

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**



TESIS

**SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL EN TIEMPO
REAL DE EQUIPOS DE TRANSMISIÓN DIGITAL
ISDB-T DE LA ESTACIÓN DE TELEVISIÓN DE TV
PERÚ AREQUIPA, A TRAVÉS DE PROTOCOLO
TCP/IP CON APP ANDROID**

PRESENTADO POR EL BACHILLER

RONALD YONEL QUICO ROJAS

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

AREQUIPA – PERÚ

2018

Dedicado a Dios, a mis padres Guillermo y Luzmila quienes confiaron siempre en mí, a mis hermanos y en especial a mi esposa Erika, quien desde un principio me apoyó día tras día y ahora es mi fortaleza y sustento.

En primer lugar quiero agradecer a mis docentes, porque me enseñaron el valor de la ética profesional y a mis asesores los mismos que me apoyaron incondicionalmente para culminar esta investigación.

RESUMEN

El presente proyecto está enfocado en el diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo a una estación de TDT, basado en protocolos de comunicación TCP/IP y GSM para enviar notificaciones y seguidamente ser controlado mediante un smartphone que soporte dichas tecnologías de enlace y que además funcione con sistema operativo android 5.0 o superior.

Desde la perspectiva del hardware, se diseñó placas electrónicas que hacen posible el censado de alarmas y envío de alertas por mensajes de texto y llamadas telefónicas por la red GSM. Los datos enviados provienen de los errores que se generen en el proceso de transmisión. En cuanto al diseño de software, se dividió en dos partes: el firmware para el control y monitoreo de equipos y actuadores vía TCP/IP, y la aplicación que se desarrolló en APP Inventor para que se ejecute en un smartphone con sistema operativo android.

Finalmente, en el proceso de implementación del sistema en la estación TDT, se han descubierto algunas fallas de software y hardware desarrolladas por el suscrito, para ello se propusieron recomendaciones como posibles soluciones a futuras investigaciones, tanto para la etapa de alertas de GSM y para la conexión de monitoreo TCP/IP.

Palabras clave: Control, monitoreo, GSM, TCP/IP, TDT, android

ABSTRACT

The present project is focused on the design and implementation of a control and monitoring system for a DTT, based on TCP / IP and GSM communication protocols to send notifications and then be controlled by a smartphone that supports the link and communication technologies. that also works with android operating system 5.0 or higher.

From the perspective of the hardware, the electronic spreadsheets were designed that make possible the census of alarms and the sending of alerts by text messages and telephone calls over the GSM network, the emission data come from the errors that are generated in the process of transmission. Regarding the software design, it was divided into two parts, the firmware for the control and monitoring of equipment and actuators via TCP / IP, and the application that was converted into APP Inventor so that it runs on a smartphone with system operative android.

Finally, in the process of implementing the system in the TDT station, there have been some software and hardware failures developed by the undersigned, for which the recommendations were proposed as possible solutions to the latest research, both for the GSM alert stage and for the TCP / IP monitoring connection.

Keywords: Control, monitoring, GSM, TCP / IP, TDT, android

INTRODUCCIÓN

La investigación tiene como finalidad principal mantener la estabilidad de emisión de señales digitales de TDT del IRTP Canal 7 en la Ciudad de Arequipa, ya que debido a problemas de funcionamiento en cuanto a software y hardware las señales en algunas oportunidades son interrumpidas por periodos largos, lo cual genera malestar en la población de la ciudad de Arequipa.

En la actualidad, la importancia de mantener la señal 100% operativa también está ligada directamente al proyecto japonés de alerta temprana EWBS, la cual consiste en emitir señales de emergencia a través de la señal de televisión digital, esta misma señal viene siendo monitoreada las veinticuatro horas del día en el centro de operación del COER Arequipa, a la espera de alguna señal de alerta de INDECI en Lima, la misma que a la vez son generadas desde los ocho mareógrafos instalados en todo el litoral costero del territorio peruano.

El presente proyecto de grado se distribuyó en seis capítulos donde se hace mención a todos los pasos realizados para la materialización e implementación parcial en la estación de Tv Perú. En el Capítulo I, se hace referencia a la problemática del IRTP en la ciudad de Arequipa, proporcionando detalles acerca de implementación. En el Capítulo II, se halla toda la información teórica acerca de los componentes y dispositivos para el correcto funcionamiento de todo el sistema a

implementar; seguidamente en el Capítulo III, vemos una a una las variables y delimitaciones técnicas de recolección de información aplicadas al proyecto; en el Capítulo IV, se explica detalladamente todos los pasos técnicos a seguir para la realización del proyecto; dando paso al Capítulo V donde se muestran los resultados, sugerencias y conclusiones.

Finalmente, el presente proyecto se implementará parcialmente en la Filial Arequipa, el cual permitirá monitorear y controlar a través de tarjetas electrónicas y protocolo TCP/IP el correcto funcionamiento de los equipos del sistema ISDB-T EWBS, censando en tiempo real parámetros importantes de recepción satelital y transmisión; además, indicar que las alertas y alarmas generadas por el transmisor Digital serán informadas vía GSM por llamada telefónica y mensajes de texto a un número de celular previamente programado, como notificación para que el operador acceda al sistema y pueda monitorearlo y corregirlo, dando así un aporte a la problemática presentada en la institución IRTP.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	vi
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	1
1.1 Introducción de la problemática	1
1.2 Descripción del proyecto.....	2
1.3 Justificación del proyecto.....	3
1.4 Limitaciones.....	4
1.5 Objetivos de la investigación.....	4
1.5.1 Objetivo general	4
1.5.2 Objetivos específicos.....	4
1.6 Hipótesis de la investigación.....	5
1.6.1 Hipótesis general.....	5
1.7 Variables e indicadores.....	5
1.7.1 Variable independiente.....	5
1.7.2 Variable dependiente.....	6
1.8 Método y diseño de la Investigación	6
1.8.1 Método de la investigación	6
1.8.2 Diseño de la investigación.....	6
1.8.3 Tipo de investigación.....	7

1.8.4 Nivel de investigación.....	7
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
2.1 Televisión digital terrestre en el Perú.....	8
2.1.1 Protocolo japonés brasilero ISDB-T en Perú.....	8
2.1.2 Sistema nacional alerta temprana – proyecto (EWBS).....	9
A. Mareógrafos.	10
B. Estaciones repetidoras.....	12
2.1.3 La TDT en Arequipa	13
A. Estación TDT en Arequipa	13
2.2 Transmisor digital NEC	14
2.2.1 Sistema de recepción satelital NEC.....	14
A. Receptor GPS EC20S (X1)	16
B. Demodulador DD240XR (X2)	16
C. Decompresor TD-1600 (X2)	18
D. Decodificador XD-7370 (X1).....	19
E. Switch de video 4XSW HS-41 (X1)	20
F. Monitor de video Sony PVM-2541 HD (X1)	21
2.2.2 Sistema de transmisión de RF NEC	21
A. TX control HCP-1427B (X1)	24
B. Excitador DM-3000D (X2)	24
C. Amplificador RF DLP-240S (X6).....	25
D. Combinador TXG-240S (X1)	26
E. Filtro pasa banda y sistema de antenas	26
2.3 Protocolo de comunicación TCP/IP.....	28
2.3.1 Sistema de enrutamiento.....	29
A. Puertos de comunicación	29
2.3.2 Servidores de dominios	30

A. DynDNs	31
2.4 Plataforma de código abierto	32
2.4.1 Software arduino IDE.....	32
A. Descripción de plataforma.....	33
2.4.2 Módulo desarrollador arduino	34
A. Arduino uno R3	34
B. Arduino Mega.....	35
2.4.3 W-5100 módulo ethernet	37
A. Características	37
2.4.4 SIM-900 módulo GSM	38
A. Características	39
B. Comandos AT	39
2.4.5 App Inventor	41
A. App Inventor Designer (plataforma)	42
B. Diagrama de bloques	43
2.5 Interfaz de control.....	45
2.5.1 SCT -013 Sensor de consumo eléctrico no invasivo	45
A. SCT-013-020.....	45
B. Funcionamiento	46
2.5.2 Relé encapsulado industrial.....	47
A. RUMC21P7 relé encapsulado 10A 250 VAC	49
B. Funcionamiento	50
2.5.3 Relés de estado sólido	51
A. G3MB-202P relé estado sólido.....	52
B. Módulo relé de estado sólido 8 canales	53
2.5.4 UPS	54
A. ELISE UDC-1KVA.....	55
CAPÍTULO III	57

DELIMITACIONES Y ANTECEDENTES	57
3.1 Delimitaciones	57
3.1.1 Delimitación institucional	57
3.1.2 Delimitaciones del software y hardware	58
3.2 Antecedentes	58
3.2.1 Investigaciones de referencia	59
CAPÍTULO IV	61
DESARROLLO DEL PROYECTO	61
4.1 Descripción	61
4.2 Parámetros importantes de monitoreo y control.....	62
4.2.1 Monitoreo de software y parámetros principales	62
A. Parámetros obtenidos por software de equipos	62
B. Parámetros obtenidos por adquisición de datos (PCB).....	62
4.2.2 Control de software y actuadores	63
A. Control por software	63
B. Control por actuadores	63
4.3 Desarrollo de software.	63
4.3.1 Software para android	64
A. 1 ^{ra} . Ventana: Identificación de usuario	64
B. 2 ^{da} . Ventana: Términos y condiciones	66
C. 3 ^{ra} . Ventana: TX control (Transmisor digital NEC)	71
D. 4 ^{ta} . Ventana: Decoder HD/SD (Decodificación HD)	72
E. 5 ^{ta} . Ventana: Control – monitoreo y control.....	74
F. 6 ^{ta} . Ventana: TV PERU streaming.....	75
4.3.2 Firmware micro – atmega 2560 control ethernet	76
A. Librerías arduino IDE.....	76
B. Código C++ atmega2560 control ethernet.....	78
4.3.3 Firmware micro-atmega328 alarma GSM.....	80

A.	Librerías arduino IDE.....	80
B.	Código C++ Control ethernet atmega2560.....	81
4.4	Desarrollo de hardware módulo alarma-GSM.....	81
4.4.1	Diseño electrónico.....	82
A.	Alarma en el TX control.....	82
B.	Corte de energía eléctrica.....	85
C.	Cambio manual / automático.....	88
4.5	Configuración de protocolo TCP / IP.....	96
4.5.1	Protocolos TCP / IP.....	96
A.	Configuración de router mikrotik RB 750.....	97
4.6	Implementacion en la estacion digital de Arequipa.....	100
4.6.1	Localización del tablero electrónico en la filial Arequipa.....	100
CAPÍTULO V	104
APORTACION, COSTOS Y PRESUPUESTO.....		104
5.1	Aportación.....	104
5.1.1	Aportación técnica.....	104
5.1.2	Aportación institucional.....	105
5.2	Costos y presupuestos.....	106
5.2.1	Costos.....	106
A.	Costo de mano de obra.....	106
B.	Costo total de materiales.....	107
CAPÍTULO VI	109
ANÁLISIS Y RESULTADOS.....		109
6.1	Modelado del sistema implementado.....	109
6.1.2	Control de lazo cerrado.....	109
6.2	Análisis del sistema.....	111
6.2.1	Análisis Técnico del sistema.....	111
A.	Prueba de conexión módulo GSM.....	111

B. Prueba de latencia del módulo ethernet	112
6.3 Análisis de funcionalidad.....	113
6.3.1 Respuesta de controladores	113
A. Arduino uno	113
B. Arduino mega	113
6.3.2 Controlador opcional	114
A. Miniordenador Beaglebone Black.....	114
B. Inconveniente de implementación	114
6.4 Matriz de consistencia.....	115
CONCLUSIONES.....	116
RECOMENDACIONES	118
GLOSARIO.....	119
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	121
ANEXOS	123
ANEXO 1. Matriz de consistencia.....	123
ANEXO 2. Dispositivos y componentes.....	124
ANEXO 3. Documentos presentados al IRTP Arequipa	141
ANEXO 4. Códigos de programación	143
ANEXO 5. Imágenes de instalación en la filial Arequipa	161

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Mapa mundial TDT.....	9
<i>Figura 2.</i> Prueba de alerta EWBS	10
<i>Figura 3.</i> Mareógrafo Atico Arequipa.....	11
<i>Figura 4.</i> Mapa de mareógrafos EWBS Perú	11
<i>Figura 5.</i> Mapa de estaciones TDT EWBS Perú	13
<i>Figura 6.</i> Diagrama de bloques de recepción satelital.....	15
<i>Figura 7.</i> Sistema de recepción digital de TV Perú	15
<i>Figura 8.</i> GPS EC20S	16
<i>Figura 9.</i> Demodulador DD240XR.....	17
<i>Figura 10.</i> Descompresor TD-1600	18
<i>Figura 11.</i> Decodificador XD-7370	19
<i>Figura 12.</i> Switch de video 4XSW HS-41	20
<i>Figura 13.</i> Monitor Sony	21
<i>Figura 14.</i> Diagrama de bloques del sistema de transmisión digital.....	22
<i>Figura 15.</i> Sistema de transmisión digital EWBS	23
<i>Figura 16.</i> Tx control HCP-1427B	24
<i>Figura 17.</i> Excitador de RF DM-3000D	25
<i>Figura 18.</i> Amplificador de RF DLP-240S	26
<i>Figura 19.</i> Combinador RF TXG-240S	26
<i>Figura 20.</i> Filtro pasa banda de 8 polos	27
<i>Figura 21.</i> Arreglo de antenas PHP16D 6.92 dBd.....	28
<i>Figura 22.</i> Portal web dyndns.....	32
<i>Figura 23.</i> Ide arduino	33
<i>Figura 24.</i> Arduino uno r3.....	35
<i>Figura 25.</i> Arduino mega	36
<i>Figura 26.</i> Módulo ethernet W-5100.....	37
<i>Figura 27.</i> Chip SIM-900	38
<i>Figura 28.</i> Módulo shield SIM-900.....	39
<i>Figura 29.</i> App inventor	42
<i>Figura 30.</i> Panel de inventor designer.....	43
<i>Figura 31.</i> Panel APP block.....	44
<i>Figura 32.</i> Sensor de corriente no invasivo STC-13.....	45

