e ingresamos la dirección IP de la cámara que en este caso es 192.168.0.100; se coloca su usuario y contraseña, y accedemos a la interfaz de administración de la cámara. Después de acceder a la interfaz de administración de la cámara, vamos a Configuración => Configuración Avanzada => Red =>Plataform Access.

Allí debe estar por defecto la casilla de "Habilitado" marcada.

Figura 4.21. Configuración de la cámara IP

The screenshot shows the configuration page for an Ezviz camera. The interface includes a top navigation bar with tabs for 'Live view', 'Reprod.', 'Reg.', and 'Configuración'. The 'Configuración' tab is selected, and the user is logged in as 'admin'. The left sidebar shows a tree view with categories like 'Configuración básica' and 'Configuración avanzada'. Under 'Configuración avanzada', the 'Red' category is selected, and the 'Platform Access' sub-tab is active. The main content area shows the 'Platform Access' settings, which are currently enabled. The 'Tipo de acceso' is set to 'Nube EZVIZ P2P' and the 'Estado de registro' is set to 'En línea'. A 'Guardar' button is located at the bottom right of the configuration area.

Fuente: 192.168.0.100

4.8.2 Registro de cuenta en Ezviz

Ingresamos a la página de Ezviz y damos click en el botón “Register”.

Figura 4.22. Página de inicio Ezviz



Fuente: GVS Colombia, *Manual Configuración P2P Ezviz Hikvision*

Luego nos aparece la siguiente ventana donde nos pide los datos necesarios para crear la cuenta.

Figura 4.23. Registro de cuenta Ezviz

User Register

* User Name: ✓

* Password: ✓


* Confirm Password ✓

* Country: ✓

* Email:

* Country Code:

Mobile Phone Number:

* Verification Code: 


I Agree [Service Agreement](#)


Fuente: GVS Colombia, *Manual Configuración P2P Ezviz Hikvision*

Como se observa en la figura anterior, nos pide que ingresemos una cuenta de correo electrónico; a esa cuenta nos llegará un código de verificación.

Figura 4.24. Código de verificación

Your verification code Recibidos x

 **service962@hicloudcam.com** a través de [amazonses.com](#)
para mí

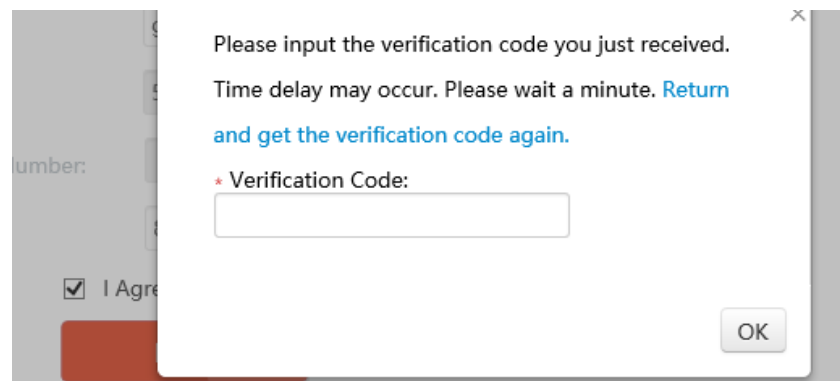
 inglés > español [Traducir mensaje](#)

Plesae enter the verification code to complete the account registration. Verification code: 8739, expired in 30 minutes.

Fuente: GVS Colombia, *Manual Configuración P2P Ezviz Hikvision*

Al momento de dar click en el botón “Next”, nos aparecerá la siguiente figura; es aquí donde colocaremos el código de verificación que nos llegó al correo registrado.

Figura 4.25. Ingreso del código de verificación



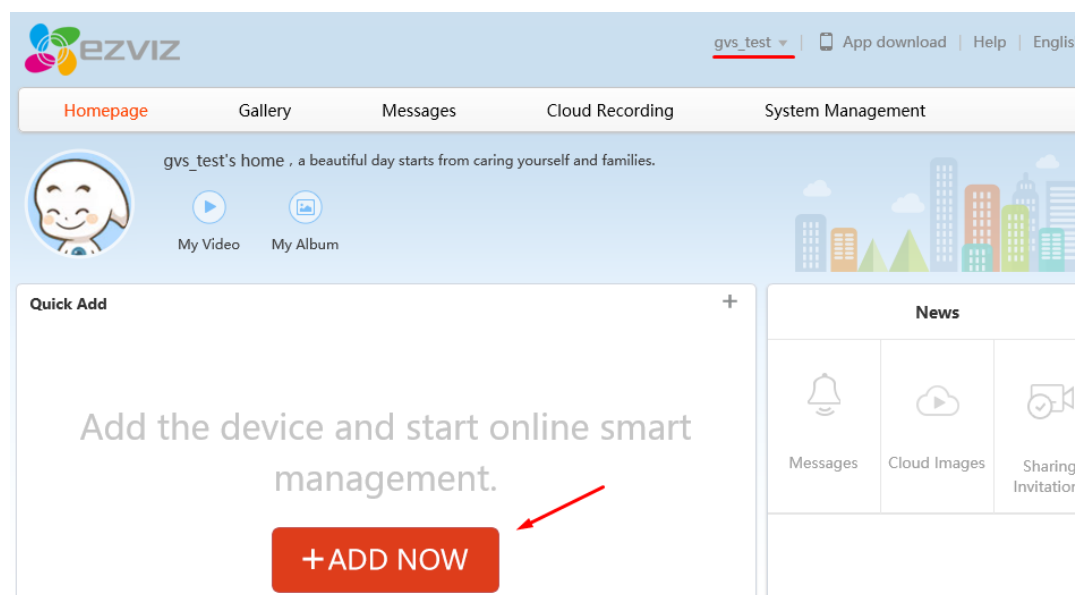
Fuente: GVS Colombia, *Manual Configuración P2P Ezviz Hikvision*

Una vez hecho, nos aparece un mensaje indicando que el registro fue satisfactorio.

4.8.3 Registro de dispositivo²⁶

Luego de realizar el proceso de registro, accedemos a la cuenta creada y procedemos a agregar los dispositivos.

Figura 4.26. Página de inicio Ezviz



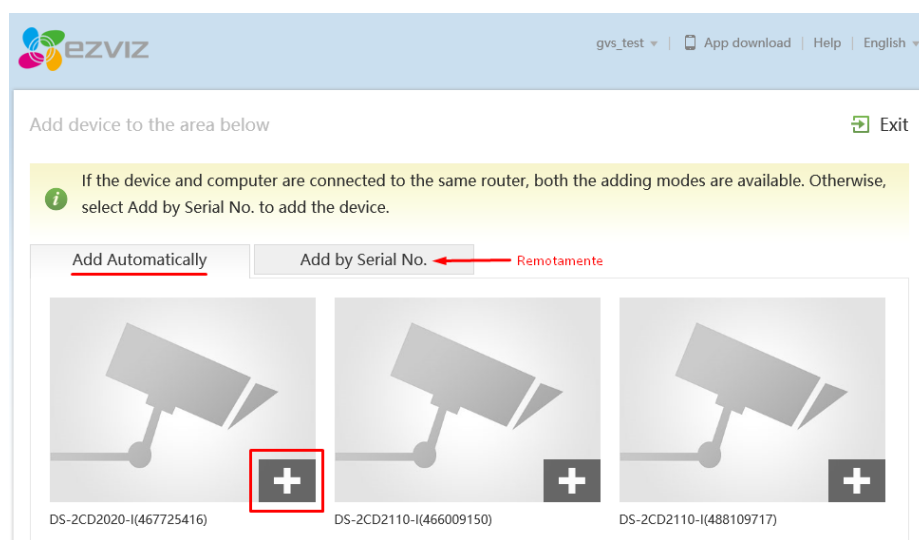
Fuente: GVS Colombia, *Manual Configuración P2P Ezviz Hikvision*

²⁶ GVS Colombia, *Manual Configuración P2P Ezviz Hikvision*

Hacemos click en el botón “+ADD NOW”, y nos aparecerá la siguiente ventana donde procedemos a agregar nuestro dispositivo, sea DVR, NVR o Cámara IP.

Existen dos pestañas, una de ellas “AddAutomatically” si estamos dentro de la misma LAN del dispositivo, allí nos aparecerá como se muestra en la imagen. Presionar el botón “+” para agregarlo al cloud.

Figura 4.27. Agregar dispositivo a Ezviz de forma automática



Fuente: GVS Colombia, *Manual Configuración P2P Ezviz Hikvision*.

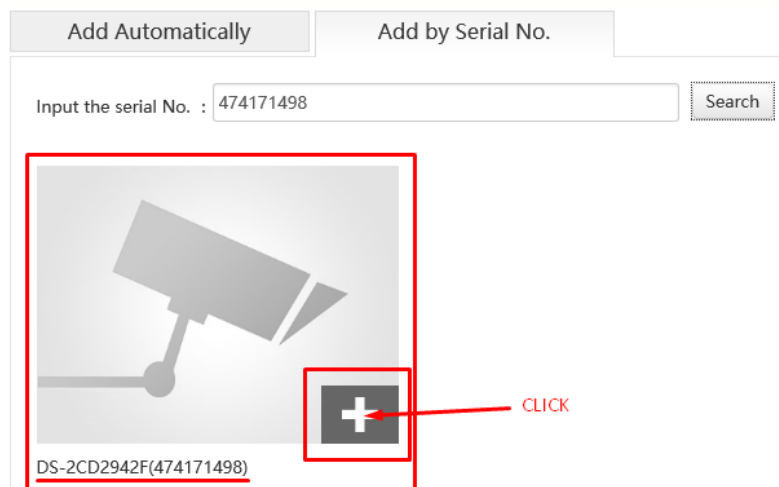
De lo contrario lo hacemos por Serial “AddBy Serial No” e ingresamos el número del serial y damos click en “Search” para buscar el dispositivo sea a través de Internet o que este dentro de la LAN.

Figura 4.28. Número de serie del dispositivo

Fuente: GVS Colombia, *Manual Configuración P2P Ezviz Hikvision*

Allí nos aparecerá el dispositivo una vez encontrado y damos click en el signo “+” para agregarlo.