<i>Figura 33.</i> Estructura sensor STC-13.....	46
<i>Figura 34.</i> Bobina secundaria sensor STC-13.....	47
<i>Figura 35.</i> Relé encapsulado Schneider	48
<i>Figura 36.</i> Partes de relé	48
<i>Figura 37.</i> Diagrama esquemático del RUMC21P7.....	49
<i>Figura 38.</i> Bobina y contactos del RUMC21P7	50
<i>Figura 39.</i> Relé de estado sólido.....	52
<i>Figura 40.</i> Circuito electrónico equivalente G3MB-202P	52
<i>Figura 41.</i> Módulo SSR de 8 canales.....	53
<i>Figura 42.</i> Esquema eléctrico de módulo SSR.....	54
<i>Figura 43.</i> Ups UDC 1KVA –T.....	55
<i>Figura 44.</i> Ups UDC 1KVA (vista posterior)	55
<i>Figura 45.</i> Logo TVPE – CONTROL	64
<i>Figura 46.</i> Identificación de usuario y contraseña	65
<i>Figura 47.</i> Diagrama de bloques de APP inventor para identificación de usuario	66
<i>Figura 48.</i> Términos y condiciones de uso de APP	70
<i>Figura 49.</i> Bloques de APP inventor de términos y condiciones	71
<i>Figura 50.</i> Tx control acceso web transmisor digital NEC	72
<i>Figura 51.</i> Bloques de APP inventor de menú Tx control.....	72
<i>Figura 52.</i> Decoder HD/SD acceso web transmisor digital NEC	73
<i>Figura 53.</i> Interfaz web de control de actuadores	74
<i>Figura 54.</i> Bloques de APP inventor de menú control actuadores	75
<i>Figura 55.</i> Streaming de canales TV PERÚ	76
<i>Figura 56.</i> Portal web creado con módulo ethernet W5100 y arduino mega2560	79
<i>Figura 57.</i> Detector de flanco de bajada para alarmas de Tx control.....	83
<i>Figura 58.</i> Diagrama esquemático módulo GSM.....	84
<i>Figura 59.</i> Pcb módulo GSM.....	84
<i>Figura 60.</i> Circuito detector de voltaje alterno 220 ac.	85
<i>Figura 61.</i> Detector de flanco de bajada para sensor 220 ac.....	86
<i>Figura 62.</i> Diagrama esquemático sensor 220 ac 8 canales.....	87
<i>Figura 63.</i> PCB sensor 220 ac 8 canales	87
<i>Figura 64.</i> Transistor KSP2222A NPN	89
<i>Figura 65.</i> Transistor KSP2222A en modo interruptor.....	90

<i>Figura 66.</i> Transistor KSP2222A en modo interruptor con diodo flyback	90
<i>Figura 67.</i> Circuito selector de manual a automático	92
<i>Figura 68.</i> PCB selector de manual a automático	93
<i>Figura 69.</i> Esquema general del sistema	95
<i>Figura 70.</i> Portal de acceso a mikrotik RB750	96
<i>Figura 71.</i> Cambio de modem router a modo bridge	97
<i>Figura 72.</i> Asignación de reglas NAT para mikrotik	98
<i>Figura 73.</i> Asignación de IP en Tx control.....	99
<i>Figura 74.</i> Asignación de IP en decoder	99
<i>Figura 75.</i> Asignación de IP en módulo ethernet.....	100
<i>Figura 76.</i> Ubicación geográfica filial Arequipa TV PERU.....	101
<i>Figura 77.</i> Plano de localización de puntos de acceso y transmisor NEC.....	101
<i>Figura 78.</i> Plano de red montada con mikrotik.....	102
<i>Figura 79.</i> Tablero electrónico de control y monitoreo	103
<i>Figura 80.</i> Diagrama de bloques de un sistema de control en lazo cerrado común.	110
<i>Figura 81.</i> Diagrama de bloques del control lazo cerrado del proyecto.....	110
<i>Figura 82.</i> Miniordenador Beaglebone Black	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Indicadores e índices de la variable independiente</i>	5
Tabla 2. <i>Indicadores e índices de la variable dependiente</i>	6
Tabla 3. <i>Potencia irradiada de TDT en Perú</i>	12
Tabla 4. <i>Puertos bien conocidos</i>	30
Tabla 5. <i>Características módulo SIM 900</i>	39
Tabla 6. <i>Características técnicas ups UDC 1KVA</i>	56
Tabla 7. <i>Usuarios y contraseñas para TVPE–CONTROL</i>	65
Tabla 8. <i>Códigos para decodificación se señal</i>	73
Tabla 9. <i>Dirección web de streaming de canales digitales TV PERU</i>	75
Tabla 10. <i>Estados lógicos alarma en Tx control</i>	82
Tabla 11. <i>Parámetros de referencia de componentes para sensor 220 ac</i>	85
Tabla 12. <i>Lista de puertos y direcciones IP de equipos</i>	96
Tabla 13. <i>Gastos ahorrados estimados en sueldo por parte del IRTP</i>	105
Tabla 14. <i>Costos estimados de mano de obra</i>	106
Tabla 15. <i>Costos verídicos realizados en adquisición de materiales para implementación</i>	107
Tabla 16. <i>Presupuesto de ejecución material</i>	108
Tabla 17. <i>Tiempo de conexión módulo GSM</i>	111
Tabla 18. <i>Tiempo de latencia módulo ethernet W5100</i>	112

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 Introducción de la problemática

El IRTP (Instituto de Radio y Televisión del Perú) pertenece ahora al Ministerio de Cultura y cuenta con veinticuatro filiales a nivel nacional, las mismas que tienen como objetivo principal retransmitir las señales de TV PERU y Radio Nacional a todos los lugares posibles con el fin de llevar información y cultura a todo el pueblo peruano.

El Gobierno Peruano en su paso hacia el desarrollo tecnológico de la TDT adoptó el protocolo japonés-brasileño ISDB-T un 23 de abril del 2009, con miras hacia la implementación digital a nivel nacional.

Actualmente, la Región Arequipa cuenta con una estación TDT ubicada en el distrito de Cayma, donde vienen operando los equipos las veinticuatro horas del día, emitiendo cuatro señales digitales simultáneamente: TV PERU HD, TV PERUSD, TV PERU 7.3 y el nuevo canal infantil IPE, todo esto desde principios del año 2016.

Paralelamente a este hecho, se implementó el proyecto de alerta temprana EWBS a cargo de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). Se instalaron ocho mareógrafos a lo largo de todo el litoral peruano, dicho sistema es monitoreado permanentemente por INDECI y el COEN en

Lima, quienes frente a algún tipo de alerta, tienen la potestad de introducir una señal de alarma en las señales digitales de TV Perú a nivel nacional.

La principal preocupación de la estación TDT de la filial Arequipa es mantener el correcto funcionamiento de los equipos ya que su emisión no debe ser interrumpida por ningún motivo, primero por pertenecer y ser parte del proyecto EWBS y segundo por la disponibilidad limitada de personal técnico, y es que los equipos no son ajenos a presentar fallas de operación. Cabe resaltar que cuando se presenta una falla en el sistema de transmisión, esta debe ser atendida por personal técnico, decir, que el personal debe acercarse a la planta donde se encuentran los equipos y dar solución al problema lo más pronto posible en la hora y día que este se suscite.

1.2 Descripción del proyecto

Como principio fundamental se usará la tecnología de información TCP/IP el cual como protocolo de comunicación permitiría el transporte de la información desde la estación de TV PERU hasta cualquier punto remoto en un dispositivo móvil con sistema operativo android. Se diseñará una aplicación exclusiva del uso del personal técnico de TV PERU - Arequipa, donde se podrá ingresar por medio del código del personal para monitoreo y control de los sistemas de transmisión; además, se contará con un sistema de control de reinicio, es decir, se podrá realizar el corte eléctrico y reiniciarlos remotamente y así solucionar un problema de transmisión.

Ante esto se tomarán variables importantes de monitoreo, las cuales a través de la experiencia laboral en la institución resultan ser las más comunes en presentar errores, algunas veces por falla eléctrica o falla en el hardware de los equipos.

En el caso del Transmisor Digital ISTB, las fallas de operación más comunes son el sincronismo de los equipos, ya que por ser un equipo

digital tienden a entrar en un bucle sistemático, cuya solución más común es reiniciar el equipo en su totalidad.

Finalmente, el aviso de alertas y alarmas al personal técnico será a través de llamadas y mensajes de texto por medio de la red GSM para lo cual también se diseñó un módulo de adquisición de datos, quien dará aviso al número del operador inmediatamente.

1.3 Justificación del proyecto

Partiendo de una perspectiva práctica, se ha justificado el presente proyecto de la siguiente manera:

Primero, sabiendo que la estación de TDT de Arequipa pertenece a un sistema nacional de emergencia, la importancia de su operación ininterrumpida está ligada directamente a evitar las pérdidas humanas en caso de emergencia de desastres naturales.

Segundo, teniendo en cuenta que el único personal técnico encargado de la estación TDT requiere de una disponibilidad inmediata se plantea dar una solución remota ya que el factor principal que interviene es el tiempo de disponibilidad del personal técnico; es decir, lograr dar solución a la problemática sin tener que acercarse a la estación, teniendo en cuenta que para dicha labor el personal técnico solo cubre un turno de ocho horas diarias.

Mientras tanto, desde una perspectiva metodológica se justifica:

Que actualmente en el mercado existen equipos de monitoreo y control a través de TCP/IP; pero están fuera del alcance de pequeñas estaciones o empresas por su costo elevado, es así que el prototipo presentado también servirá como fin didáctico de estudio para realizar otras investigaciones similares de monitoreo remoto, habiéndose demostrado que el monitoreo y control del equipo es posible si se realiza el enfoque correcto.

1.4 Limitaciones

La ciudad de Arequipa cuenta con un Jefe Zonal quien tiene a su cargo el funcionamiento a nivel técnico y administrativo de la región. Este papel está a cargo del Ing. Guillermo Zegarra Balcázar, quien como representante máximo del IRTP en Arequipa dio visto bueno para la realización de este proyecto; además, hizo hincapié sobre las limitaciones de la información, las cuales deberían ser resguardadas por tratarse de bienes del Estado Peruano.

Además, por encargo de personal japonés, Ing. HITO SAN de JICA, aún no se tiene la autorización de realizar algún tipo de conexión o interfaz a los demoduladores y decodificadores ya que aún están bajo garantía de donación.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema de monitoreo y control en tiempo real, del transmisor digital ISDB-T de la estación de TV Perú en Arequipa, a través del protocolo TCP/IP y enfocado hacia un dispositivo con sistema android.

1.5.2 Objetivos específicos

- Diseñar un sistema capaz de monitorear equipos digitales para la transmisión de TDT con mensajes de alerta por GSM.
- Diseñar un control en tiempo real del transmisor digital NEC y de relevadores de tensión de la estación TDT de TV Perú Arequipa.
- Elaborar a través del protocolo TCP/IP una línea de comunicación entre los equipos de la planta de transmisión e internet.

- Enfocar el uso del sistema hacia equipos portátiles con sistema operativo android mediante el diseño de una aplicación con control de acceso de usuario y contraseña.

1.6 Hipótesis de la investigación

1.6.1 Hipótesis general

La hipótesis de este trabajo afirma que la implementación del presente proyecto permitirá identificar y descartar las fallas de funcionamiento en base al acceso remoto por medio del protocolo TCP/IP en cualquier hora y desde cualquier lugar donde se encuentre el operador, sin la necesidad de estar presente en la estación de Transmisión.

1.7 Variables e indicadores

Las variables consideradas en el presente proyecto se detallan a continuación.

1.7.1 Variable independiente

V.I.: Monitoreo y control

Tabla 1.

Indicadores e índices de la variable independiente

Indicadores	Índices
Tiempo de detección de problemas	Segundos de retardo en dar aviso de la avería a través de la red GSM, para luego asistir remotamente.
Tiempo de solución de problemas	Minutos en solución de averías remotamente.

Fuente: Elaboración propia

1.7.2 Variable dependiente

V.D.: Eficiencia del sistema

Tabla 2.
Indicadores e índices de la variable dependiente

Indicadores	Índices
Porcentaje de confiabilidad	Número de fallas que la aplicación creada presenta.

Fuente: Elaboración propia

1.8 Método y diseño de la Investigación

1.8.1 Método de la investigación

La investigación desarrollada pertenece al método científico y tecnológico.

Científico porque se siguió el conjunto de pasos ordenados para obtener el hallazgo de nuevos conocimientos de control y monitoreo.

Tecnológico porque está enfocada a resolver un problema con el que contaba la estación digital la cual en su desarrollo se hicieron uso de los conocimientos teóricos de la ciencia a la práctica.

1.8.2 Diseño de la investigación

La investigación desarrollada se apega a un diseño de investigación experimental, ya que al realizar las prácticas previamente diseñadas e implementadas se busca corregir los errores que se presenten en el sistema de control y monitoreo.

1.8.3 Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicativo – descriptivo

- Aplicativo porque se hará el uso de técnicas de control y monitoreo, las cuales se implementarán en los controladores del sistema.
- Descriptivo porque se busca dar a conocer de forma detallada todos los procesos de la metodología empleada para diseñar e implementar el sistema de control y monitoreo del transmisor digital NEC.

1.8.4 Nivel de investigación

El nivel empleado en el proyecto de investigación es de carácter experimental, ya que se ha planteado una solución alternativa a la problemática que presentaba el IRTP; es decir, a pesar que en la actualidad ya existen equipos que realicen estas funciones, el proyecto brinda una solución práctica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Televisión digital terrestre en el Perú

La TDT o Televisión Digital Terrestre es la transmisión de contenido audiovisual digital a través de radiofrecuencia, la cual permite una mejor recepción tanto de imagen y sonido sin mencionar la posibilidad de múltiples formatos e interactividad con el usuario final; además, consta con varias alternativas de uso como envío y recepción de datos a través de la señal digital tales como ventas, mensajes, contenido, etc.

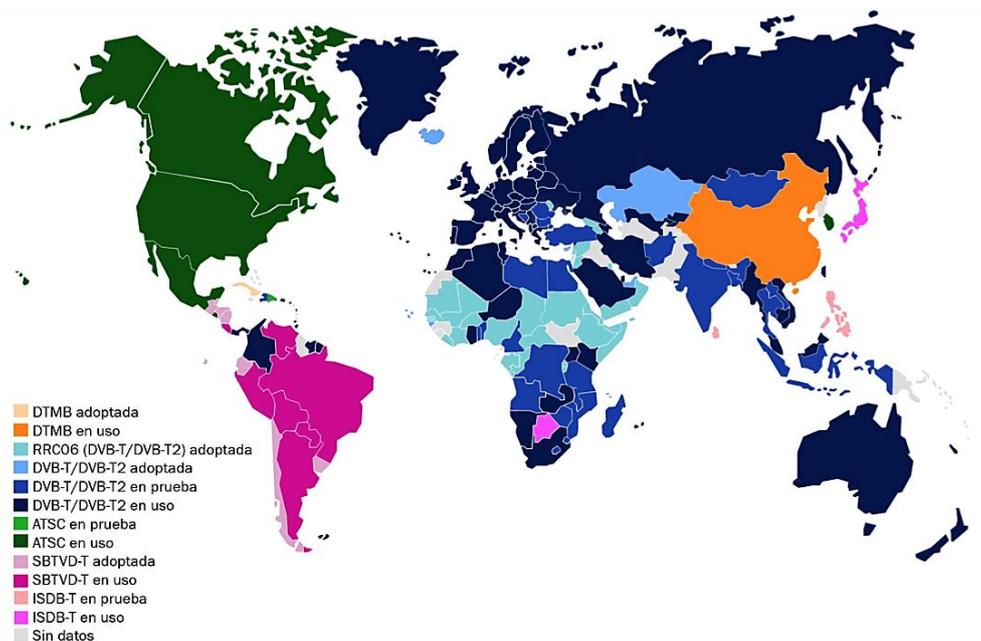
2.1.1 Protocolo japonés brasilero ISDB-T en Perú

En el Perú se adoptó el Protocolo ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting) un 23 de abril de 2009¹ , por recomendación de la Comisión Multisectorial encargada de recomendar el mejor estándar de TDT para el Perú, teniendo en cuenta factores particulares de nuestras regiones como es una de ellas la accidentada geografía

¹ MTC, Resolución Suprema N° 019-2009-MTC.

peruana, es así que se decide adoptar el protocolo ISDB-T, iniciando sus operaciones el 30 de marzo del 2010 a cargo de TV PERU en el canal 16, gracias al convenio que se firmó con el gobierno japonés se pudo adquirir por donación equipos de transmisión digital a cargo de JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón), donde también se hace referencia a la implementación del proyecto de alerta temprana EWBS PERU.