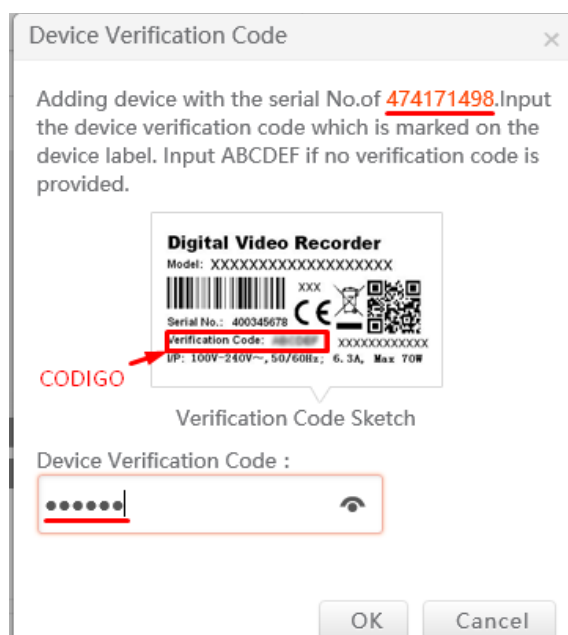
Figura 4.29. Agregar el dispositivo a Ezviz con número de serie



Fuente: GVS Colombia, *Manual Configuración P2P Ezviz Hikvision.*

El siguiente paso es ingresar el código de verificación que trae el dispositivo o en su efecto el que se le haya asignado si es el caso de DVR y NVR.

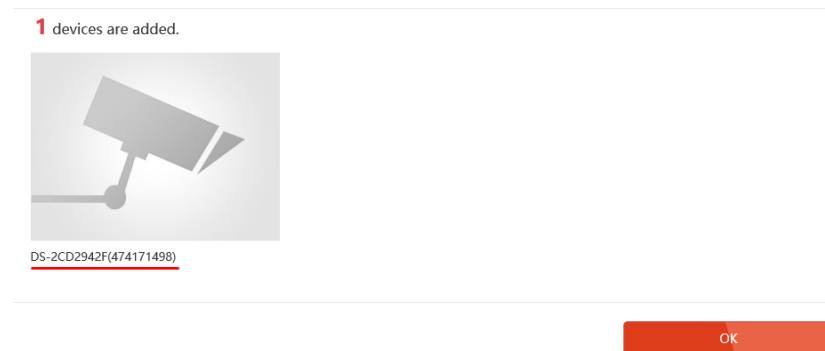
Figura 4.30. Código de verificación del dispositivo



Fuente: GVS Colombia, *Manual Configuración P2P Ezviz Hikvision.*

Luego de haber ingresado el código de verificación nos aparece el dispositivo agregado y solo queda dar click en el botón OK. Al presionar OK aparecerá una nueva ventana en la cual aparece el mensaje “Added!” que significa que el equipo se agregó correctamente al cloud de Ezviz

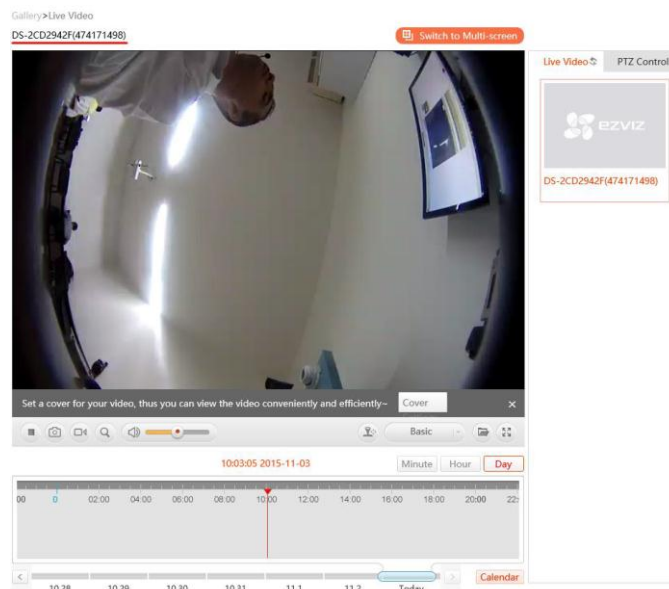
Figura 4.31. Dispositivo agregado a Ezviz



Fuente: GVS Colombia, *Manual Configuración P2P Ezviz Hikvision.*

Hecho lo anterior podremos ver en vivo.

Figura 4.32. Vista en vivo del dispositivo



Fuente: GVS Colombia, *Manual Configuración P2P Ezviz Hikvision.*

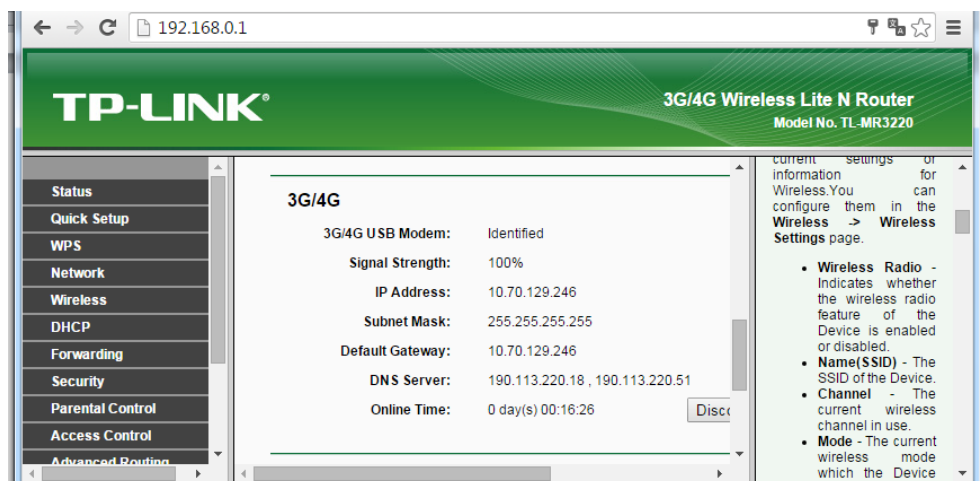
4.9 USO DEL ROUTER 3G

Se está usando este tipo de router para efectos demostrativos, ya que uno de los objetivos del presente trabajo es demostrar que se puede controlar la antena de forma remota. Siendo que para el momento de la exposición se necesita estar conectado a una red y configurar el router de la misma, se decide usar un router 3G con un modem USB. Lo ideal sería usar el servicio convencional de internet cableado; es decir, el que nos brinda las empresas operadoras, ya que usando este medio se podría controlar la antena desde cualquier dispositivo conectado a internet (PC, Tablet, móviles de cualquier operador). La única limitación que se presenta al usar un router 3G es el que solo se podrá controlar la antena (descargando la aplicación que se creó) desde otro dispositivo celular de la misma empresa operadora.

Para acceder desde un celular al servidor, se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

1. **IP Pública.** Es la IP que proporciona el proveedor de servicio, cuando el equipo se conecta a internet. Esta IP es variable, cada vez que el router se apaga se le asigna otra dirección IP.

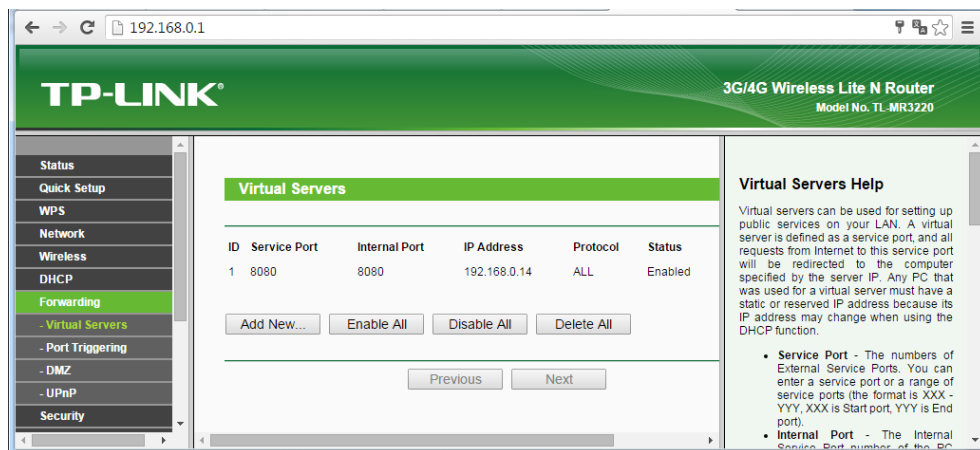
Figura 4.33. Dirección IP pública "IP Address"



Fuente: 192.168.0.1

2. **Puertos del Router.** Los puertos son interfaces que utiliza una PC conectada a una red para la entrada y salida de datos. En este caso, el servidor Arduino funciona como una pequeña PC; para acceder a ella y permita la entrada y salida de datos, se le ha asignado el puerto 8080. Para acceder al servidor, se necesita abrir el puerto 8080 en el router de la dirección IP que se le asignó al servidor, en este caso 192.168.0.14.

Figura 4.34. Apertura del puerto 8080



Fuente: 192.168.0.1

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1 RESULTADOS

5.1.1 Montaje del módulo de control

En la figura 5.1, se puede observar cómo está montada la etapa de control. En la parte superior del módulo, se puede apreciar un joystick, el cual permite mover los motores de forma manual; en la parte frontal del módulo, se encuentra el botón de encendido/apagado; en la parte lateral se muestran los conectores para los motores y un conector RJ45, el cual permite al módulo conectarse a internet. En la parte derecha de la figura, se observa el switch de control, dependiendo de si está en “ON” (el control de los motores lo tiene la aplicación desarrollada) u “OFF”. El control de los motores lo tiene el modulo joystick.

Figura 5.1. Etapa de control



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.2, se muestra una vista superior del módulo de control; dentro de la cual se encuentran todas las etapas de las que está compuesta, las cuales se describen a continuación:

Figura 5.2. Vista superior de la etapa de control.



Fuente: Elaboración propia

A. Controlador principal

Compuesto por dos módulos: el módulo Arduino UNO, en el cual se encuentra grabado el programa que permite el control de los motores; y el módulo Ethernet W5100, este permite la conexión del módulo de control a internet, gracias a este se

puede conectar la aplicación desarrollada con el módulo de control y así poder mover los motores.

Figura 5.3. Controlador principal



Fuente: Elaboración propia

B. Drivers

Ya que los microcontroladores suministran pequeñas cantidades de potencia, estas no son suficientes para alimentar los motores paso a paso; por lo que es necesario amplificar las salidas en función a las cargas que se vayan a controlar. Para el presente trabajo, como se está presentando un prototipo, se va a utilizar el integrado ULN2003, el cual permite controlar cargas de hasta medio amperio. Como son dos los motores que se van a controlar, se están utilizando dos ULN2003, la forma de conexión se muestra en la siguiente figura:

Figura 5.4. Conexiones del Driver ULN2003



Fuente: <http://elcajondeardu.blogspot.pe/2015/05/tutorial-motor-paso-paso-con-modulo.html>

Cuenta con leds indicadores (A,B,C,D) que muestran qué bobina está en funcionamiento; los pines IN1, IN2, IN3 e IN4 son los que irán conectados a las salidas digitales del Arduino. Es necesario usar una fuente externa para la alimentación de 5 voltios y no usar la salida de la placa Arduino; debido a que se necesita más corriente de la que el microcontrolador puede suministrar (92mA frente a los 40mA máximos que ofrece la placa).

Figura 5.5. Drivers ULN2003 en etapa de control



Fuente: Elaboración propia

C. Fuente de alimentación

Se está utilizando dos fuentes separas, una para el controlador principal y la otra para los drivers y actuadores. El módulo Arduino UNO y el módulo Ethernet w5100 consumen 40mA por PIN, ambos aproximadamente consumen 500mA, por lo que se está usando una fuente de 12v a 700mA.

Cada driver ULN2003 consume aproximadamente unos 100mA, y cada motor consume unos 55mA; en este caso se está usando una fuente de 7.5v a 1000mA.

Figura 5.6. Fuentes de alimentación



Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Actuadores²⁷

Para el prototipo se está utilizando el motor paso a paso 28BYJ-48, es un pequeño motor paso a paso tipo unipolar, útil para aplicaciones que requieren precisión y alta repetitividad, tiene las siguientes características:

²⁷ Prometec *Motores Paso A Paso: 28BYJ-48 Primer contacto con un motor paso a paso*. Recuperado de: <http://www.prometec.net/motor-28byj-48/>

- Voltaje Nominal: 5VDC
- Número de Fases: 4
- Relación de Velocidad: 1/64
- Angulo de Paso: 6,25°
- Frecuencia: 100Hz
- Resistencia DC $50\Omega \pm 7\%$ (25°C)
- Torque $>34.3\text{mN.m}$ (120Hz)

En la figura 5.7 se observa el diseño del prototipo usando los motores antes mencionados, para el caso de la implementación se utilizaría el mismo diseño pero con motores más grandes capaces de aguantar un mayor peso.

Figura 5.7. Prototipo de actuadores.



Fuente: Elaboración propia

A. Cálculo del ángulo de movimiento del motor²⁸

Este motor cuenta con un engrane de reducción acoplado al eje de salida. Este engrane nos permite tener un mayor torque de salida y tiene una relación de 1:64; es decir, el engrane tiene que dar 64 revoluciones para que el eje de 1 revolución.

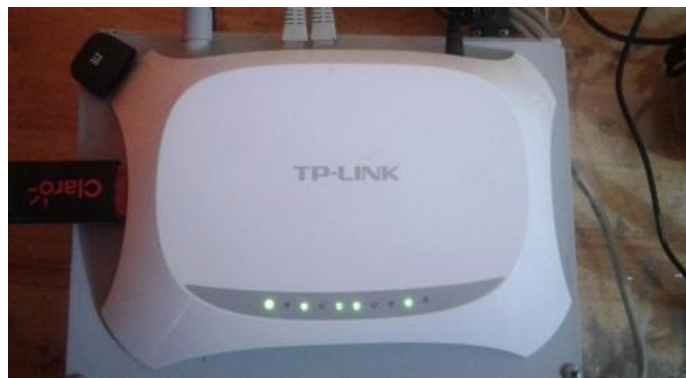
²⁸ Mecatronium Chips, *Tutorial Motor de Pasos 28BYJ-48*. Recuperado de: <http://chips.mecatronium.com/tutorial-motor-de-pasos-28byj-48/>

Observando la hoja de datos este motor tiene un ángulo de paso de 5.625° . Esto quiere decir que para que el engrane gire 1 revolución requiere dar $360^\circ/5.625^\circ = 64$ pasos. Pero como se tiene una relación de 1:64 (1 vuelta el eje; 64 vueltas el engrane); entonces para que el eje del motor gire 1 revolución son necesarios $64*64$ pasos, es decir 4096 pasos. Por lo tanto el eje requiere de 64 vueltas de 64 pasos = 4096 pasos. El engrane tiene que dar 64 vueltas para que el eje de 1. Es importante saber que este valor que se indica es cuando se opera el motor en Paso Medio (Half Step). Si se trabaja en Paso Completo (Full Step) entonces solo se requieren 2048 pasos. Por lo tanto para que el motor gire 90° tiene que dar 512 pasos y para que gire 10° tiene que dar aproximadamente 56 pasos.

5.1.3 Conexión a Internet

Es necesario que el módulo de control esté conectado a internet, para ello se utiliza el Router Inalámbrico 3G TP-LINK.

Figura 5.8. Router inalámbrico 3G



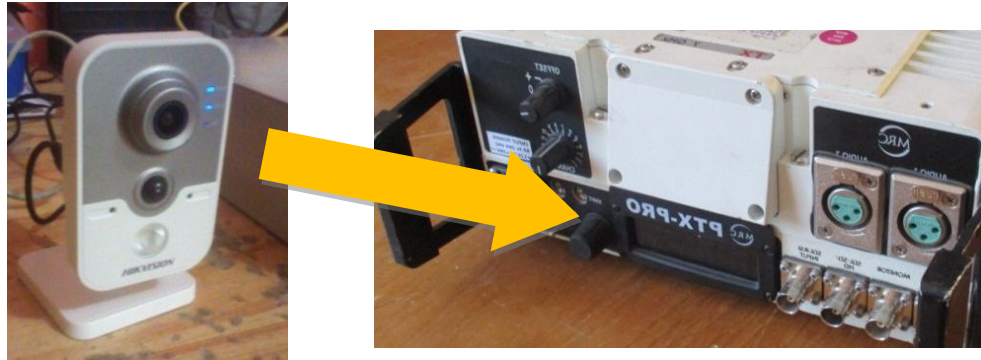
Fuente: Elaboración propia

5.1.4 Visualización

Para la visualización de los parámetros LQ y la intensidad se señal en dBm, se está utilizando una cámara IP; esta se conecta

directamente a la red, para este caso al Router Inalámbrico 3G. La cámara estará instalada en la parte posterior del equipo receptor, dirigida directamente al display del mismo.

Figura 5.9. Visualización de los parámetros del receptor

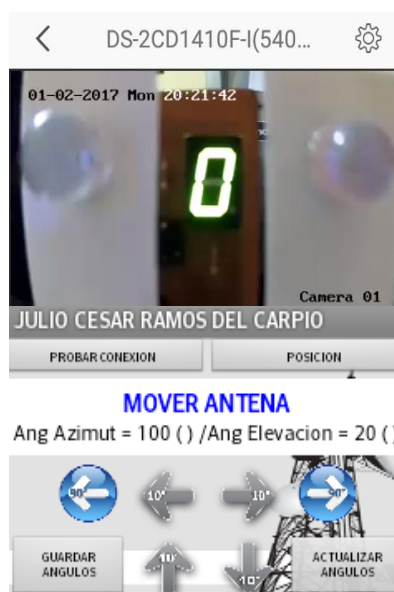


Fuente: Elaboración propia

5.1.5 Aplicación para celular

En la figura 5.10, se observa cómo están las dos aplicaciones juntas; en la parte superior de la aplicación se muestra un display, el mismo que viene a simular el LQ del sistema de recepción de enlace microonda y en la parte inferior se muestra la aplicación desarrollada.

Figura 5.10. Aplicación.



Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que el trabajo se presenta a manera de prototipo, siendo los puntos 5.1.1-B (drivers), 5.1.1-C (fuentes de alimentación) y 5.1.2 (actuadores) los únicos que cambiarían al momento de implementar el trabajo.

5.1.6 Tiempos de respuesta

A continuación, se muestra una tabla con los tiempos que demora en moverse el motor y visualizarse en la cámara; después de mandarle la orden.

Tabla 5.1

Tiempo de respuesta

N° Prueba	Retardo de la cámara con App (Segundos)	Retardo del motor con App (Segundos)	Retardo de la cámara con Joystick (Segundos)
1	8	3	3
2	7	2	3
3	8	3	2
4	7	2	3
5	7	3	3

Fuente: Elaboración propia.

5.2 ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN

Para la implementación, hay que analizar los siguientes puntos:

5.2.1 Actuadores

El equipo donde se desea implementar el presente trabajo se observa en la figura 5.11, consta de tres partes:

Figura 5.11. Receptor de enlace microondas de la Filial Arequipa



Fuente: Elaboración propia

- **Receptor:** Sus dimensiones son 23.7cm X 8.4cm X 30.5cm y un peso de 7 Kg.
- **Antena:** Con una longitud de 30cm y un peso aproximado de 0.5 Kg.
- **Plato Parabólico:** Con un diámetro de 65cm y un peso aproximado de 1.5 Kg.

Todo el equipo de recepción en conjunto tiene un peso aproximado de 9 Kg, y una longitud de 60cm; actualmente, está sobre un trípode como se observa en la figura 5.11.

En el prototipo a presentar, se está usando el motor 28BYJ-48; el peso que soporta este motor es de 0.34Kg, aproximadamente, 340 gramos. Para poder mover el equipo de recepción microonda, es necesario un motor de soporte como mínimo de 9Kg a más.

Para esto, se ha de utilizar el motor paso a paso NEMA 23, modelo SY57STH76-2006A; algunas de sus características son las siguientes:²⁹

²⁹ MicroPAP, *Motores Paso a Paso*. Recuperado de: <http://www.micropap.com/index.php/virtuemart/motores/nema-23/sy57sth76-2006a-detail>

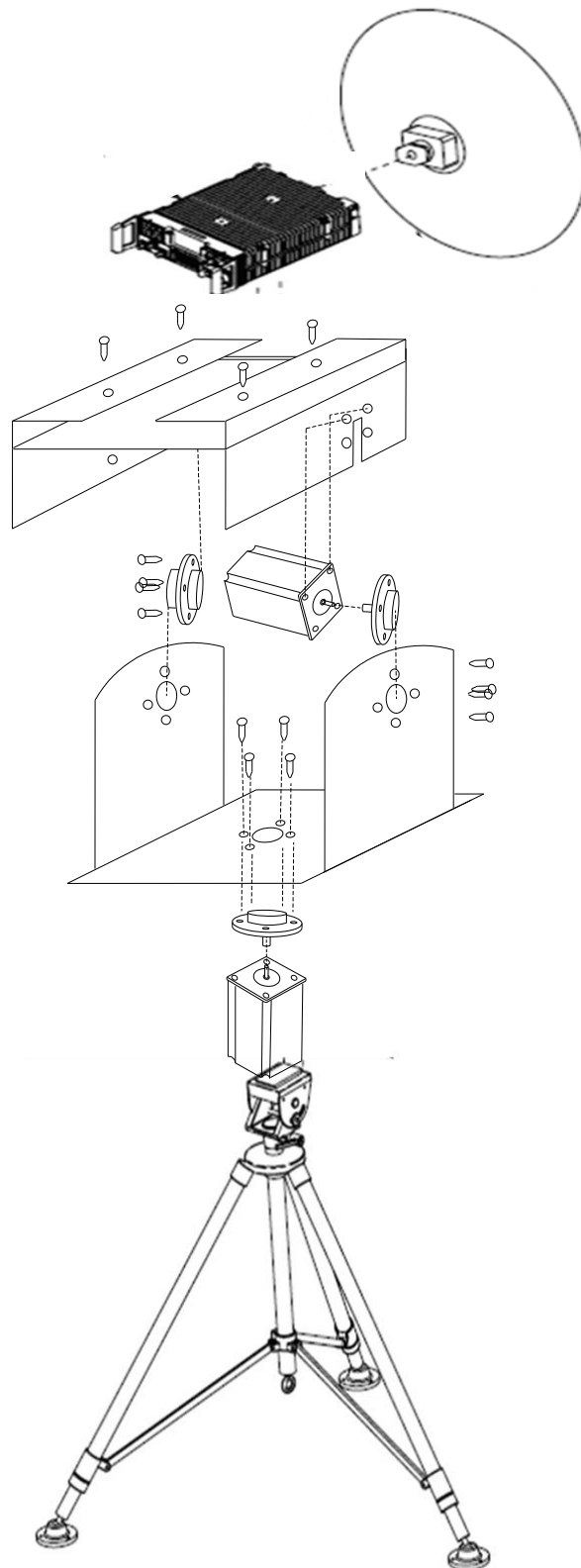
➤ Voltaje (V):	4.50
➤ Intensidad / fase (A):	2.00
➤ Resistencia / fase (Ω):	2.25
➤ Inductancia / fase (mH):	3.60
➤ Par (kg*cm):	13.50
➤ Longitud (mm):	6
➤ Ángulo de giro:	1.8°