Figura 1. Mapa mundial TDT



Fuente: www.centrotv.org/images/la-tv-abierta/mapamun.png

2.1.2 Sistema nacional proyecto de alerta temprana

El sistema de transmisión de alerta de emergencias es un sistema encargado de emitir alertas especiales a través de señales de video inyectadas a la red de TDT.

JICA ha venido apoyando la implementación, a través del proyecto de donación, "Mejoramiento de Equipos para la Gestión de Riesgo de Desastres", gracias a dicho proyecto se instalaron los equipos de transmisión digital en siete localidades (Trujillo, Lima, Cañete, Pisco, Arequipa, Camaná e Ilo).²

² JICA, Alerta de Emergencia (EWBS) en el Perú.

Recuperado de: www.jica.go.jp/peru/espanol/office/topics/151023.html

Además, se instalaron siete mareógrafos a lo largo del litoral peruano cuya finalidad es dar aviso inmediatamente vía satelital a la estación de INDECI e IRTP, donde el servidor EWBS envía inmediatamente la alarma vía satelital, sobre el fenómeno y así por la señal TDT, mostrar avisos de emergencia.

Figura 2. Prueba de alerta EWBS



Fuente: Elaboración propia

A. Mareógrafos

Los mareógrafos instalados a lo largo de la costa peruana tienen como misión dar aviso vía GPRS a un servidor de Lima administrado por el IRTP, COEN e INDECI de algún evento sísmico registrado en las costas peruanas con el fin de emitir mensajes preventivos de posibles tsunamis, en caso de producirse un evento sísmico en el mar.

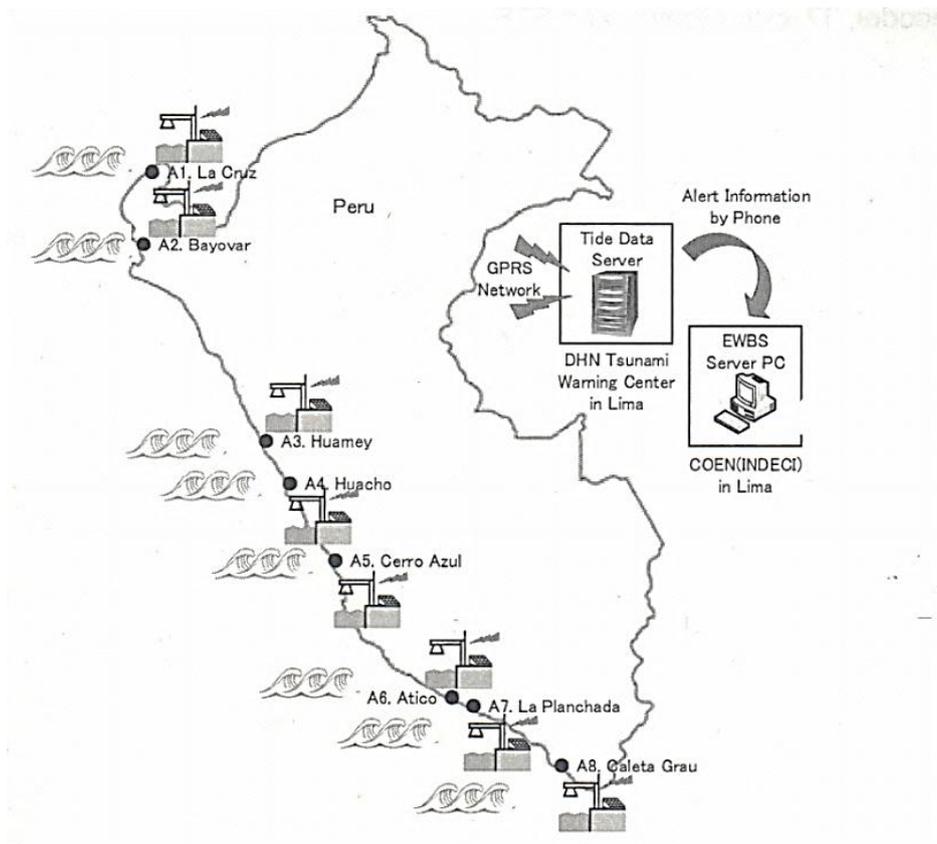
Los lugares de instalación se decidieron según registro del IGP, ya que según su historial los lugares con más presencia de eventos sísmicos costeros son La Cruz, Bayovar, Huarney, Huacho, Cerro Azul, Atico, La Planchada y Caleta Grau.

Figura 3. Mareógrafo Atico Arequipa



Fuente: www.jica.go.jp/peru/espanol/office/topics/c8h0vm00009rlv80-img/160115_03.jpg

Figura 4. Mapa de mareógrafos EWBS Perú



Manual de operación dejado por el personal japonés después de la instalación del transmisor ISDBT NEC en Arequipa

Fuente: Operation & Maintenance Manual Satellite and Monitoring Equipment for IRTP Regional Station (Spanish)

B. Estaciones repetidoras

Para la emisión de las alertas en la TDT, se realizó la instalación de siete estaciones digitales, transmisores de televisor digital de la marca NEC en diferentes escalas de potencia según el lugar de ubicación. Reciben la información según su código de área, es decir, una vez que la alerta llega al servidor de lima, este es enviado vía satelital y a su respectivo lugar según su código de ciudad; finalmente, la señal es recepcionada por platos parabólicos en la Banda C y transmitida en la localidad.

Los lugares seleccionados para la instalación de los transmisores TDT son Trujillo, Lima, Cañete, Pisco, Camaná, Arequipa e Ilo.

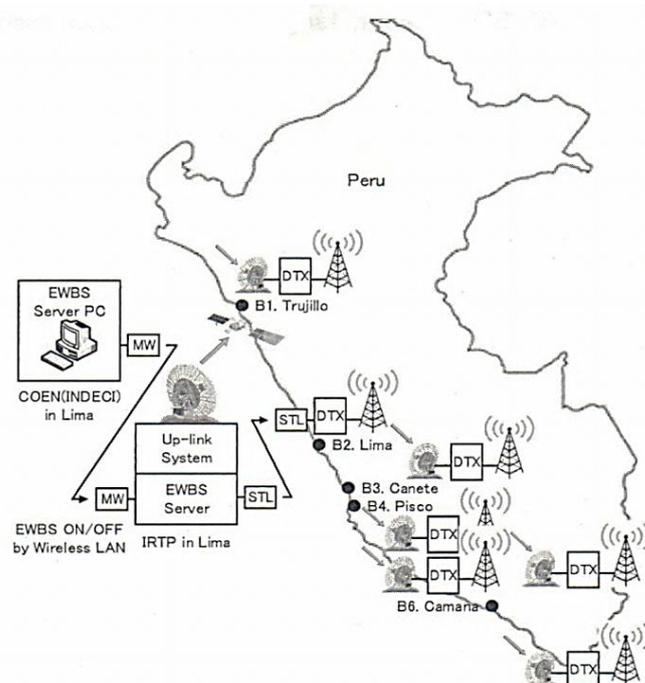
Tabla 3.

Potencia irradiada de TDT en Perú

Estación	Potencia
Trujillo	1000 W
Lima	3000 W
Cañete	50 W
Pisco	100W
Camaná	50 W
Arequipa	1000 W
Ilo	50 W

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Mapa de estaciones TDT EWBS Perú



Manual de operación dejado por el personal japonés después de la instalación del transmisor ISDBT NEC en Arequipa

Fuente: Operation & Maintenance Manual Satellite and Monitoring Equipment for IRTP Regional Station (Spanish)

2.1.3 La TDT en Arequipa

La señal de TDT en Arequipa empezó a operar en 2014, primero con la empresa ATV y posteriormente TV PERU, donde gracias a la corporación JICA a finales de 2015 se iniciaron los trabajos de implementación de la estación digital en la ciudad de Arequipa. Inicialmente, el sistema operó durante el primer bimestre del año 2016 como prueba; una vez resuelto todos los imprevistos, empezó a transmitir ininterrumpidamente el 01 de junio de 2016, hasta la fecha.

A. Estación TDT en Arequipa

TV PERU realizó la instalación de toda la estación de TDT en la Filial Arequipa, ubicada en la Urb. La Marina B-15, distrito de Cayma Arequipa; se contó con el apoyo del personal japonés de JICA para

dicha instalación con equipos de última tecnología marca NEC para la transmisión de la señal digital.

2.2 Transmisor digital NEC

NEC es una compañía multinacional japonesa de tecnología y comunicaciones, NEC proporciona soluciones a empresas y al gobierno japonés, en este caso la fabricación de transmisores TDT, han sido mejorados desde sus primeros prototipos hasta la fecha, actualmente el modelo con el que cuenta la ciudad de Arequipa es el DTL-10/R2P con una potencia de 1KW.

NEC ha introducido nuevas tecnologías para mejorar, tanto la calidad de la señal transmitida como la eficiencia de los equipos y así reducir las necesidades de mantenimiento y costos de operación. Estas nuevas tecnologías comprenden principalmente el empleo de amplificadores de estado sólido para potencias elevadas, es decir, dispositivos cada vez más lineales y más eficientes para amplificación de potencia en UHF.³

2.2.1 Sistema de recepción satelital NEC

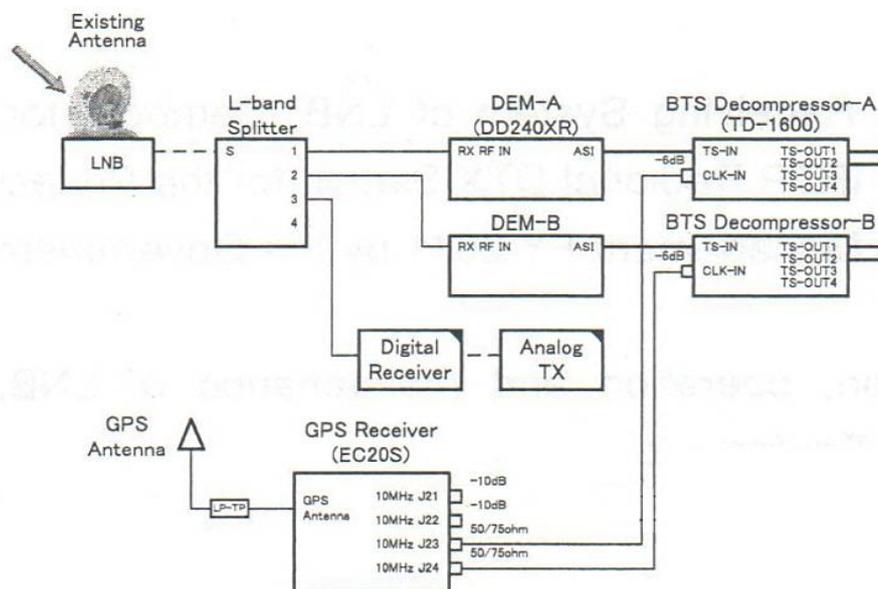
El sistema de recepción satelital consta de un red de equipos digitales en cascada, donde a partir de la antena parabólica en banda c se distribuye la señal al transmisor digital y análogo; luego de pasar por el demodulador DD240XR se obtiene la señal ASI, la cual se descomprime y se obtiene la señal BTS a partir del descompresor TD-1600: seguidamente, esta señal es enviada hacia el sistema de transmisión, además mencionar que es necesario un equipo GPS EC20S para el sincronismo total del sistema (clock). Toda esta red de recepción posee una línea paralela de equipos en modo backup, es

³ Universidad de Cantabria, *Transmisión de Televisión* .

Recuperado de: <http://personales.unican.es/perezvr/pdf/Introduccion%20a%20los%20sistemas%20transmisores%20de%20TV.pdf>

decir, equipos en estado de standby para entrar en funcionamiento de manera manual en caso se presente una falla de recepción.

Figura 6. Diagrama de bloques de recepción satelital



Manual de operación dejado por el personal japonés después de la instalación del transmisor ISDBT NEC en Arequipa

Fuente: Operation & Maintenance Manual Satellite and Monitoring Equipment for IRTP Regional Station (Spanish)

Figura 7. Sistema de recepción digital TV Perú



Fuente: Elaboración propia

A. Receptor GPS EC20S (X1)

GPS Épsilon proporciona señales de tiempo y frecuencia precisos y estables para la sincronización de sistemas digitales, basados en la conexión a una red de 24 satélites en órbita sobre el planeta Tierra. El receptor GPS en este caso proporciona una frecuencia de 10 MHz al transmisor digital, descompresor, excitadores de RF y tx control.

Figura 8. GPS EC20S



Fuente: www.spectracom.com/sites/default/files/field-images/rotators-horizontal/EC20S_980x358.jpg

Características principales

- GPS 24 satélites
- Reloj de rubidio para un rendimiento prolongado
- Hasta 10 x 1 PPS salidas TTL
- Hasta 10 x 10 MHz de onda sinusoidal
- *Consumo eléctrico: 110-220 VAC / 50-60 Hz / 40 W / 0.18 A Aprox.*

B. Demodulador DD240XR (X2)

Radyne DD240XR es un dispositivo de alta velocidad Video Broadcast, es una opción ideal para el vídeo de alta velocidad de datos y aplicaciones de Internet, el cumplimiento de lo último en estándares DVB, La unidad es compatible con QPSK, 8PSK y

16QAM, el DD240XR es configurable para satisfacer todas las aplicaciones de satélite a gran velocidad.⁴

Con las características actualizables de campo, el DD240XR se puede actualizar fácilmente, añadiendo características como DVB-S2, 8PSK, 16QAM, etc.⁴

En la estación TDT de Arequipa, se posee dos unidades (uno en operación constante y el otro en modo de backup).