Figura 5.12. Motor NEMA 23



Fuente: <http://www.micropap.com/index.php/virtuemart/motores/nema-23/sy57sth76-2006a-detail>

Este motor puede soportar hasta 13.5 kg los cuales son suficientes para los 9 kg del equipo receptor que se quiere controlar. La forma que se desea montar en el presente trabajo se observa en la figura 5.13; como se aprecia, se ha diseñado un armazón, en el cual se encuentran los motores que controlan los movimientos de la antena receptora, este se acoplará entre el trípode ya existente y el equipo receptor en sí.

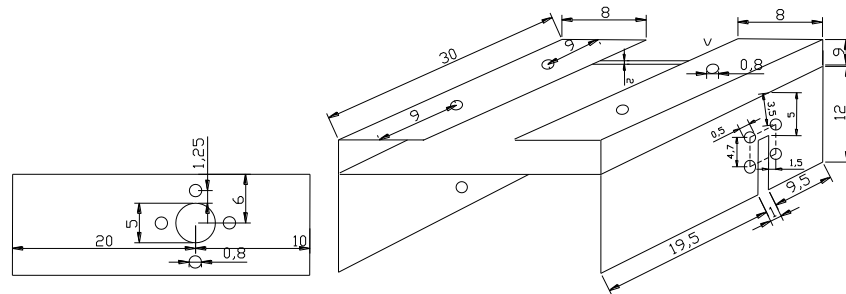
Figura 5.13. Montaje del trabajo

Fuente: Elaboración propia

Las medidas del armazón que se diseñó están en las figuras 5.14, 5.15 y 5.16; estas se encuentran representadas en centímetros.

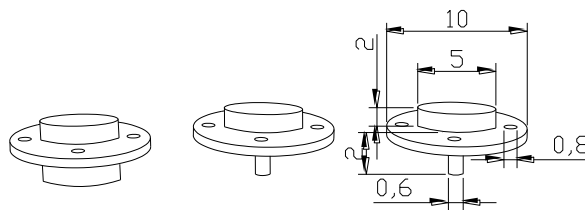
Dimensiones: (Unidades = cm)

Figura 5.14 Armazón de la parte superior



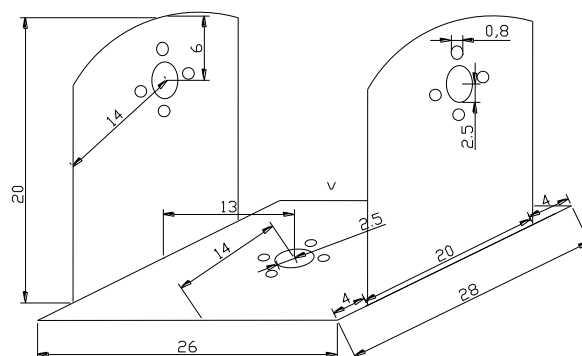
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.15. Engranajes del armazón



Fuente: Elaboración propia

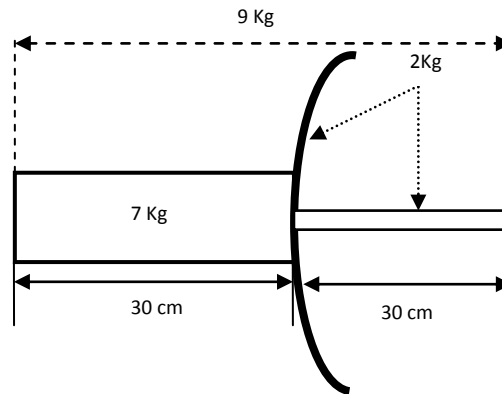
Figura 5.16. Armazón de la parte inferior



Fuente: Elaboración propia

Para que los motores funcionen de la mejor manera, es aconsejable que los motores estén en el centro de gravedad del armazón y del equipo receptor. En la figura 5.17, se puede apreciar la distribución del peso y las dimensiones del equipo receptor que se desea controlar.

Figura 5.17. Equipo receptor



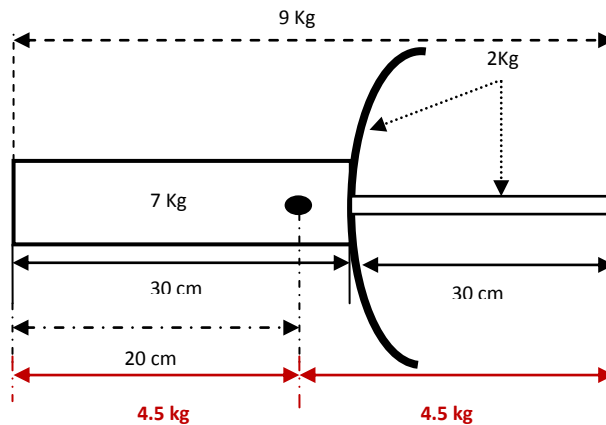
Fuente: Elaboración propia

Como se observa, la distribución no es uniforme, y para que el equipo receptor no tienda a irse a uno u otro lado estando montado en el armazón, se ha de hallar el centro de gravedad de todo el equipo receptor. Todo el equipo junto pesa 9 kg, su centro de gravedad está a la mitad; es decir, 4.5 kg a cada lado, esto se logra usando una regla de tres simple:

$$\begin{array}{l}
 7\text{kg} \text{ ————— } 30\text{cm} \\
 4.5\text{kg} \text{ ————— } x
 \end{array}
 \quad \Rightarrow \quad
 \begin{array}{l}
 x = \frac{4.5\text{kg} * 30\text{cm}}{7 \text{ kg}} \\
 x = 19.28 \text{ cm}
 \end{array}$$

Entonces, el centro de gravedad queda como se observa en la figura 5.18.

Figura 5.18. Centro de gravedad del equipo receptor



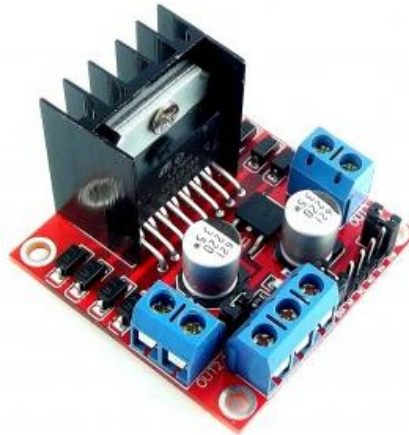
Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Driver

Sabiendo qué motor se ha de usar, lo siguiente es elegir el driver apropiado para dicho motor. El motor paso a paso nema 23 tiene un consumo de corriente de 2 Amperios y se alimenta con un voltaje de 4.5 Voltios, el driver compatible con este motor es el Puente H L298N, el cual tiene las siguientes especificaciones técnicas:³⁰

- Canales: 2 (soporta 2 motores DC o 1 motor PAP)
- Voltaje lógico: 5V
- Voltaje de Operación: 5V-35V
- Consumo de corriente (Digital): 0 a 36mA
- Capacidad de corriente: 2A (picos de hasta 3A)
- Potencia máxima: 25W
- Peso: 30g
- Dimensiones: 43 * 43 * 27 mm

³⁰ Naylampmechatronics, *Driver Puente H L298N*. Recuperado de: <http://www.naylampmechatronics.com/drivers/11-driver-puente-h-l298n.html>

Figura 5.19. Driver L298N

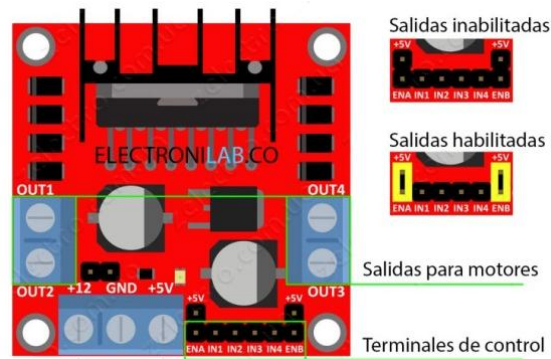
Fuente: <http://www.naylampmechatronics.com/drivers/11-driver-puente-h-l298n.html>

A. Uso de Driver L298N³¹

Este módulo basado en el chip L298N permite controlar dos motores de corriente continua o un motor paso a paso bipolar o unipolar de hasta 2 amperios. El módulo cuenta con todos los componentes necesarios para funcionar sin necesidad de elementos adicionales, entre ellos diodos de protección y un regulador LM7805 que suministra 5V a la parte lógica del integrado L298N. Cuenta con jumpers de selección para habilitar cada una de las salidas del módulo (A y B). La salida A está conformada por OUT1 y OUT2 y la salida B por OUT3 y OUT4. Los pines de habilitación son ENA y ENB respectivamente. En la parte inferior se encuentran los pines de control del módulo, marcados como IN1, IN2, IN3 e IN4.

³¹Electronilab, *Tutorial: Uso de Driver L298N para motores DC y paso a paso con Arduino*. Recuperado de: <https://electronilab.co/tutoriales/tutorial-de-uso-driver-dual-l298n-para-motores-dc-y-paso-a-paso-con-arduino/>

Figura 5.20. Pines del driver L298N



Fuente: <https://electronilab.co/tutoriales/tutorial-de-uso-driver-dual-l298n-para-motores-dc-y-paso-a-paso-con-arduino/>

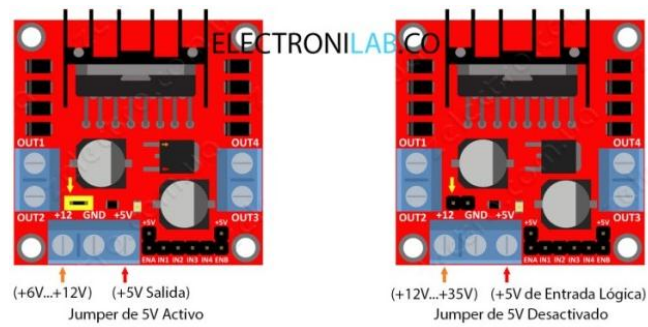
B. Conexión de alimentación³²

Este módulo se puede alimentar de 2 maneras gracias al regulador integrado LM7805. Cuando el jumper de selección de 5V se encuentra activo, el módulo permite una alimentación de entre 6V a 12V DC. Como el regulador se encuentra activo, el pin marcado como +5V tendrá un voltaje de 5V DC. Este voltaje se puede usar para alimentar la parte de control del módulo ya sea un microcontrolador o un Arduino, pero recomendamos que el consumo no sea mayor a 500 mA.

Cuando el jumper de selección de 5V se encuentra inactivo, el módulo permite una alimentación de entre 12V a 35V DC. Como el regulador no está funcionando, tendremos que conectar el pin de +5V a una tensión de 5V para alimentar la parte lógica del L298N. Usualmente esta tensión es la misma de la parte de control, ya sea un microcontrolador o Arduino.

³² Electronilab, *Tutorial: Uso de Driver L298N para motores DC y paso a paso con Arduino*. Recuperado de: <https://electronilab.co/tutoriales/tutorial-de-uso-driver-dual-l298n-para-motores-dc-y-paso-a-paso-con-arduino/>

Figura 5.21. Alimentación del driver L298N

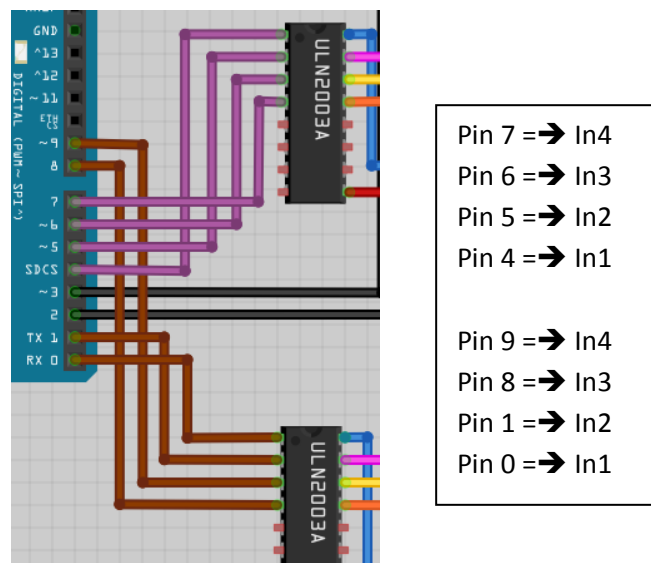


Fuente: <https://electronilab.co/tutoriales/tutorial-de-uso-driver-dual-l298n-para-motores-dc-y-paso-a-paso-con-arduino/>

C. Conexión de pines de control

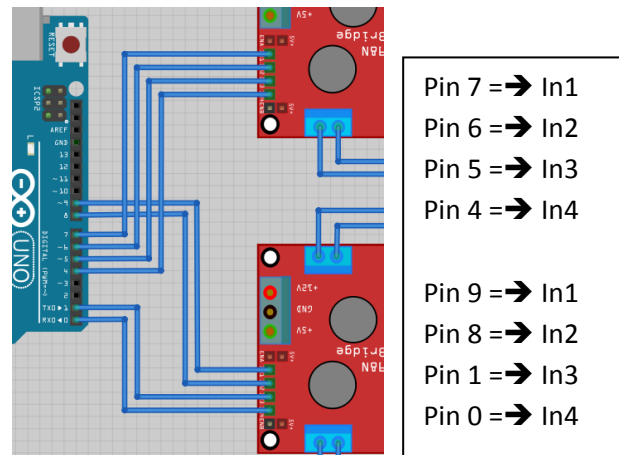
La conexión de los pines de control es similar a la que se presenta en el prototipo. Se usarán dos driver, uno que controla el ángulo de elevación (arriba y abajo), y el otro que mueva el ángulo de azimut (derecha a izquierda). En la figura 5.22 y la figura 5.23, se observa cómo se conectan dichos pines en el prototipo (ULN 2003) y en la aplicación real (L298N).

Figura 5.22 Conexión de los pines de control ULN2003.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.23. Conexión de los pines de control L298N



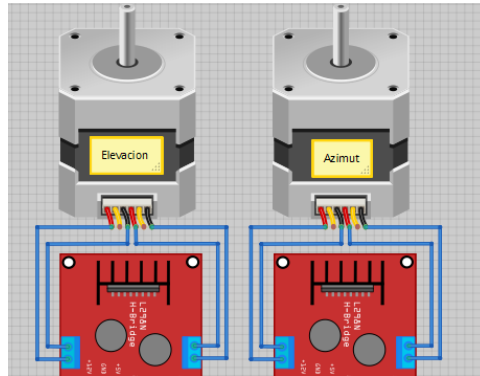
Fuente: Elaboración propia

Como se observa en las figuras anteriores, las conexiones difieren solo en el orden de las conexiones; utilizando el mismo programa para ambos casos.

D. Conexión de motores

Para el caso de los motores, solo difiere en la forma de conexión de los mismos. Para el prototipo que se está presentando, se está usando el motor 28BYJ-48 que es un motor paso a paso tipo unipolar de cinco hilos, y para el caso de la aplicación real se ha de usar el motor NEMA 23 que es también un motor paso a paso de tipo unipolar de cinco hilos; la única diferencia es que este último soporta más peso. El driver L298N tiene cuatro salidas, y la forma de conectar el motor NEMA 23, es como se muestra en la figura 5.24.

Figura 5.24. Conexión de los motores con el driver L298N



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 5.24, se está dejando dos hilos sin conectar en cada motor; estos hilos son la parte común de ambos motores y en el driver L298N no es necesario conectarlos.

E. Cálculo del conductor a usar³³

La distancia entre los drivers y los motores es de 60 metros, debido a que es una distancia considerable es necesario calcular número de cable que se ha de usar. Este cálculo se realiza con las siguientes formulas:

$$S = f \frac{L}{R}, \quad R = \frac{E}{I}$$

Donde:

E = Caída de tensión admisible [Volt]

I = Corriente [Amper]

R = Resistencia [Ohm]

L = Largo del conductor [metros]

S = Sección en [mm²]

³³ LVHirrigation, *Calculo de caída de tensión y sección conductor*, Buenos Aires Argentina. Recuperado de: <http://www.lvhsa.com.ar/iw/Documentos/LVHirrigation%20-%20Calculo%20caida%20tension%20y%20seccion%20conductor.pdf>

f = Resistencia específica del material: cobre = 1/58; aluminio = 1/36.

Se debe calcular un conductor de 60 metros de largo con un voltaje de alimentación de 5V, con un consumo de 2A. La caída de voltaje que se admite es de 0,5V, esto debido a que el motor NEMA23 se alimenta con un voltaje de 4,5V.

$$R = \frac{E}{I} = \frac{0.5}{2} = 0,25 \text{ ohm}$$

$$L = 60\text{m}$$

$$R = 0.25\text{ohm}$$

Conductor de cobre $f = 1/58 = 0,0173$

$$S = f \frac{L}{R} = 0.0173 * \frac{60}{0.25} = 4,152 \text{ mm}^2$$

Queda una sección aproximada 4,15 mm², entonces de acuerdo con la tabla de la figura 5,24 de puede utilizar un cable 10AWG, como el motor NEMA23 es de cuatro hilos se debe utilizar 8 cables de 10AWG de 50 metro cada uno.

Figura 5.25. Áreas de los conductores AWG en mm² y CM

Calibre (AWG o kcmil)	Área	
	mm ²	Circular mils
18	0.823	1620
16	1.31	2580
14	2.08	4110
12	3.31	6530
10	5.261	10380
8	8.367	16510
6	13.3	26240
4	21.15	41740
3	26.67	52620
2	33.62	66360
1	42.41	83690
1/0	53.49	105600
2/0	67.43	133100
3/0	85.01	167800
4/0	107.2	211600
250	127	—
300	152	—
350	177	—
400	203	—
500	253	—
600	304	—

Fuente: <http://faradayos.blogspot.pe/2013/12/caracteristicas-cables-conductores.html>

5.2.3 Fuentes de alimentación

Para alimentar los drivers y los motores, se debe sustituir la fuente de 7,5 voltios a 1 amperio, que se está usando en el prototipo a presentar, con una fuente de un amperaje mayor; la forma de conexión es la misma. Cabe señalar que solo se debe sustituir la fuente que alimenta los driver y los motores ya que la fuente que alimenta el Arduino UNO es la misma y funciona separado de este. En el mercado, se puede conseguir varios tipos; para este caso, se usará una fuente de 12 voltios a 5 amperios.

Figura 5.26. Fuente de alimentación de los drivers y motores



Fuente: <http://www.rctecnic.com/cargadores-de-bateria/1516-fuente-de-alimentacin-imax-12v-5a-100240v>

5.3 ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO

Tabla 5.2

Análisis del costo del prototipo

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Motores paso a paso M28byj-48 + Driver Uln2003	2	S/. 25.00	S/. 50.00
Arduino uno	1	S/. 40.00	S/. 40.00
Router 3G	1	S/. 90.00	S/. 90.00
Cámara IP	1	S/. 300.00	S/. 300.00
Joystick	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Fuente de alimentación para Arduino	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Fuente de alimentación para driver y motores	1	S/. 20.00	S/. 20.00
Armazón para motores	1	S/. 25.00	S/. 25.00
Modem 3G	1	S/. 50.00	S/. 50.00
Arduino Ethernet Shield - W5100	1	S/. 45.00	S/. 45.00
Caja Metálica de módulo de control	1	S/. 40.00	S/. 40.00
Accesorios (leds, pulsadores, cables, conectores, etc.)		S/. 50.00	S/. 50.00
Plancha Acrílico	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Chip Claro 3G (S/. 40 x 12 meses)			S/. 480.00
COSTO TOTAL			S/. 1 235.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.3***Análisis del costo para la implementación***

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Módulo driver puente H dual I298n	2	S/. 19.00	S/. 38.00
Motores paso a paso NEMA23	2	S/. 60.00	S/. 120.00
240 metros de cable 10 AWG	240	S/. 2.00	S/. 480.00
180 metros cable UTP para exterior	180	S/. 1.90	S/. 342.00
Fuente de alimentación 12V a 5ª	1	S/. 80.00	S/. 80.00
Arduino UNO	1	S/. 40.00	S/. 40.00
Cámara IP	1	S/. 300.00	S/. 300.00
Joystick	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Fuente de alimentación para Arduino	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Arduino Ethernet Shield - W5100	1	S/. 45.00	S/. 45.00
Caja Metálica de módulo de control	1	S/. 40.00	S/. 40.00
Pulsadores	4	S/. 10.00	S/. 40.00
Construcción y adaptación del armazón para motores			S/. 800.00
COSTO TOTAL			S/. 2 355.00

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar las transmisiones de una forma adecuada, es necesario contar con un operario que se dedique única y exclusivamente a subir y bajar de la torre y contar también con un técnico que se encargue de recibir la señal y manejar el switcher; el beneficio que aportaría la implementación del presente trabajo a la institución, es que un operario realizase la función de dos, evitando así la contratación de otro personal. El sueldo de un torrero es aproximadamente de S/. 1100, entonces, se estaría ahorrando a la institución S/. 13 200 al año.