Características principales

➤ Rx IF	950 a 2150 MHz
➤ IF el paso Tamaño	1 Hz
➤ Rango de barrido	10 MHz
➤ Alimentación del LNB	18V +/- 0,5 V, 350 mA máx
➤ Impedancia de entrada	75 Ohm
➤ Conector de entrada	Conector F
➤ Tasa de datos variables	2 a 144 Mbps
➤ Temperatura de operación	-20 A 70 ° C
➤ Consumo Eléctrico	110-220 VAC / 50-60 Hz / 40 W max. / 0.18 A. Aprox.

Figura 9. Demodulador DD240XR



Fuente: <https://ai-sat.com/wp-content/uploads/imported/Radyne-Modulators.bmp>

⁴ Satcom Resources, *DD240XR Digital Video Broadcast Demodulator*.

Recuperado de: <http://www.satcomresources.com/Comtech-EF-Data-Radyne-DD240XR-DVB-Demodulator>

C. Descompresor TD-1600 (X2)

El recién desarrollado TS compresor y descompresor, TC-1600 o TD-1600, se basan en la tecnología de compresión sin pérdida original de señal, se puede comprimir en 19.0Mbps / 188byte que permite la distribución a través de redes de satélite DVB-S / S2. Incluso los datos de asignación de paquetes ficticios y pueden ser totalmente reconstruidas en todos los sitios de recepción. Los descompresores TD-1600 son dispositivos esenciales para una operación efectiva ISDB-T SFN en la red de distribución por satélite⁵, los cuales se usan tanto en la subida de señal como en la bajada.

El TD-1600 recibe la señal TS de 188byte y la convierte en BTS de 204 byte la cual se envía al transmisor ISDB-Tb.

Figura 10. Descompresor TD-1600



Fuente: www.nec.com/en/global/prod/nw/broadcast/products/tctd1600/images/tctd-1600.jpg

Características principales

- **Input**
 - (1) Compressed TS signal, BNC 75Ω x 1
 - MPEG2-TS (188byte)
 - DVB-ASI
 - (2) External ISDB-T system clock signal:
 - 10MHz or 512/63MHz, 0.8Vp-p/75Ω
- **Output**
 - (1) TS signal, BNC 75Ω x 4
 - MPEG-2 TS

⁵ NEC, TD-1600 Descompresor.

(2) ISDB-T BTS: 204byte, 32.5Mbps

- DVB-ASI

- **Consumo eléctrico:** 110-220 VAC / 50-60 Hz / 80 W
max. / 0.36 A. Aprox.

D. Decodificador XD-7370 (X1)

El XD-7370 es un decodificador tipo tarjeta, la placa del decodificador compacto fue diseñada para ser montada en los módulos de aplicación NEC MF-730.

El XD-7370 es compatible con H.264 / MPEG-4 AVC alto 4: 2: 2 y el vídeo MPEG-2 para la decodificación de vídeo. En cuanto a la decodificación de audio, XD-7370 es compatible con MPEG-2 AAC LC perfil, HE-AAC, MPEG-2 BNC, MPEG-1 Layer 2.

El XD-7370 tiene una función escalador de vídeo para controlar la salida de una variedad de formatos, tales como HD / SD / 1seg.⁶

Además, consta de una entrada Ethernet la cual nos permite hacer cambios con respecto a la decodificación, estos últimos cambios no afectan de ningún modo la transmisor Digital ya que únicamente su uso es exclusivo de monitoreo de señal final.

Figura 11. Decodificador XD-7370



Fuente: www.nec.com/en/global/prod/nw/broadcast/products/xf700frame_series/images/xf700frame_index.jpg

⁶ NEC, *H.264/MPEG-2 Monitoring Decoder Board*.

Recuperado de: <http://www.nec.com/en/global/prod/nw/broadcast/products/xd-7370/>

Características principales

➤ Decodificación de video

- High 4:2:2 Profile Level4.1 (8bit) of H.264|MPEG-4 AVC and MPEG-2
- Multi-format video output signals of 1080i, 720p, 480i and 576i.

➤ Decodificación de audio

- MPEG-2 AAC LC
- MPEG-2 AAC+SBR and MPEG-4 AAC LC
- Decodificación de 4 audios en simultáneo

- **Consumo eléctrico:** 110-220 VAC / 50-60 Hz / 38 W
max. / 0.17 A. Aprox.

E. Switch de video 4XSW HS-41 (X1)

Conmutador electrónico de 4 entradas BNC a 75 ohm. De alta velocidad de conmutación consta de entradas SDI y selector en la parte frontal aplica para señales SD/HD, posee un ajuste de bloqueo por separado y cambios automáticos.⁷

Usado en el sistema TDT para monitoreo de recepción de la señal digital de las dos cadenas A y B.

Figura 12. Switch de video 4XSW HS-41



Fuente: www.imagenics.co.jp/products/images/da-144.jpg

⁷ IMAGENICS, SWITCH 3G / HD / SD-SDI.

Recuperado de: <http://www.imagenics.co.jp/products/hs-41.html>

F. Monitor de video Sony PVM-2541 HD (X1)

El nuevo LMD-2451W es un monitor LCD panorámico de 24 pulgadas que se ha diseñado para las aplicaciones profesionales y de broadcast más exigentes.

Este nuevo modelo revoluciona el concepto de alto rendimiento en el segmento de gama media e incorpora un panel LCD WUXGA de 1920 x 1200 que ofrece excelentes niveles de brillo y contraste, así como un ángulo de visión de 178 grados.⁸

Consta de 04 entradas SDI, 01 entrada HDMI y entrada de video análogo; todas ella embebidas.

Figura 13. Monitor Sony



Fuente: www.sp.sonyeurope.com/da/4700/66ebb20cb950303f80bf03c4cc8c14b8.jpeg

2.2.2 Sistema de transmisión de RF NEC

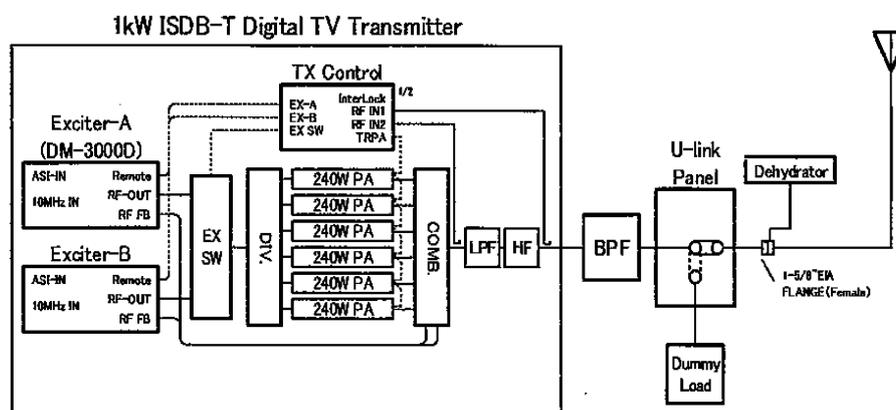
Una vez recibida la señal digital del satélite y convertida en una señal BTS, lo siguiente es poder transmitirla. Se introduce la señal en el transmisor de Tv digital, el cual consta de una variedad de equipos

⁸ SONY, *Monitor OLED PVM-2541*.

Recuperado de: www.sony.es/pro/product/broadcast-products-professional-monitors-oled-monitors/pvm-2541/overview/

como son el TX control, excitadores de RF, amplificadores de RF, combinador de RF, filtro pasa bajo, carga de RF y sistema de antenas.

Figura 14. Diagrama de bloques del sistema de transmisión digital



Manual de operación dejado por el personal japonés después de la instalación del transmisor ISDBT NEC en Arequipa

Fuente: Operation & Maintenance Manual Satellite and Monitoring Equipment for IRTP Regional Station (Spanish)

En la Figura 14, se muestra el diagrama general del sistema de transmisión cuyo equipo fundamental es el TX control, quien es el que controla todo el sistema de transmisión; además, es capaz de registrar desde fallas en el sistema de recepción y sincronismo del GPS, para ello se realizó la adquisición de la tarjeta HPC 12-48 Board LAN con interfaz web y protocolo TCP/IP de la marca NEC, para control y monitoreo.

Cuenta con dos excitadores en paralelo en modo backup controlados desde el TX control.

El transmisor cuenta también con seis amplificadores modulares de RF de 240W cada uno, todos estos conectados en cascada.

Figura 15. Sistema de transmisión digital EWBS



Fuente: Elaboración propia

A. TX control HCP-1427B (X1)

El HCP-1427B o TX Control es el dispositivo capaz de tener controlado al transmisor digital, cuenta con un display en la parte frontal donde podemos apreciar valores de potencia, MER y reflejada; además, consta de puertos de comunicación y control, los cuales serán usados para ejecutar el proyecto en mención.

Figura 16. TX Control HCP-1427B



Fuente: Elaboración propia

Características principales

- Input (DM-3000D) Broadcast TS
- Input Reference 10 MHz
- TX Reflejada +3dBm
- RF Ouput (DM-3000D) +10dBm
- Remote Interface RS232C / Paralelo DV25
- *Consumo eléctrico:* 110-220 VAC / 50-60 Hz / 40 W / 0.18 A. Aprox.

B. Excitador DM-3000D (X2)

DM-3000D fue diseñado para sistema de TDT ISDBT ejecutando la modulación COFDM, recibiendo la señal BTs. El DM-3000D amplifica la señal de RF para poder así hacer funcionar los amplificadores de RF en el sistema digital; pero sin perder la información digital adicional que maneja.

Figura 17. Excitador de RF DM-3000D



Fuente: Elaboración propia

Características principales

- Input
 - System Clock 10Mhz
 - TS input ASI BNC 75ohm
- Output
 - VHF: 170 to 230 Mhz
 - UHF: 470 to 862 Mhz
 - Bandwidth 6Mhz, 8Mhz
- Control
 - RS232C Dv9 solo mantenimiento
- Consumo eléctrico: 110-220 VAC / 50-60 Hz / 100 W / 0.44 A. Aprox.

C. Amplificador RF DLP-240S (X6)

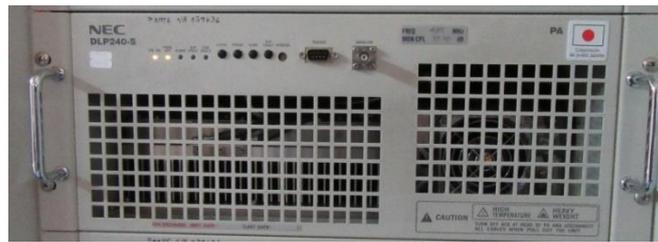
El amplificador de potencia de la serie DTL-10 emplea dispositivos de salida LDMOS altamente eficientes.

El DLP-240 es un amplificador de banda ancha de estado sólido, como configuración ascendentes de RF en cascada, cada amplificador cuenta con capacidad de banda ancha, cubriendo frecuencias de banda UHF desde 470 - 862MHz, mientras que mantiene los niveles de ganancia constante, además posee un sistema de enfriamiento y un módulo de alimentación todos estos integrados en la unidad.⁹

⁹ NEC, *Transmisores Digitales - Serie DTL-10. Pag.4*

Recuperado de: http://se.nec.com/en_SE/en/global/prod/nw/broadcast/products/dtl-10_series/pdf/DTL-10_Series.pdf

Figura 18. Amplificador de RF DLP-240S



Fuente: Elaboración propia

D. Combinador TXG-240S (X1)

El TXG-240S es usado para poder combinar la potencia de los amplificadores en paralelo, así obtener una potencia requerida. El combinador tiene funciones de divisor y combinador, cuenta con 06 entradas de señales de RF.

Figura 19. Combinador RF TXG-240S



Fuente: Elaboración propia

E. Filtro pasa banda y sistema de antenas

El Filtro pasa banda de 8 polos es utilizado para controlar la respuesta en frecuencia del sistema; es decir, dejar pasar únicamente la frecuencia del canal, así no generar armónicos e interrumpir bandas laterales de la portadora principal.

Figura 20. Filtro pasa banda de 8 polos



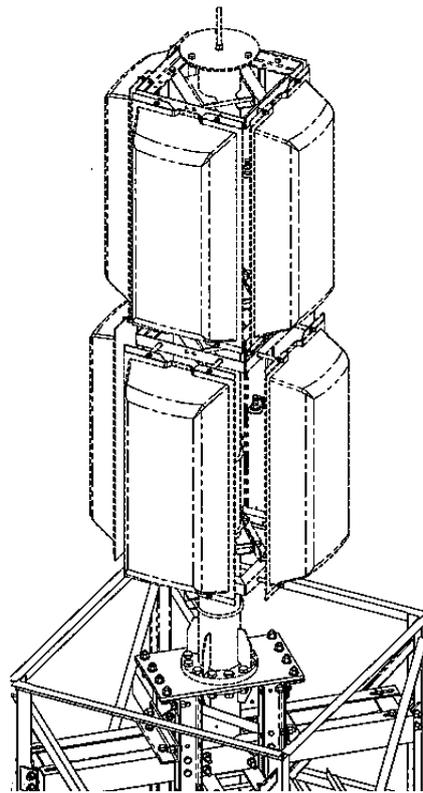
Fuente: Elaboración propia

El sistema de antenas de TDT está instalada en la torre auto soportada de la Filial Arequipa, la cual consta de 75 m, modelo PHP8D; todo el sistema tiene un rango de trabajo hasta 5Kw de energía promedio

Características principales

- | | |
|----------------------------|-------------------|
| ➤ Modelo de antena | PHP16D |
| ➤ Patrón de radiación | omni-direccional |
| ➤ Ganancia de Antena | 6.92 dBd |
| ➤ Temperatura de operación | 0° C - 40°C |
| ➤ Frecuencia de operación | 470 Mhz – 860 Mhz |
| ➤ Máx potencia | 5Kw |
| ➤ Polarización | Horizontal |

Figura 21. Arreglo de Antenas PHP16D 6.92 dBd



Fuente: Ficha técnica PHP16D

2.3 Protocolo de comunicación TCP/IP¹⁰

TCP/IP es una familia de protocolos que permiten la comunicación entre máquinas en diferentes redes en una Internet TCP/IP. IP es el protocolo que permite que esta comunicación sea posible.

IP = Internet Protocol

La información se transmite dentro de “paquetes IP”

El “paquete IP” tiene una cabecera con información para que se pueda hacer llegar el paquete a su destino y una sección con datos. Cada interfaz de cada máquina tiene una “dirección IP”

¹⁰ Universidad Pública de Navarra, *Conceptos básicos de redes TCP/IP*

Recuperado de: https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/lir/lir05_06/slides/1-Conceptos basicos.pdf

En la cabecera IP aparece la dirección IP del interfaz de la máquina origen del paquete y la dirección del interfaz de la máquina destino.