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$$

Si $B/C > 1$, Se invierte

Si $B/C = 1$, Indiferente

Si $B/C < 1$, No se invierte

Normalmente, un contrato en el canal en la modalidad de CAS es de tres meses renovables; entonces, en el peor de los casos y dado que las transmisiones se realizan de forma diaria, se estaría ahorrando a la institución la suma de S/. 3 300, reemplazando en la fórmula, se tiene lo siguiente:

$$\frac{B}{C} = \frac{3300}{2355} = 1.4$$

$$\frac{B}{C} = 1.4$$

Como el resultado B/C es mayor a uno, según el análisis, es factible implementar el proyecto.

CAPÍTULO VI

6.1 CONCLUSIONES

- PRIMERA:** Se logró implementar el prototipo del sistema para el Control Remoto de la Antena de Recepción de los Enlaces Microonda de TV Perú Canal 7 – Filial Arequipa, el cual permite dos formas para poder controlarlo: uno a través de un joystick y la otra a través de un equipo de radio teléfono celular, siendo el primero de estos el que muestra mayor confiabilidad.
- SEGUNDA:** Se eliminó el tiempo muerto que tiene el operador debido a que con este sistema ya no tiene que subir y bajar de la torre, lo que permite que los enlaces microonda se realicen con mayor rapidez.
- TERCERA:** Se disminuyó el riesgo del operador al no tener que subir a la torre a mover la antena al momento de tener que realizar el enlace microonda, teniendo solamente que subir cuando el sistema presente alguna falla o para darle mantenimiento.
- CUARTA:** Este sistema permite que el asistente realice otras funciones necesarias al momento del enlace microonda; mejorando así la calidad de la transmisión microonda.

6.2 RECOMENDACIONES

- PRIMERA: Implementar el sistema desarrollado en el presente trabajo permitirá que los enlaces microonda se realicen de una mejor manera por el personal de la empresa TV PERÚ y en forma más segura.
- SEGUNDA: Disminuir los tiempos de respuesta del sistema diseñado utilizando otro tipo de tecnología, por ejemplo, 4G, permite obtener un mayor ancho de banda.
- TERCERA: Utilizar un módulo Arduino de mayor gama para adaptar al sistema diseñado módulos GPS mejorando así la ubicación de los puntos de transmisión y utilizar un display LCD para el control a través del módulo Joystick; esto permite visualizar los ángulos en los que está la antena.
- CUARTA: Aumentar los ángulos de giro con los que se mueve la antena, para poder tener una mejor precisión al momento de realizar un enlace microonda.
- QUINTA: Conectar todo el sistema a un UPS para que en caso ocurriera un corte de energía, el sistema no se apague y pueda funcionar con normalidad.
- SEXTA: Utilizar la misma data del equipo receptor para la localización de la antena, dejando de usar la cámara.
- SÉPTIMA: Dotar a la aplicación un usuario y una contraseña para tener mayor seguridad al momento de realizar un enlace microonda.
- OCTAVA: Todos los cálculos y dispositivos presentados en el punto 5.2, análisis e implementación, están desarrollados para un peso máximo de 13.5 kg; si se desea aumentar de peso, se

deben hacer otros cálculos y buscar otros dispositivos, pero utilizando el mismo módulo de control.

NOVENA: En lugar de utilizar el servicio NO-IP, se recomienda el uso de una IP ESTÁTICA; para tener un servicio permanente.

DÉCIMA: Una vez instalado el sistema desarrollado, se recomienda darle mantenimiento, periódicamente, para tener los equipos operativos.

LINKOGRAFÍA

Ávila Pérez, C.J. (2008). *Diseño e Implementación de un Sistema de Monitoreo y Control Remoto usando Tecnología WAP*. Tesis de grado. Escuela Politécnica Del Ejercito Sede Latacunga, Latacunga, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4022/1/T-ESPEL-0526.pdf>

Bozzeta Valdivia, G.S. (2011). *Diseño de un Sistema Receptor de Televisión Vía Satélite para Zonas Rurales en el Departamento de Cajamarca*, Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1017>

Carletti, Eduardo J. Motores Paso a Paso Características Básicas. Recuperado de http://robots-argentina.com.ar/MotorPP_basico.htm

Control de Motores Paso A Paso Mediante Microcontroladores. Recuperado de <http://server-die.alc.upv.es/asignaturas/lсед/2002-03/MotoresPasoapaso/Motorespasoapaso.pdf>

Creatividad Ahora, Uso del Shield Ethernet con Arduino (2014). Recuperado de www.creatividadahora.com

De La Horra Köllmer, M. (2013) *Sistemas de Adquisición de Datos basados en la plataforma Arduino. Aplicaciones a Matlab, Simulink y Android*. Tesis de Grado, Universidad Carlos III de Madrid, Leganes, España. Recuperado de http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/17166/PFC_DelaHorraKollmerMario_0513.pdf?sequence=1&isAllowed=y

De León Sigg, I.A. (2004). *Diseño e Implementación de un Laboratorio de Recepción Satelital Controlada a través de una Pagina Web*, Tesis de Postgrado, Universidad de Colima, Colima, México. Recuperado de

http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Ines_Angelica_de_Leon_Sigg.pdf

Enríquez Herrador, R. (2009). Guía de Usuario de Arduino. Recuperado de http://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wpcontent/uploads/2010/05/Arduino_user_manual_es.pdf

LVHirrigations Wires. Calculo Caída de Tensión. Recuperado de <http://www.lvhsa.com.ar/iw/Documentos/LVHirrigation%20%20Calculo%20caida%20tension%20y%20seccion%20conductor.pdf>

Moreno Parra, R.A. (2013). Desarrollo fácil y paso a paso de aplicaciones para Android usando MIT App Inventor. Recuperado de <https://tecnoarboleda.files.wordpress.com/2014/02/desarrollo-paraandroid-usando-mit-appinventor.pdf>

Moreno Zambrano, H.X. y Villamar Bravo, M.A. (2015). *Diseño e Implementación de un Sistema de Control y Monitoreo Mediante Labview para una Plataforma Giratoria Aplicada a los Enlaces Terrestre Vía Microondas y una Antena de Recepción Satelital*, Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://dSPACE.UPS.edu.ec/bitstream/123456789/10384/1/UPSGT001414.pdf>

Pérez, A.E. (2013). *Diseño de aplicación móvil para la comunicación inalámbrica de señales audiovisuales*, proyecto final de grado, Escuela de Ingeniería de Terrasa, Cataluña, España. Recuperado de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/21895/alberto.esteban.perez_90828.pdf

GLOSARIO

3G: es la abreviación de tercera generación de transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil.

ALFANUMÉRICO: es cualquier cadena de texto (palabra) formada por números y/o letras.

ALGORITMO: es una lista ordenada de operaciones que tienen el propósito de buscar la solución a un problema en matemática, informática y disciplinas afines.

APP: es una aplicación de software que se instala en dispositivos móviles o tablets para ayudar al usuario en una labor concreta.

AZIMUT: es el ángulo que forma un cuerpo celeste y el Norte, medido en sentido de rotación de las agujas de un reloj alrededor del horizonte del observador.

CÓDIGO QR: es un sistema que permite almacenar información en una matriz de puntos o código de barras bidimensional.

COMPILAR: significa traducir un código de programación a un código ejecutable por la máquina.

dBm: es una unidad de medida de potencia expresada en decibelios (dB) relativa a un milivatio (mW)

DECIBELIO: es la medida utilizada para expresar el nivel de potencia y el nivel de intensidad del ruido.

DIRECCIÓN IP: es una matrícula identificativa que te define dentro de una red, ya sea esta interna (una red de un hogar, oficina, comercio) o externa, de cara a Internet.

DIRECCIÓN MAC: es la dirección identificativa de la tarjeta de red de un equipo.

DISPLAY LCD: (pantalla de cristal líquido) es una pantalla plana basada en el uso de una sustancia líquida atrapada entre dos placas de vidrio, haciendo pasar por esta una corriente eléctrica a una zona específica, para que así esta se vuelva opaca, y además cuenta (generalmente) con iluminación trasera.

DRIVER: Un driver es un circuito que hace las funciones "intermedias" entre dos circuitos o dicho de otra manera el que adapta niveles de tensión o señal etc... Entre dos circuitos.

DVR: (grabador de vídeo digital) es un equipo especializado diseñado para trabajar con cámaras de seguridad, su función es capturar lo que la cámara ve y enviarla al disco duro del equipo en formato digital.

E/S: abreviatura de entrada/salida de datos.

EEPROM: (Memoria de sólo lectura programable y borrable eléctricamente) es un chip de memoria que retiene su contenido sin energía. Puede borrarse, tanto dentro del computador como externamente.

ELEVACIÓN: es la distancia angular vertical que hay entre un cuerpo celeste y el horizonte local del observador o, también llamado, plano local del observador.

EMULADOR: es un software que permite ejecutar programas o videojuegos en una plataforma diferente a aquella para la cual fueron escritos originalmente.

ENCODER: es un dispositivo, circuito, programa de software, un algoritmo o incluso hasta una persona cuyo objetivo es convertir información de un formato a otro.

HIPERVÍNCULO: es un enlace, normalmente entre dos páginas web de un mismo sitio, pero un enlace también puede apuntar a una página de otro sitio web, a un fichero, a una imagen, etc. Para navegar al destino al que apunta el enlace, hemos de hacer clic sobre él. También se conocen como hiperenlaces, enlaces o links.

HOST: (anfitrión) se usa en informática para referirse a las computadoras u otros dispositivos conectados a una red que proveen y utilizan servicios de ella.

IP ESTÁTICA: es una dirección regular que está asignada permanentemente a una computadora localizable a través de Internet.

JUMPER: es un elemento conductor usado para conectar dos terminales para cerrar un circuito eléctrico.

LABVIEW: es una plataforma y entorno de desarrollo para diseñar sistemas, con un lenguaje de programación visual gráfico.

LONGITUD DE ONDA: es la distancia real que recorre una perturbación (una onda) en un determinado intervalo de tiempo.

MAPEAR: instrucción que permite convertir un rango de variación en otro.

MPEG: es el nombre de un grupo de estándares de codificación de audio y vídeo.

NO-IP: es un servicio que permite identificar una PC con un nombre de dominio fácil de recordar, como TuNombre.no-ip.com en lugar un número extraño del tipo 213.171.218.201 y poder montar un servidor sin complicaciones independientemente de si tenemos o no una IP estática.

PROTOTIPO: es un modelo a escala o facsímil de lo real, pero no tan funcional para que equivalga a un producto final, ya que no lleva a cabo la totalidad de las funciones necesarias del sistema final.

PUERTO DE RED: es una interfaz para comunicarse con un programa a través de una red.

PWM: (modulación por ancho de pulsos) es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica, ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga.

SDK: responde a las siglas Software Development Kit, lo que viene a ser un kit de desarrollo de software. Con él podremos desarrollar aplicaciones y ejecutar un emulador del sistema Android de la versión que sea. Todas las aplicaciones Android se desarrollan en lenguaje Java con este kit.

SERVIDOR: es un ordenador o máquina informática que está al “servicio” de otras máquinas, ordenadores o personas llamadas clientes y que le suministran a estos, todo tipo de información.

SHIELDS: son placas de circuitos modulares que se montan unas encima de otras para dar funcionalidad extra a un Arduino.

SWICHERT DE VIDEO: es un equipo que permite seleccionar, mezclar y manipular diferentes fuentes de vídeo.

TTL: (transistor-transistor logic), una tecnología de construcción de circuitos electrónicos digitales.

TX/RX: transmisor/ receptor.

UPS: (Sistema de alimentación ininterrumpida) es una fuente de suministro eléctrico que posee una batería con el fin de seguir dando energía a un dispositivo en el caso de interrupción eléctrica.

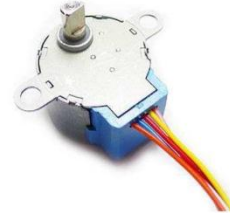
WAP: (protocolo de aplicaciones inalámbricas) es un estándar abierto internacional para aplicaciones que utilizan las comunicaciones inalámbricas.

ANEXOS

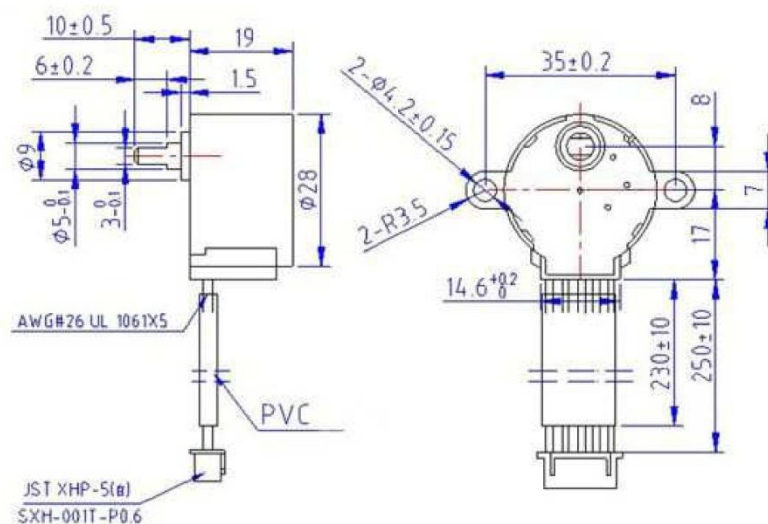
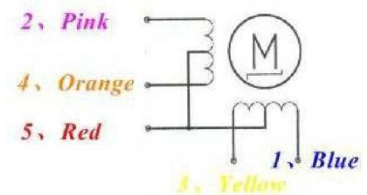
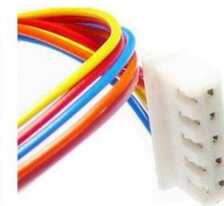
1. Motor Paso a Paso 28BYJ-48³⁴

28BYJ-48 – 5V Stepper Motor

The 28BYJ-48 is a small stepper motor suitable for a large range of applications.



Rated voltage :	5VDC
Number of Phase	4
Speed Variation Ratio	1/64
Stride Angle	5.625°/64
Frequency	100Hz
DC resistance	50Ω±7%(25°C)
Idle In-traction Frequency	> 600Hz
Idle Out-traction Frequency	> 1000Hz
In-traction Torque	>34.3mN.m(120Hz)
Self-positioning Torque	>34.3mN.m
Friction torque	600-1200 gf.cm
Pull in torque	300 gf.cm
Insulated resistance	>10MΩ(500V)
Insulated electricity power	600VAC/1mA/1s
Insulation grade	A
Rise in Temperature	<40K(120Hz)
Noise	<35dB(120Hz, No load, 10cm)
Model	28BYJ-48 – 5V



³⁴ Kiatronics, 28BYJ-48 – 5V Stepper Motor. Recuperado de: <http://robocraft.ru/files/datasheet/28BYJ-48.pdf>

2. Driver ULN2003³⁵

ULN2003

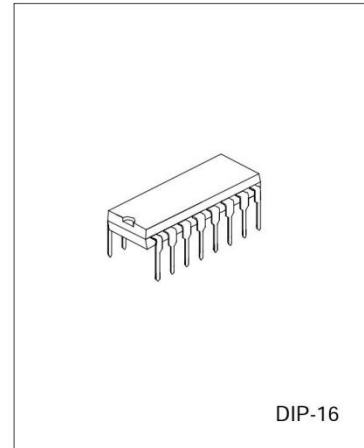
LINEAR INTEGRATED CIRCUIT

HIGH VOLTAGE AND HIGH CURRENT DARLINGTON TRANSISTOR ARRAY

DESCRIPTION

The ULN2003 is a monolithic high voltage and high current Darlington transistor arrays. It consists of seven NPN darlington pairs that features high-voltage outputs with common-cathode clamp diode for switching inductive loads. The collector-current rating of a single darlington pair is 500mA. The darlington pairs may be paralleled for higher current capability. Applications include relay drivers, hammer drivers, lampdrivers, display drivers(LED gas discharge), line drivers, and logic buffers.

The ULN2003 has a 2.7k Ω series base resistor for each darlington pair for operation directly with TTL or 5V CMOS devices.

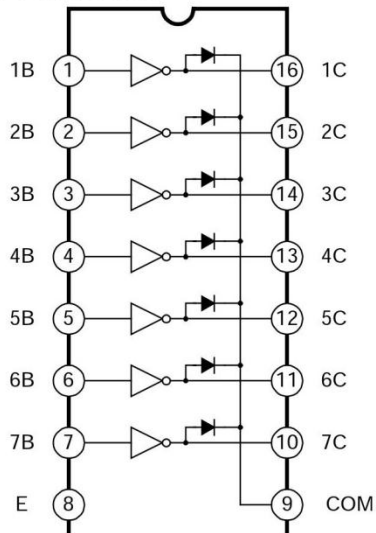


DIP-16

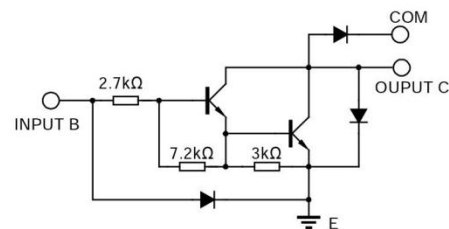
FEATURES

- * 500mA rated collector current(Single output)
- * High-voltage outputs: 50V
- * Inputs compatible with various types of logic.
- * Relay driver application

LOGIC DIAGRAM



SCHEMATIC(EACH DARLINGTON PAIR)



³⁵ Contek Microelectronics Co. *ULN2003 Linear Integrated Circuit*. Recuperado de: <http://labkit.ru/userfiles/file/documentation/Switching/ULN2003.pdf>

ULN2003

LINEAR INTEGRATED CIRCUIT

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Ta=25°C)

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	VCE	50	V
Input Voltage	Vi	30	V
Peak Collector Current	Io	500	mA
Total Emitter-terminal	IOK	500	mA
Power Dissipation	Pd	950 Tamb=25°C	mW
		495 Tamb<85°C	mW
Operating Temperature	Topr	-20~ +85	°C
Storage Temperature	Tstg	-65 ~ +150	°C

Note: All voltage values are with respect to the emitter/substrate terminal E, unless otherwise noted.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Ta=25°C, unless otherwise specified)

Characteristic	Test Figure	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Units
On-state Input Voltage	6	Vi(ON)	VCE=2V, Ic=200mA			2.4	V
			VCE=2V, Ic=250mA			2.7	
			VCE=2V, Ic=300mA			3	
Collector-Emitter Saturation Voltage	5	VCE(SAT)	Ii=250µA, Ic=100mA		0.9	1.1	V
			Ii=350µA, Ic=200mA		1	1.3	
			Ii=500µA, Ic=350mA		1.2	1.6	
Collector Cutoff Current	1	ICEX	VCE=50V, Ii=0			50	µA
	2		VCE=50V, Ii=0, Ta=70°C			100	
Clamp Forward Voltage	8	Vf	If=350mA		1.7	2	V
Off-state Input Current	3	Ii(OFF)	VCE=50V, Ic=500mA, Ta=70°C	50	65		µA
Input Current	4	Ii	Vi=3.85V		0.95	1.35	mA
Clamp Reverse Current	7	IR	VR=50V			50	µA
			VR=50V, Ta=70°C			100	
Input Capacitance	--	CI	Vi=0, f=1MHz		15	25	pF
Propagation delay time, low-to-high-level output	9	tPLH			0.25	1	ns
Propagation delay time, high-to-low-level output	9	tPHL			0.25	1	ns
High-level output Voltage after switching	10	VOH	Vs=50V, Io=300mA	Vs-20			mV

3. ROUTER 3G TP LINK TL-MR3220³⁶



CARACTERÍSTICAS DE HARDWARE

Interfaz	USB 2.0 Port for LTE/HSPA+/HSUPA/HSDPA/UMTS/EVDO USB Modem 1 10/100Mbps WAN Port, 4 10/100Mbps LAN Ports, support the auto-Negotiation and auto-MDI/MDIX
Botón	WPS/Reset Button Wireless On/Off Switch Power On/Off Button
Fuente de Alimentación Externa	9VDC/0.85A
Dimensiones (W X D X H)	8*5.4*1.7 in. (204*138*44mm)
Tipo de Antena	Omni directional, Detachable, Reverse SMA
Ganancia de Antena	5dBi

³⁶ TP-Link Technologies Co., Router Inalámbrico N 3G/4G TL-MR3220. Recuperado de: http://www.tp-link.com/pe/products/details/cat-14_TL-MR3220.html#specifications