2.3.1 Sistema de enrutamiento

El enrutamiento es el proceso de envío y recepción de datos a través de las rutas más óptimas.

A. Puertos de comunicación¹¹

Cada proceso que se comunica con otro proceso se identifica así mismo a la familia de protocolos TCP/IP por uno o más puertos. Un puerto es un número de 16 bits, usado por el protocolo host-a-host para identificar a qué protocolo de más alto nivel o programa de aplicación (proceso) debe entregar los mensajes de entrada.

Como algunos programas de más alto nivel son protocolos por sí mismos, estandarizados en la familia de protocolos TCP/IP, tales como telnet y ftp, usan el mismo número de puerto en todas las realizaciones de TCP/IP.

Aquellos números asignados se denominan puertos o puertos bien-conocidos, los controla y asigna la Autoridad de Números Asignados de Internet (IANA) y en la mayoría de los sistemas sólo pueden usarlo los procesos del sistema o programas ejecutados con privilegios de usuario. Los puertos "bien-conocidos" asignados ocupan números de puerto en el rango de 0 a 1023.

Los puertos con números dentro del rango 1024-65535 no los controla la IANA y la mayor parte de los sistemas únicamente usan programas desarrollados por usuarios.

¹¹ Universidad Politécnica de Valencia, *Puertos y Socket*.

Recuperado de: <http://personales.upv.es/rmartin/Tcplp/cap02s10.html>

Tabla 4.
Puertos bien conocidos

Aplicaciones	Puerto TCP
FTP	21
Telnet	23
SMTP	25
DNS	53
TFTP	59
HTTP	80
POP3	110
SNMP	161
NTP	123
HTTPS	443

Fuente: www.web.mit.edu

2.3.2 Servidores de dominios¹²

Un servidor DNS, es un servidor que traduce nombres de dominio a IPs y viceversa. En las redes TCP/IP, cada computadora dispone de una dirección IP para poder comunicarse con el resto de computadoras. Es equivalente a las redes de telefonía en las que cada teléfono dispone de un número de teléfono que le identifica y le permite comunicarse con el resto de teléfonos.

Trabajar con direcciones IP es incómodo para las personas, ya que requeriría conocer en todo momento las direcciones IP de los equipos a los que queremos conectarnos. En su lugar utilizamos nombres de dominio que son más fáciles de recordar y utilizar como por ejemplo www.google.es, www.educacion.gob.es, etc.

Cada equipo y cada servidor conectado a Internet, dispone de una dirección IP y de un nombre perteneciente a un dominio. Internamente, la comunicación entre los PCs se realiza utilizando

¹² INTEF, Servidor DNS.

Recuperado de: www.ite.educacion.es/formacion/materiales/85/cd/linux/m2/servidor_dns.html

direcciones IP por eso es necesario algún sistema que permita, a partir de los nombres de los PCs, averiguar las direcciones IPs de los mismos.

Un servidor DNS es un servidor que permite averiguar la IP de un PC a partir de su nombre. Para ello, el servidor DNS dispone de una base de datos en la cual se almacenan todas las direcciones IP y todos los nombres de los PCs pertenecientes a su dominio.

A. DynDNs¹³

DynDNs es una solución de acceso remoto que permite elegir un nombre de host único (por ejemplo: MyHome.dyndns.org) y vincularlo a cualquier dispositivo compatible con IP (enrutador, cámaras web, cámaras de seguridad, DVR, termostato, equipo, almacenamiento de archivos, etc.). Como las direcciones IP utilizadas para acceder a estos dispositivos cambian, Dyn se encarga de la actualización por usted, asegurando que está siempre conectado.

El uso de DNS dinámico de Dyn (DDNS) elimina el dolor de cabeza y el error humano asociado con el seguimiento de las direcciones IP siempre cambiantes y le permite evitar la alternativa de compra de direcciones IP estáticas caro. ^[13]

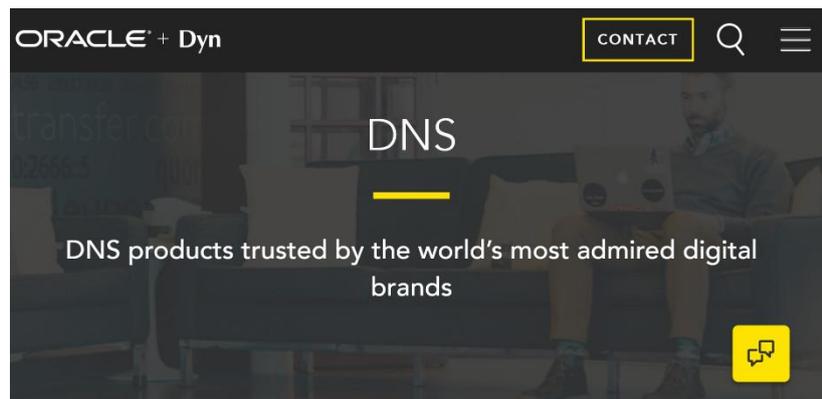
Características principales

- Recuperar archivos y aplicaciones desde cualquier lugar
- Supervisar un sistema de seguridad para el hogar
- Proporcionar soporte técnico a equipos remotos
- Acceder a una solución de automatización del hogar

¹³ DYNDNS, *DNS Overview*.

Recuperado de: <http://dyn.com/dns/>

Figura 22. Portal web DynDnS



Fuente: www.account.dyn.com

2.4 Plataforma de código abierto

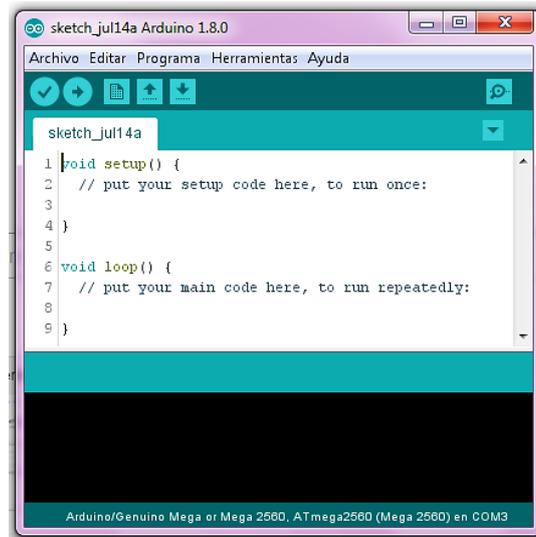
2.4.1 Software arduino IDE¹⁴

Los programas escritos utilizando arduino Software (IDE) se llaman bocetos. Estos dibujos están escritos en el editor de texto y se guardan con la extensión de archivo .ino. El editor tiene características para cortar / pegar y para buscar / reemplazar texto. El área de mensajes proporciona retroalimentación mientras que el ahorro y la exportación además de los errores. La consola muestra la salida de texto por el software de arduino (IDE), incluidos los mensajes de error y otros datos completos. La esquina inferior derecha de la ventana muestra el tablero configurado y puerto serie. Los botones de la barra de herramientas le permiten comprobar y cargar programas, crear, abrir y guardar bocetos, y abrir el monitor serie.

¹⁴ ARDUINO, *Arduino Software (IDE)*

Recuperado de: <https://www.arduino.cc/en/guide/environment>

Figura 23. IDE Arduino



Fuente: Elaboración propia

A. Descripción de plataforma¹⁵

Arduino también incluye un entorno interactivo de desarrollo (IDE) que permite programar fácilmente la tarjeta.

- Verificar 

Los controles su código de errores de compilación ella.
- Subir 

Compila el código y lo sube a la placa configurada. Ver la posibilidad de subir los detalles a continuación.
- Nuevo 

Crea un nuevo programa.
- Abrir 

Llamar a un proyecto anterior
- Guardar 

Guarda el dibujo.
- Serial Monitor 

¹⁵ ARDUINO, *Arduino Software (IDE)*

Recuperado de: <https://www.arduino.cc/en/guide/environment>

Abre el monitor serial para poder ver los procesos a través de un puerto serie.

2.4.2 Módulo desarrollador arduino¹⁶

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basado en hardware y software fácil de usar. Placas arduino son capaces de leer las entradas - la luz en un sensor, un dedo sobre un botón o un mensaje de Twitter - y convertirlo en una salida - la activación de un motor, encender un LED, publicar algo en línea. Se puede decir que su tablero qué hacer mediante el envío de un conjunto de instrucciones al micro-controlador en el tablero. Para ello se utiliza el lenguaje de programación C en el software de arduino (IDE).

A través de los años arduino ha sido el cerebro de miles de proyectos, a partir de objetos cotidianos a los instrumentos científicos complejos. Una comunidad mundial de los fabricantes - estudiantes, aficionados, artistas, programadores y profesionales - ha reunido en torno a esta plataforma de código abierto, sus contribuciones han añadido hasta una increíble cantidad de conocimiento accesible que puede ser de gran ayuda para los principiantes como para expertos.

A. Arduino uno R3¹⁷

Arduino uno es una placa electrónica basada en el ATmega328P, cuenta con 14 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 6 se podrán utilizar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de cuarzo de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reinicio. Contiene

¹⁶ ARDUINO, *Arduino Introducción*.

Recuperado de: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

¹⁷ ARDUINO, *Arduino UNO*.

Recuperado de: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

todo lo necesario para apoyar el micro controlador; basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o la corriente con un adaptador de CA a CC o una batería para empezar.

Figura 24. Arduino UNO R3



Fuente:a.pololufiles.com/picture/0J7808.1200.jpg?810c5e85aeb9493d9ec9fed8abe68464

➤ Características

Microcontrolador	ATmega328P
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límite)	6-20V
I/O digitales	14 (6 salidas PWM)
PWM digital pines I / O	6
Pines de entrada analógica	6
Corriente continua para I / O	20 mA
Memoria flash	32 KB (ATmega328P)
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Velocidad del reloj	16 MHz

B. Arduino Mega¹⁸

El arduino mega es una placa microcontrolador basada en el ATmega1280, cuenta con 54 pines digitales de entrada / salida (de los

¹⁸ ARDUINO, *Arduino Mega*.

Recuperado de:<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega>

cuales 14 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UART (puertos serie de hardware), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, una cabecera ICSP, Y un botón de reinicio.

Arduino Mega contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador de la marca ATmel, el cual nos brinda una mayor capacidad en cuanto a periféricos de I/O como de velocidad de proceso de datos, todo esto en beneficio de la optimización de la tarea programada.

Figura 25. Arduino Mega



Fuente: www.cdn-reichelt.de/bilder/web/xxl_ws/B300/arduino_mega_A01.png

➤ Características

Microcontrolador	ATmega1280
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límite)	6-20V
I/O digitales	54 (15 salidas PWM)
Pines de entrada analógica	16
Corriente continua para I / O	40 mA
Memoria Flash	128 KB
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad del reloj	16 MHz

2.4.3 W-5100 módulo ethernet¹⁹

W-5100 modulo ethernet, está basado en el chip de Ethernet Wiznet W5100 con funcionalidades de IP tanto para TCP como UDP. El módulo de arduino Ethernet soporta hasta 4 conexiones simultáneas. Además se puede utilizar una librería de programación Ethernet, incluye también un slot para tarjetas micro-SD, el cual puede ser empleado para almacenar archivos que se pueden poner a disposición de los usuarios a través de la red. Es compatible con el arduino uno y la mega.

Figura 26. Módulo ethernet W-5100



Fuente: www.electronilab.co/wp-content/uploads/2013/07/Ethernet-Shield-With-Wiznet-W5100-Ethernet-Electronilab-f1.jpg

A. Características

El botón de reinicio en el shield restablece tanto el W5100 y la placa arduino.

El escudo contiene una serie de informativos leds:

PWR: indica que la tarjeta y el escudo son alimentados.

LINK: indica la presencia de un enlace y flashes de red cuando el shield transmite o recibe datos.

FULLD: indica que la conexión de red es full dúplex.

100M: indica la presencia de una conexión de red Mb / s 100 (a shield de 10 Mb / s).

RX: parpadea cuando el escudo recibe datos.

¹⁹ UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, Facultad de Ingenierías, pág. 18

Recuperado de: <http://dSPACE.UPS.EDU.EC/bitstream/123456789/13460/1/UPS-GT001796.pdf>

TX: parpadea cuando el escudo envía datos.
COLL: parpadea cuando se detectan colisiones de red.

2.4.4 SIM-900 módulo GSM²⁰

SIM900. Se trata de un completo módulo GSM / GPRS de banda cuádruple de tipo SMT y diseñado con un procesador de chip único muy potente que integra el núcleo AMR926EJ-S, lo que le permite beneficiarse de pequeñas dimensiones y soluciones rentables. Con una interfaz estándar de la industria, el SIM900 ofrece servicios para voz, SMS y datos con bajo consumo de energía.

Figura 27. CHIP SIM-900



Fuente: www.simcom.ee/images/modules/sim900.jpg

A partir del chip SIM900, se puede tener acceso al módulo GSM-SIM900 el cual es compatible con los módulos de desarrollo de arduino, donde puede adaptarse a casi todos los requisitos de aplicaciones M2M.

²⁰ SIMCOM.EE, *SIM900 GSM / GPRS*

Recuperado de: <http://simcom.ee/modules/gsm-gprs/sim900/>

Figura 28. Módulo shield SIM900



Fuente: www.prometec.net/wp-content/uploads/2016/06/tarjeta-gps-gprs-sim900.png

A. Características

Tabla 5

Características del módulo SIM 900

CARACTERÍSTICA	IMPLEMENTACIÓN
Ahorro de Energía	Consumo típico en modo de reposo es 1.0mA
Fuente de Alimentación	3.2V ~4.8V
Bandas de frecuencia	<ul style="list-style-type: none"> • SIM900 Cuatribanda: GSM 850, EGSM43 900, DCS44 1800, PCS45 1900. SIM900, puede buscar las 4 bandas automáticamente.
Potencia de transmisión	<ul style="list-style-type: none"> • Clase 4 (2W) en GSM 850 y EGSM 900 • Clase 1 (1W) en DCS 1800 y PCS 1900
Conectividad GPRS	<ul style="list-style-type: none"> • GPRS clase 10 Multi-slot. • GPRS clase 8 Multi-slot (opcional).
Rango de temperatura	<ul style="list-style-type: none"> • Normal: -30°C ~ +80°C • Restringida: +80°C ~+85°C • Temperatura de almacenamiento: -45°C ~ +90°C
Datos GPRS	<ul style="list-style-type: none"> • Transferencia de enlace descendente de datos: máx. 85.6 kbps. • Transferencia de enlace ascendente de datos: máx. 42.8 kbps. • Integra el protocolo TCP/IP4/6

Fuente: www.hetpro-store.com

B. Comandos AT²¹

Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal modem.

²¹ Bluehack.net, *Comandos AT*

Recuperado de: <http://bluehack.elhacker.net/proyectos/comandosat/comandosat.html>

Aunque la finalidad principal de los comandos AT es la comunicación con módems, la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estándar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales. De esta forma, todos los teléfonos móviles GSM poseen un juego de comandos AT específico que sirve de interfaz para configurar y proporcionar instrucciones a los terminales.

Comandos AT²²

- **AT**
Sirve para verificar si el módulo SIM900 está funcionando adecuadamente para entrar en modo comando. Al enviar AT el SIM deberá contestarnos con un OK.
- **AT+CGMI** ^[21]
Veremos en nombre del fabricante.
- **ATI**
Ver la información del producto.
- **AT+IPR=?**
Preguntar el Baud Rate en el que puede operar el SIM.
- **AT+IPR?**
Sirve para preguntar el Baud Rate actual.
- **AT+IPR=XXXX**
Configuremos a la frecuencia deseada.
- **AT+COPS?**
Nombre de la compañía telefónica.
- **AT+CGSN**
Visualizar el IMEI del chip utilizado.
- **AT+CSCS?**
Tipo de texto.
- **AT+CSCS="XXX"**
Configurar a tipo de texto.

²² Electronicaestudio.com, *Comandos AT*

Recuperado de: <http://www.electronicaestudio.com/docs/ISTD-034.pdf>

- **AT+CMGF?**
Ver el formato de un mensaje, ya sea PDU(0) o SMS(1)".
- **AT+CMGS=04455XXXXXXXXX**
Enviar un SMS Se despliega el símbolo mayor que > Escribir mensaje y al finalizar presiona Ctrl+Z retornará OK si el SMS se envió correctamente.
- **AT+CMGL=ALL**
Sirve para ver todos los mensajes que nos han llegado al SIM.
- **ATD04455XXXXXXXXX;**
Sirve para hacer una llamada a cualquier teléfono móvil.
- **ATA**
Sirve para contestar una llamada.
- **ATH**
Sirve para colgar una llamada.

2.4.5 App Inventor²³

App Inventor parte de una idea conjunta del Instituto Tecnológico de Massachusetts y de un equipo de Google Education. Se trata de una herramienta web de desarrollo para iniciarse en el mundo de la programación. Con él pueden hacerse aplicaciones muy simples, y también muy elaboradas, que se ejecutarán en los dispositivos móviles con sistema operativo Android.

App Inventor es un lenguaje de programación basado en bloques y orientado a eventos. Sirve para indicarle al "cerebro" del dispositivo móvil qué queremos que haga, y cómo. Es por supuesto muy conveniente disponer de un dispositivo Android donde probar los programas según los vamos escribiendo.

²³ Electronicaestudio.com, *App inventor*

Recuperado de: <http://appinventorcaracteristicas.blogspot.pe/2016/05/que-es-appinventor-inventor-parte-de.html>.

Figura 29. App Inventor



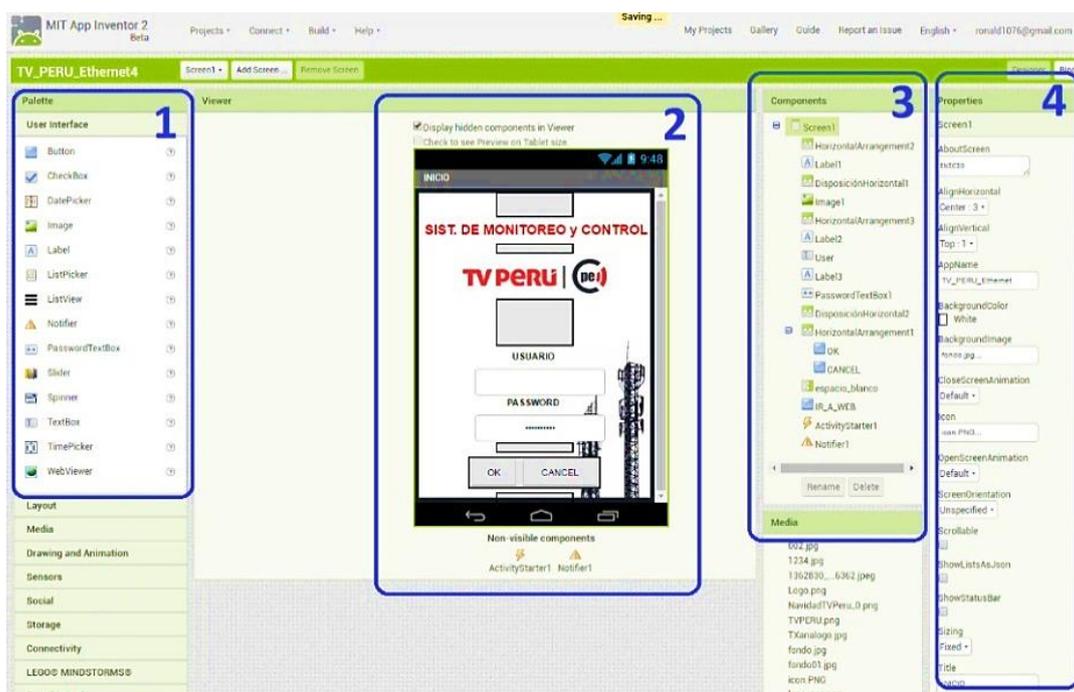
Fuente: www.cdn1.incubaweb.com/wp-content/uploads/2013/12/App-Inventor-2-1-640x200.png

A. App Inventor Designer (plataforma)

App Inventor Designer, consta de una plataforma virtual que se puede correr en un explorador Web normal, previamente registrado con una cuenta de Google, seguidamente podremos crear aplicaciones a partir de cuatro herramientas de visualización.

1. Paleta: Bloque donde se pueden insertar todo tipo de acciones para el usuario, como registros, ingreso de datos sensores, etc.
2. Media: Visualización simulada que tendrá el dispositivo android programado.
3. Componentes: Muestra todas las partes y componentes del proyecto, insertados desde el bloque Paleta
4. Propiedades: Permite modificar detalles de cada componente, y mostrar las modificaciones en la ventana Media.

Figura 30. Panel de Inventor Designer



Fuente: Elaboración Propia

B. Diagrama de bloques²⁴

En App Inventor existen unos bloques integrados que son comunes a todos los proyectos y que se pueden utilizar cada vez que sea necesario mediante una llamada al procedimiento. Si el procedimiento tiene argumentos, se especifican los argumentos mediante el uso de un bloque lógicos, cuando se crea un procedimiento, App Inventor genera automáticamente un bloque.

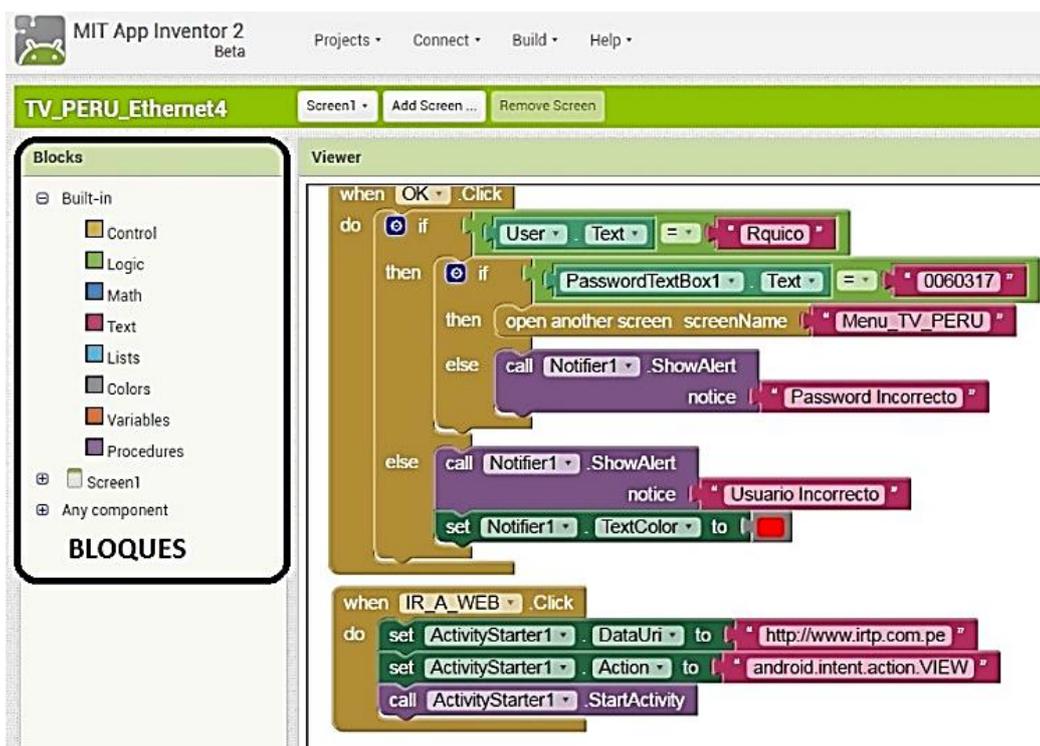
En App Inventor Block existen bloques integrados los cuales siguen la lógica a las condiciones de programación en cualquier lenguaje para microcontroladores, los bloques integrados se organizan en bloques de:

²⁴ App Inventor en Español, *Antonio Ricoy Riego*.

Recuperado de: <https://sites.google.com/site/appinventormegusta/guias-visuales/bloques/bloques-de-definicion>

- Control: si entonces
- Lógica: cierto o no
- Matemáticas: valores matemáticos
- Texto: visualización de texto
- Listas: crear una lista para selección
- Colores: asignación de color en entrada o respuestas
- Variables: iniciar variables globales
- Procedimientos: realiza llamadas a agrupación de acciones de bloques.²⁵

Figura 31. Panel APP block



Fuente: Elaboración propia

²⁵ Codigo21.educacion.navarra.es, *Descripción de los bloques integrados de App Inventor*
 Recuperado de: <https://sites.google.com/site/appinventormegusta/guias-visuales/bloques/bloques-de-definicion>

2.5 Interfaz de control

En el desarrollo del proyecto, se realizó la adquisición de la tarjeta LAN HCP-1245H de la marca NEC para realizar el control vía TCP/IP remotamente, todo esto en el TX Control; es así que a partir de ahí se realizó la complementación del sistema de monitoreo.

2.5.1 SCT -013 Sensor de consumo eléctrico no invasivo

A. SCT-013-020²⁶

La familia STC-013-020 son sensores de corrientes no invasivos que permiten medir la intensidad que atraviesa un conductor sin necesidad de cortar o modificar el conductor. Podemos emplear estos sensores con un procesador como arduino para medir la intensidad o potencia consumida por una carga.

Figura 32. Sensor de corriente no invasivo STC-13



Fuente: www.luisllamas.es/wp-content/uploads/2017/01/arduino-stc-013-componente.jpg

Dentro de la familia STC-013 existen modelos que proporcionan la medición como una salida de intensidad o de tensión. Dentro de lo

²⁶ Luisllamas.es, *Sensor De Corriente Eléctrica No Invasivo*

Recuperado de: <https://sites.google.com/site/appinventormegusta/guias-visuales/bloques/bloques-de-definicion>

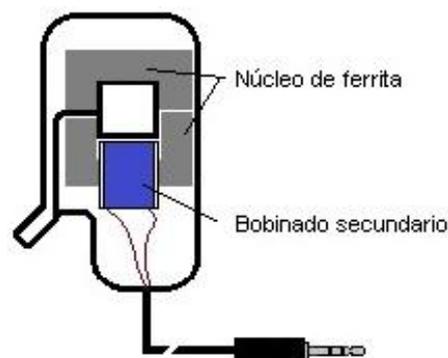
posible, lo normal es que prefiramos salida por tensión porque la conexión es más sencilla.

B. Funcionamiento²⁷

Los sensores STC-013-020 disponen de un núcleo ferromagnético partido (como una pinza) que permite abrirlo para arrollar un conductor de una instalación eléctrica sin necesidad de cortarlo.

Su principio de funcionamiento está basado en el transformador eléctrico (transformador de intensidad). Internamente el sensor incorpora un pequeño transformador constituido por su núcleo y, en vez de dos devanados – típicamente primario y secundario – tiene tan solo un bobinado en uno de los extremos de su núcleo ferromagnético. Si tomamos este bobinado como el secundario, la parte correspondiente al primario serían las espiras (en este caso la espira única) que constituirá el mismo en cuanto lo insertemos en el circuito a medir.

Figura 33. Estructura sensor STC-13



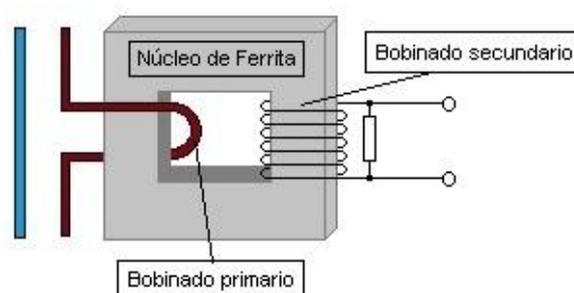
Fuente: www.naylampmechatronics.com/img/cms/Blog/Tutorial%20SCT-013/sensores%20CT.jpg

²⁷ Diverteka.com, *Control de consumo eléctrico con Arduino*.

Recuperado de: <http://www.diverteka.com/?p=1966>

Al hacer pasar por el “primario” de este sensor un cable de nuestra instalación este capta el flujo magnético generado que será proporcional a la intensidad que circula en ese instante por el cable. Por efecto de la inducción electromagnética obtendremos en el secundario (salida del sensor) una intensidad que será proporcional a la del primario.

Figura 34. Bobina secundaria sensor STC-13



Fuente: www.naylampmechatronics.com/img/cms/Blog/Tutorial%20SCT-013/sensores%20CT.jpg

La señal obtenida en función del consumo (intensidad) que circula por el cable monitorizado nos proporcionara una tensión proporcional a la salida del sensor – en bornes de la resistencia interna mencionada – y que es de muy pequeño valor (mili voltios), razón – entre otras – por la que necesitaremos un circuito interfaz-amplificado.

2.5.2 Relé encapsulado industrial²⁸

Un relé es un interruptor accionado por un electroimán.