CARACTERÍSTICAS INALÁMBRICAS

Wireless Standards	IEEE 802.11n*, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
Frequency	2.4-2.4835GHz
Transmit Power	<20dBm
Wireless Security	Support 64/128 bit WEP, WPA-PSK/WPA2-PSK, Wireless MAC Filtering
Modulation Technology	DBPSK, DQPSK, CCK, OFDM, 16-QAM, 64-QAM

CARACTERÍSTICAS INALÁMBRICAS

Wireless Standards	IEEE 802.11n*, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
Frequency	2.4-2.4835GHz
Transmit Power	<20dBm
Wireless Security	Support 64/128 bit WEP, WPA-PSK/WPA2-PSK, Wireless MAC Filtering
Modulation Technology	DBPSK, DQPSK, CCK, OFDM, 16-QAM, 64-QAM

CARACTERÍSTICAS DE SOFTWARE

Security	NAT Firewall, SPI Firewall, MAC / IP / Packet / Application / URL Filtering, Denial of Service(DoS), SYN Flooding, Ping of Death
Management	Web Based Configuration(HTTP), Web Based Firmware Upgrade

OTHERS

Certification	CE, FCC, RoHS
Package Contents	3G/4G Wireless N Router TL-MR3220 1 Antenna Power supply unit Ethernet Cable Resource CD Quick Installation Guide
System Requirements	Microsoft® Windows® 98SE, NT, 2000, XP, Vista™ or Windows 7, 10, MAC® OS, NetWare®, UNIX® or Linux.
Environment	Operating Temperature: 0°C~40°C (32°F~104°F) Storage Temperature: -40°C~70°C (-40°F~158°F) Operating Humidity: 10%~90% non-condensing Storage Humidity: 5%~90% non-condensing

4. W5100 Ethernet Shield³⁷

W5100 Ethernet Shield

-A high performance Ethernet shield for Arduino

Overview



Features

- With Micro SD interface
- 5V/3.3V double operational voltage level
- 10Mb/100Mb Ethernet socket with POE
- All electronic brick interface are broken out
- Operation temperature: -40°C ~ +85°C

Specifications

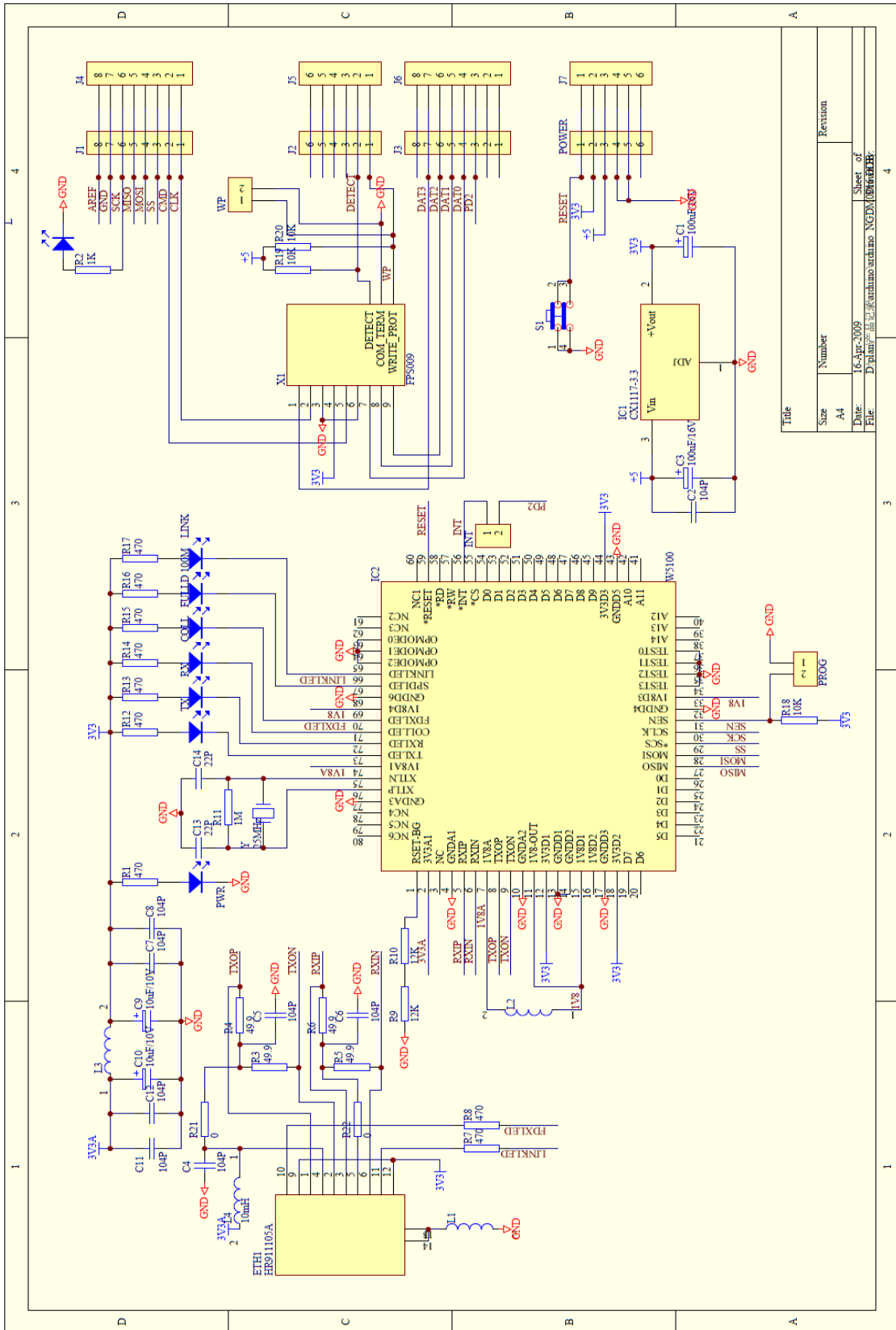
PCB size	55.88mm X 68.58mm X 1.6mm
Indicators	TX,RX,COL,FEX,SPD,LNK
Power supply	5V
Communication Protocol	SPI
RoHS	Yes

Electrical Characteristics

Specification	Min	Type	Max	Unit
Power Voltage	3V	-	5.5	VDC
Input Voltage VH:	3	-	5.5	V
Input Voltage VL:	-0.3	0	0.5	V
Current	-	-	100	mA

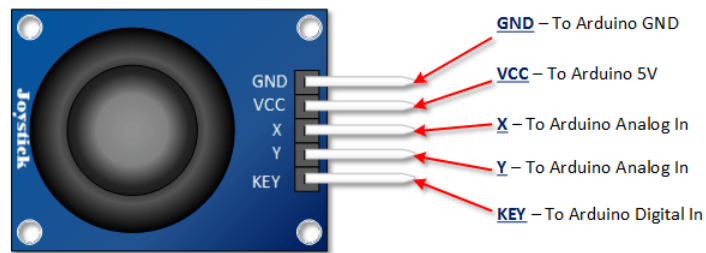
³⁷ Iteadstudio, *W5100 Ethernet shield*. Recuperado de: ftp://imall.iteadstudio.com/Shield/IM120911007/DS_IM120911007_W5100_Ethernet_Shield.pdf

Schematics³⁸



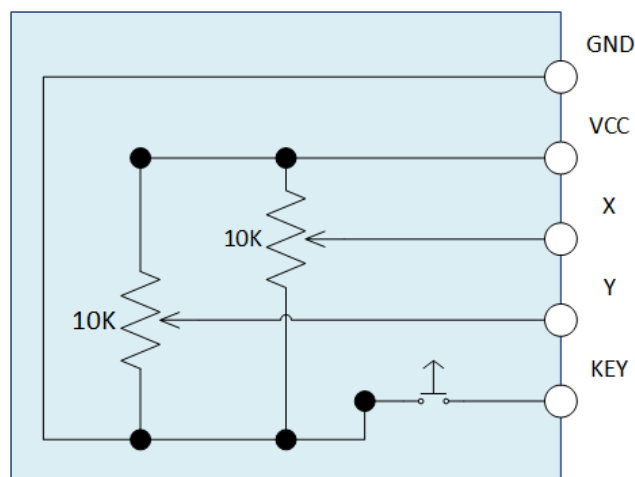
³⁸ DFROBOT, Ethernet Shield For Arudino (SKU:DFR006. Recuperado de: https://www.dfrobot.com/wiki/images/5/52/Ethernet_shield_SCH.png

5. Modulo Joystick³⁹



Arduino PS2 Joystick Esquema

Como se puede ver en el esquema a continuación, la deflexión completa de un potenciómetro en cualquier dirección proporcionará tierra o la tensión de alimentación como una salida.



Especificaciones⁴⁰:

- Dimensiones: 40 mm x 26 mm x 32 mm
- Material: fr-4/pvc
- Peso: 11.0 gramos
- Alimentación: 5 vcc
- Número de ejes: 2 (xy)
- Tipo de switch: botón push (z)
- Potenciómetros: 10 k Ω
- Color: negro

³⁹ Henry's Bench, *Arduino PS2 Joystick Tutorial: Keyes KY-023 Deek Robot*. Recuperado de: <http://henrysbench.capnfatz.com/henrysbench/arduino-sensors-and-input/arduino-ps2-joysticktutorial-keyes-ky-023-deek-robot/>

⁴⁰ Teslabem, *Módulo JoyStick XY con Switch*. Recuperado de: <http://teslabem.com/modulo-joystick.html>

6. Motor NEMA 23⁴¹

HIGH TORQUE HYBRID STEPPING MOTOR SPECIFICATIONS

General specifications		Electrical specifications	
Step Angle (°)	1.8	Rated Voltage (V)	4.5
Temperature Rise (°C)	80 Max (rated current, 2 phase on)	Rated Current (A)	2.0
Ambient temperature (°C)	-20~+50	Resistance Per Phase (±0%Ω)	2.25 (25°C)
Number of Phase	2	Inductance Per Phase (±20%mH)	3.6
Insulation Resistance (MΩ)	100 Min (500VDC)	Holding Torque (Kg.cm)	13.5
Insulation Class	Class B	Detent Torque (Kg.cm)	0.68
Max.radial force (N)	75 (20mm from the flange)	Rotor Inertia (g.cm ²)	480
Max.axial force (N)	15	Weight (Kg)	1.03

● **Wiring Diagram:**

● **Pull out torque curve:**
 VOLTAGE: 30VDC, CONSTANT CURRENT: 2.0A, HALF STEP

● **Dimensions:**
(unit=mm)

△						SY57STH76-2006A	TECHNICAL CONDITIONS
REV	REVISIONS	DESCRIPTION	BY	DATE	CHANGZHOU SONGYANG MACHINERY & ELECTRONICS NEW TECHNIC INSTITUTE		
DRAW	王凯						
CHECK							
APPROVE							

⁴¹ Micropap, *Motores Paso a Paso NEMA23*. Recuperado de: <http://www.micropap.com/pdf/nema23/SY57STH76-2006A.pdf>