Un electroimán está formado por una barra de hierro dulce, llamada núcleo, rodeada por una bobina de hilo de cobre. Al pasar una corriente eléctrica por la bobina el núcleo de hierro se magnetiza por

²⁸ Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, *EL RELÉ*
Recuperado de: <http://platea.pntic.mec.es/~pcastela/tecno/documentos/apuntes/rele.pdf>

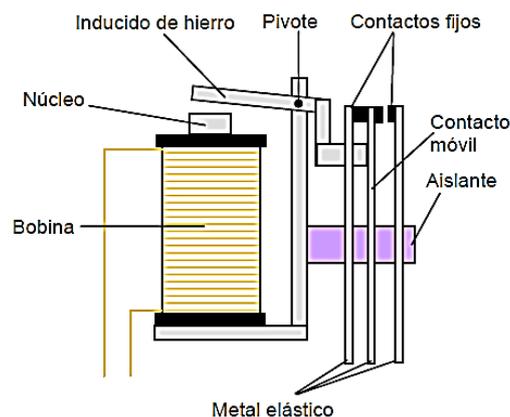
efecto del campo magnético producido por la bobina, convirtiéndose en un imán. Al abrir de nuevo el interruptor y dejar de pasar corriente por la bobina, desaparece el campo magnético y el núcleo deja de ser un imán.

Figura 35. Relé encapsulado Schneider



Fuente: www.cdn.msdirect.com/global/images/ProductImages/6967967-24.jpg

Figura 36. Partes de relé



Fuente: www.4.bp.blogspot.com/WCLWBwbc328/Vx2dX6fjbhI/AAAAAAAAAG0o/ebLfxKHX1aMTtoMXpRHEO158WbNy_ty-YwCLcB/s1600/uno.jpg

Un relé o contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento:²⁹ una pasiva o de reposo, cuando no recibe acción

²⁹ Profesormolina.com.ar, *Contactores*.

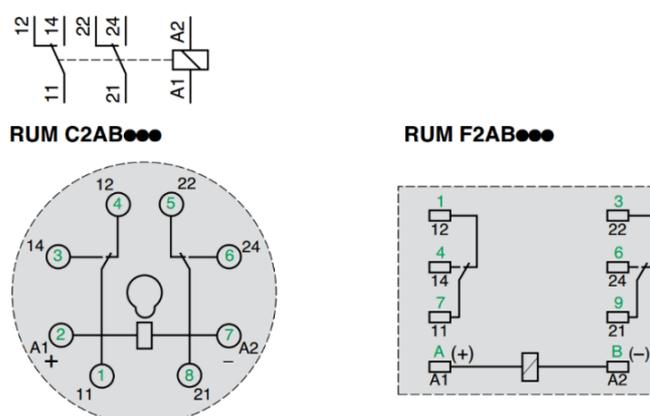
Recuperado de: <http://www.profesormolina.com.ar/electromec/contactor.htm>

alguna por parte del circuito de mando, y otra activa, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". Dichos dispositivos según su aplicación y uso obedecen a la norma internacional IEC 61810-1

A. RUMC21P7 relé encapsulado 10A 250 VAC³⁰

La serie RUMC21P7 Schneider son relés universales que constan de 02 contactos auxiliares. Estos relés electromecánicos poseen la característica principal de ser compactos, sencillos y potentes para aplicaciones industriales.

Figura 37. Diagrama esquemático del RUMC21P7



Fuente: www.schneider-electric.us/product-epds/G-SE-0009279.1.gif

Características

Tipo y composición contactos	2 NC/NO
Tensión de control	230 V AC
LED de estado	No cuenta
Tipo de control	Pulsador de prueba mecánico

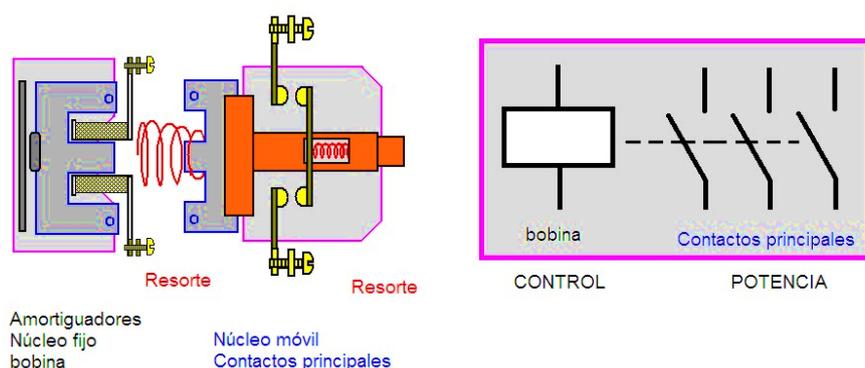
³⁰ Schneider Electric, RUMC21P7, 2016

Forma de pines	Cilíndrico
Tensión nominal de aislamiento	250 V según IEC
Material de los contactos	Ag-Ni (Plata-Níquel)
Intensidad consumo	10 A a 250 V AC (NO) IEC 5 A a 250 V AC (NC) IEC
Tensión máxima de conmutación	250 V según IEC
Durabilidad mecánica	5000000 ciclos
Durabilidad eléctrica	100000 ciclos de carga resistiva
Tiempo de funcionamiento	20 ms con tensión nominal
Los límites de tensión de servicio	184... 253 V AC
Norma	IEC 61810-1
Temperatura operación	(-40... 55 ° C)
Grado de protección IP	IP40

B. Funcionamiento³¹

Un relé está formado por una bobina y unos contactos, que pueden estar abiertos o cerrados, y que hacen de interruptores de apertura y cierre de la corriente en el circuito.

Figura 38. Bobina y contactos del RUMC21P7



Fuente: www.3.bp.blogspot.com/-Z95pc4-S99E/VZoDS_kPJ3I/AAAAAAAAACUI/XbAftIL8-lo/s1600/C58.4.bmp

³¹ Areatecnologia.com, *Contactador*.

Recuperado de: <http://www.areatecnologia.com/electricidad/contactador.html>

La bobina es un electroimán que acciona los contactos, abriendo los cerrados y cerrando los contactos abiertos. Cuando le deja de llegar corriente a la bobina los contactos vuelven a su estado de reposo.

2.5.3 Relés de estado sólido³²

El relé de estado sólido (SSR) es un elemento que permite aislar eléctricamente el circuito de entrada o mando y el circuito de salida.

Las diferentes partes que forman un SSR son:

➤ Circuito de entrada. Aislamiento, está asegurado generalmente por un acoplamiento óptico con semiconductor, los cuales pueden ser fototriac o fotodiodo.

➤ Detector paso por cero (En algunos modelos):

Un relé de estado sólido con función de paso por cero opera cuando la tensión de la carga (tensión alterna) se acerca o alcanza el punto cero. Los relés con esta función tienen una buena inmunidad a los parásitos de entrada y producen unas bajas radiaciones parásitas al conmutar tensiones bajas.

Los relés de estado sólido con la función de detección de paso por cero son adecuados para cargas resistivas, capacitivas y cargas inductivas con un factor de potencia entre 0.7 y 1.

➤ Circuito de salida. Salida CA con tiristores antiparalelos o triacs, salida CC con transistor bipolar o MOS FET, salida CA-CC con transistor MOS FET (ya que tiene igual ganancia en directo que en inverso).

➤ Protección frente a transitorios, (En algunos modelos): Los más frecuentemente utilizados son redes RC, diodos, etc.

³² OMRON ELECTRONICS, Relés De Estado Sólido SSRs, 2015, 01pp

Recuperado de: <http://www.reitec.es/Pdf/documentacion6.pdf>

A. G3MB-202P relé estado sólido³³

G3MB-202P es un circuito netamente electrónico diseñado para ahorrar espacio, es aproximadamente tres veces más pequeño que el relé mecánico convencional, además posee certificación UL 508 y certificado CSA.

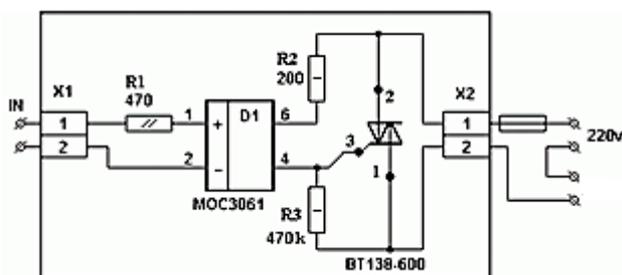
Figura 39. Relé de estado sólido



Fuente: www.hetpro-store.com/images/detailed/9/OMRON_G3MB_202P_1-550x530.jpg

Principales características del relé de estado sólido: OMRON 1565E G3MB-202P:

Figura 40. Circuito electrónico equivalente G3MB-202P



Fuente: www.img.mysku-st.ru/uploads/images/01/00/72/2015

/11/14/0a4431.gif

- Tamaño: 138 x 71 x 25 mm
- La potencia de entrada: 5 V DC / 160mA max.

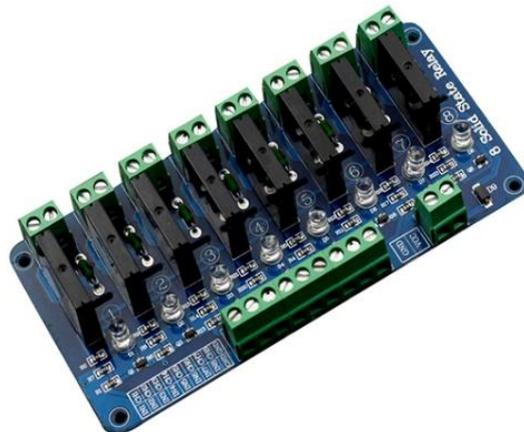
³³ Sunfounder, *8 Channel 5V Solid State Relay Module*, 2016.

- Carga nominal de salida: 100 ~ 240V 50 / 60Hz Interruptores de carga de 2-A a 25 ° C
- (Bajo nivel 0-2.5V, el relé OFF)
- (3-5V alto nivel, relé ON)
- Tipo de carga: de propósito general
- Aislamiento: Fototriac
- Cruce por cero: si

B. Módulo relé de estado sólido 8 canales³⁴

G3MB-202P cuenta con un módulo de 8 canales, esto nos permite la realización más compacta de nuestro proyecto ya que además de la facilidad cuenta con un circuito complementario a la entrada y a la salida.

Figura 41. Módulo SSR de 8 canales

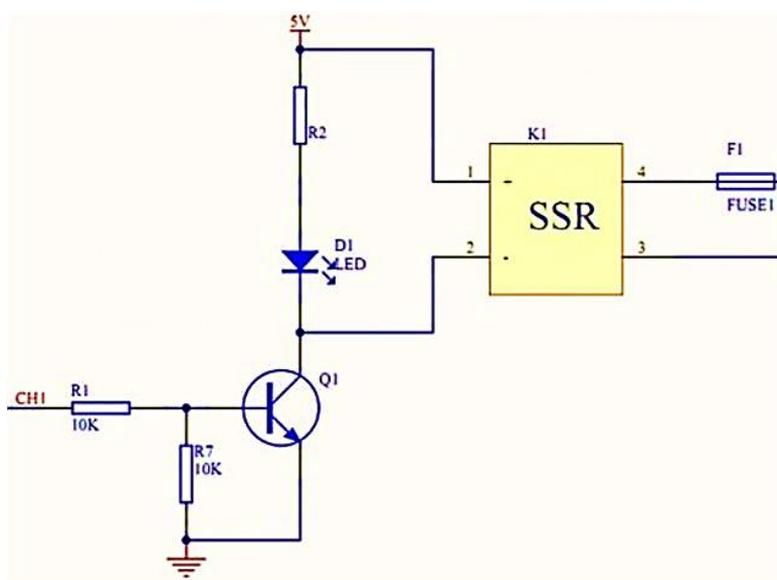


Fuente: www.cdn.shopify.com/s/files/1/1978/9859/products/1_e3de60cf-ae1e-4844-a95c-0dc070996034_1024x1024.jpg?v=1508147488

³⁴ Sunfounder, *8 Channel 5V Solid State Relay Module*, 2016.

Recuperado de: https://www.sunfounder.com/wiki/index.php?title=8_Channel_5V_Solid_State_Relay_Module

Figura 42. Esquema eléctrico de módulo SSR



Fuente: Elaboración propia

2.5.4 UPS³⁵

Es un dispositivo que, gracias a su batería, puede proporcionar energía tras un corte en el fluido eléctrico a todos los dispositivos existentes en la red eléctrica así como también mantener el voltaje regulado.

La función primordial que cumple la UPS, es la de regular el flujo de electricidad, preservando su calidad y protegiendo eléctricamente los equipos que conectados al UPS, controlando las subidas y bajadas de tensión y corriente existentes en la red eléctrica. Los UPS están primordialmente conectados a equipos denominados “de cargas críticas” que requieren tener alimentación constante e ininterrumpida y de calidad, debido a la necesidad de estar en todo momento operativos y sin fallos.

³⁵ IEDA Power Safe, *ELISE*, 2017.

Recuperado de: <http://www.elise.com.pe/paginas/mostrar/39>

A. ELISE UDC-1KVA

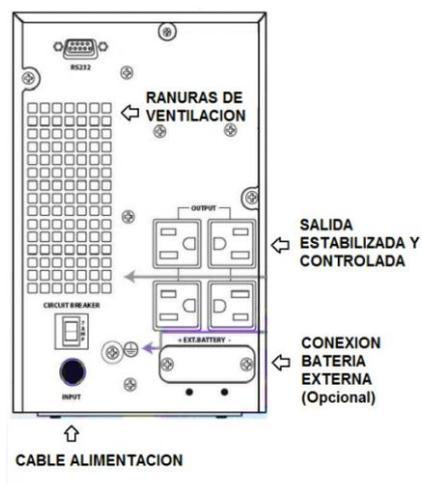
UDC-1KVA posee un potente microprocesador que controla todas las funciones. Por otra parte, la corrección del factor de potencia de entrada a la unidad, logra disminuir el consumo de energía sin provocar interferencias en la red.

Figura 43. UPS UDC 1KVA –T



Fuente: www.elise.com.pe/images/productos/iedapower13kva.jpg

Figura 44. UPS UDC 1KVA (vista posterior)



Fuente: https://http2.mlstatic.com/ups-elise-udc-3k-t-7-on-line-3000va-2400w-db-9-rs-232usb-D_NQ_NP_986101-MPE20277164022_042015-F.jpg

Además cuenta con el sistema de bypass automático lo cual permite proporcionar 4 horas de autonomía al 80% a su carga total, en caso de alguna interrupción de energía eléctrica.³⁶

Tabla 6.

Características técnicas UPS UDC 1KVA

CARACTERÍSTICAS	
Parámetros De Entrada:	By-Pass:
• Voltaje: 115-300 VAC	• Tiempo de transferencia: <4ms
• Frecuencia: 40-60Hz / 50-70Hz	• Tipo de <u>By-pass</u> : Automático, de estado sólido
• UPS corriente de entrada máxima: 13.6A	• Rango de <u>By-pass</u> : 80 - 264 VAC (ajustable)
• Fase: Monofásico.	
Parámetros De Salida:	Batería:
• Voltaje: 220/230 VAC	• Tipo: VRLA -12V / 9Ah
• Variación tensión: ±2%	• Corriente carga: 1A
• Frecuencia: 50/60 Hz	• Tiempo recarga: 4 horas al 90%
• Forma de onda: 100% onda senoidal Pura	• Protección: 10A AC fuse
• Eficiencia: >85% en línea	

Fuente: www.elise.com.pe/productos/mostrar/6

³⁶ UPS Power Safe, *ELISE*, 2017.

Recuperado de: <http://elise.com.pe/productos/mostrar/6>

CAPÍTULO III

DELIMITACIONES Y ANTECEDENTES

3.1 Delimitaciones

En el desarrollo del presente proyecto, se encontraron con diversos parámetros que se debieron respetar y algunos que no se lograron realizar por limitación en la capacidad de software y hardware de los equipos.

3.1.1 Delimitación institucional

El IRTP al ser un ente estatal que pertenece al Ministerio de Cultura del Perú tiene como misión principal producir, emitir y difundir programas con contenidos de información periodística, educativa, cultural y de entretenimiento, a través de toda la red de distribución nacional de radiodifusión, por ende, el resguardo de información con respecto a la operación y funcionamiento de los equipos son reservados por la institución; es decir, en el presente proyecto se hizo una descripción básica de los equipos y su funcionamiento por reserva institucional. Además, toda información con respecto al área técnica deberá ser primero autorizada por el gerente del área técnica, Ing. César Otero Cruz.

Por consiguiente, el presente proyecto se orientó únicamente a la estación digital de la ciudad de Arequipa, seguidamente ya en funcionamiento y evaluación se hará el estudio de rentabilidad y trabajo del sistema.

3.1.2 Delimitaciones del software y hardware

En el desarrollo del sistema de monitoreo y control, se propusieron delimitaciones de software y hardware, los mismos que fueron enfocados únicamente en la estación de Arequipa. En el caso del hardware, para ser posible el monitoreo y control en forma remota, se consideró tener al TX Control como equipo principal para su monitoreo ya que a través de dicho equipo podemos realizar el monitoreo y control total de la etapa de transmisión; sin embargo, para ser posible tal monitoreo era necesario adquirir la tarjeta HPC 12-48 Board Lan, que es una interfaz Ethernet la cual carecía el equipo; además, se consideró también importante monitorear y controlar el Decodificador HD el cual tiene bajo su dominio a la etapa de recepción ,es decir, permite apreciar la señal digital bajada del satélite antes de pasar por la etapa de emisión.

Por otro lado, en el hardware se proyectó el uso del software en el sistema android como mínimo y sin acceso al sistema de la institución; es decir, el uso del protocolo TCP/IP contará con el servicio de DynDns ya que el sistema desde un principio está proyectado para ser usado en la red a través de un navegador o browser.

3.2 Antecedentes

Para el desarrollo del sistema de monitoreo y control de la estación digital de TV Perú en Arequipa, se realizó la debida investigación previa, para que el proyecto en sí sea único en la región y en el país, hallando únicamente algunas similitudes fuera del territorio nacional.

3.2.1 Investigaciones de referencia

- Yeferson Bedoya Giraldo, Cristian Felipe Salazar Giraldo y Jhon Fredy Muñoz Lozano de la Universidad Tecnológica de Pereira, presentaron la tesis: “Implementación, Control y Monitoreo de un Sistema de Seguridad Vehicular por Redes Gsm/Gprs”. Ingeniería en Mecatrónica, Pereira, 2013.

En el proyecto presentado a la universidad tecnológica de Pereira en Colombia, se hace referencia a un sistema de alerta a través de la red GSM enfocado en el robo de unidades vehiculares, para ello se utilizó también módulos de microcontroladores arduino y módulo SIM5100 para envío de mensajes de alerta y control de actuadores a través de mensajes de texto como respuesta para bloquear el sistema vehicular en caso de hurto.

- David Arturo Reyes Paredes, Escuela Politécnica del Ejército, presentó su tesis: “Análisis, diseño y construcción de un sistema de monitoreo y control remoto de alarmas de una repetidora de radio a través de una red gsm/gprs”. Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, Sangolquí, 2007.

El desarrollo del proyecto está enfocado en el monitoreo y control de un transmisor de televisión a través de la red GSM/GPRS, donde la conexión entre el transmisor y el sistema desarrollado es a través del puerto RS232 del equipo y el acceso remoto desde un computador específico, el cual cuenta con una interfaz de visual basic instalada para el acceso remoto.

- L.M. Martínez, B. van der Mersch, M. González, Universidad Iberoamericana. Paper Científico: “Instrumentación y administración remota de transmisores de FM”, Ingeniería de Telecomunicaciones, México, 2010.

El paper científico citado de la universidad Iberoamérica es el que más se asemeja al proyecto desarrollado, ya que el control y monitoreo está enfocado en transmisores de FM, desarrollando una interfaz de conversores analógicos digitales; es decir, una interfaz electrónica de control y comunicación TCP/IP, la cual es administrada remotamente a través de una red de microondas (enlace inalámbrico de datos) hacia un computador.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Descripción

Se describirá las etapas realizadas para la elaboración del proyecto, para esto se tomaron parámetros de medición específicos ya que la implementación y monitorización de todo el sistema de transmisión tiene variables complejas.

Es por eso que se tomaron como prioridad algunos parámetros para el monitoreo para que ayuden a detectar alguna falla de operación o prevenir algún mal funcionamiento de los equipos digitales; así mismo, se decidió el control sobre los equipos más importantes y con más vulnerabilidad de inoperatividad. Cabe resaltar que además contará con un sistema de aviso de fallas hacia un teléfono móvil, con llamada y mensaje de alerta al número del operador a cargo de la estación.

Que cada falla de operación en el sistema de transmisión digital ISDBT, sea comunicado al operador a cargo de la estación, vía mensaje de texto y llamadas telefónicas de alerta; al percatarse de alguna anomalía comunicada, este ingrese por la aplicación y pueda verificar la avería que fue reportada por el sistema.

4.2 Parámetros importantes de monitoreo y control

Se tomaron como prioridad los parámetros de los equipos de mayor importancia para monitoreo y control, ya que todo el sistema de transmisión digital posee una gran variedad de parámetros para monitorear. Conocer su comportamiento lineal es muy importante, así como el control de los equipos para poder realizar reinicios del sistema o en fuerza mayor suspensión de energía eléctrica, ya que al ser equipos digitales tienden a entrar en bucles infinitos por varios factores como inestabilidad de la red de energía eléctrica, falla de sincronismo entre los equipos o producidos por fenómenos naturales como los rayos.

4.2.1 Monitoreo de software y parámetros principales

El monitoreo de los equipos es importante ya que se pueden obtener parámetros en tiempo real del funcionamiento, los cuales ayudan a diagnosticar posibles fallas a futuro; es así que se decidió tener el acceso remotamente para poder verificar y prevenir daños del hardware en los equipos por mal desempeño. Cabe mencionar que fuera del monitoreo del software, también se podrá verificar algunos parámetros, gracias a la tarjeta de adquisición que se fabricó.

A. Parámetros obtenidos por software de equipos

- Potencia salida
- Potencia reflejada
- MER
- IM
- Recepción satelital
- Excitadores
- Decodificación de video

B. Parámetros obtenidos por adquisición de datos

- Alarmas registradas en el TX Control y enviadas vía GSM

- Ausencia de energía en todo el sistema y enviadas vía GSM
- Desactivación del control remoto Ethernet
- Presencia de energía eléctrica (Fuente de energía de los equipos)
- Consumo de energía eléctrica del extractor de aire

4.2.2 Control de software y actuadores

El control con el que se contará será a un nivel administrador; es decir, el usuario podría modificar parámetros de transmisión, parámetros de codificación de video para ser mostrados en el monitor con el que cuenta el transmisor. Además, se podría quitar el suministro de energía de los equipos más importantes, a modo de realizar un reinicio de emergencia.

A. Control por software

- Frecuencia de funcionamiento
- Potencia de Salida
- MER
- Reset de equipos por software
- Decodificador SD/HD
- Reset - software

B. Control por actuadores

- Reset general (quitar energía eléctrica)

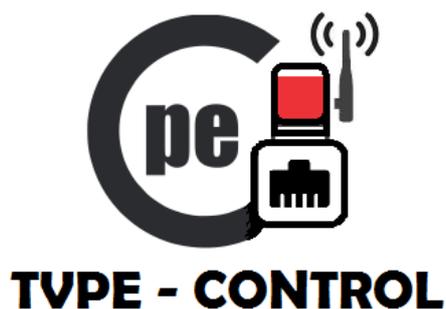
4.3 Desarrollo de software

En el desarrollo del software, se realizó la creación de una aplicación para el entorno android, al que se le puso el nombre de TVPERU Control Ethernet, abreviado "TVPE-CONTROL", para ello se hizo uso de APP Inventor, luego se realizó la programación de dos microcontroladores en IDE de arduino para la creación de dos propósitos básicos: uno, el censado

de parámetros principales y enviados vía GSM como notificación de alarma y dos, la programación de microcontrolador para la etapa de control y censado de energía de los equipos.

Mencionar además que las siguientes pruebas para la creación del software se realizaron dentro de una red local; es decir, aun sin acceso remoto.

Figura 45. Logo TVPE – CONTROL



Fuente: Elaboración propia

4.3.1 Software para android

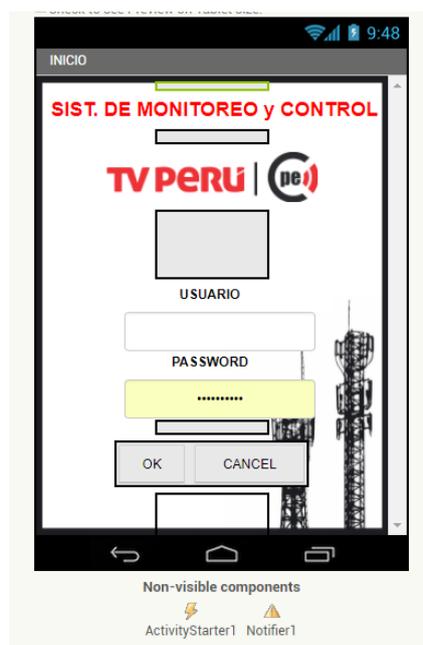
Para la creación del software en android se tomaron precauciones de seguridad, ya que al ingresar a la aplicación se tendría acceso total al equipo digital; por ende, en la programación se incluyó la creación de ventanas previas de seguridad, obteniendo al final las siguientes ventanas:

- 1^{ra}. Ventana: Identificación de usuario y contraseña.
- 2^{da}. Ventana: Términos y condiciones de uso.
- 3^{ra}. Ventana: Menú principal.
- 4^{ta}. Ventana: TX control.
- 5^{ta}. Ventana: Decoder HD/SD.
- 6^{ta}. Ventana: Control total.

A. 1^{ra}. Ventana: Identificación de usuario

En la primera ventana se implementó un control de acceso por usuario y contraseña, el cual se realizó para que únicamente sea el operador encargado quien pueda supervisar; además, se registró a un segundo usuario en modo “Monitoreo” para que el sistema tenga atención inmediata.

Figura 46. Identificación de usuario y contraseña



Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.

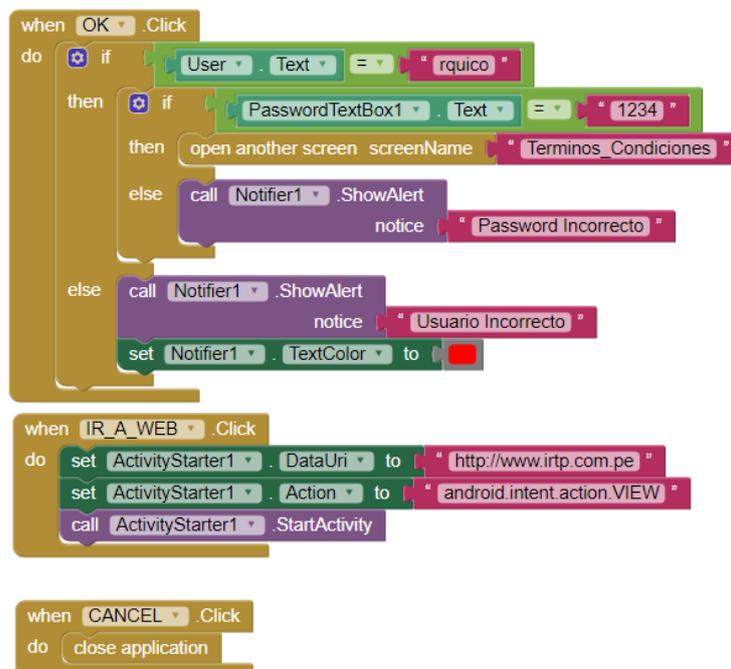
Usuarios y contraseñas para TVPE–CONTROL

Modo de Acceso	Usuario	PASSWORD
Monitoreo – Control	RQUICO	1234
Monitoreo	MPAMPA	4321
Monitoreo	JRAMOS	2308

Nota: Elaboración propia

En la figura anterior se muestra la pantalla principal de acceso, donde el operador tendrá que ingresar su usuario y contraseña.

Figura 47. Diagrama de bloques de APP Inventor para la Identificación del usuario



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 47, se muestra el diagrama de bloques diseñado para la identificación de usuario y contraseña. Además, se tomaron en cuenta características típicas de un control de acceso como error al escribir el usuario o la contraseña; también se colocó un link hacia la página web de la institución www.irtp.com.pe; finalmente, un "close_application" para cerrar la aplicación, en caso se pulse el botón atrás en el dispositivo móvil.

B. 2^{da}. Ventana: Términos y condiciones

En la segunda ventana, se desarrolló términos de responsabilidad y condiciones de uso, los cuales hacen hincapié al usuario que el ingreso es únicamente para el personal técnico a cargo de los equipos. Además, se colocó una casilla de "CHECK" para aceptar las condiciones de uso.

Para ello se detallaron los términos y condiciones siguientes, las cuales fueron impuestas por el IRTP en otra aplicación de streaming de video:

➤ **Términos y condiciones**

1. Datos de identificación

La APP TVPE-CONTROL pertenece al IRTP, entidad Estatal de Telecomunicaciones, constituida al amparo de las leyes peruanas, con domicilio social en Avenida José Gálvez N° 1040 Santa Beatriz, Lima, Perú, RUC 20338915471.

2. Acceso y aceptación del usuario

Estos términos y condiciones regulan el acceso y utilización por parte del Usuario de los servicios y facilidades que ofrece la Aplicación. La condición de “Usuario” es adquirida por la mera navegación o utilización de la Aplicación TVPE-CONTROL.

Asimismo, el acceso y navegación por la aplicación TVPE-CONTROL por parte del Usuario implica la aceptación sin reservas de todas las disposiciones incluidas en los presentes términos y condiciones.

3. Modificación de los términos y condiciones

El IRTP se reserva expresamente el derecho a modificar, actualizar o ampliar en cualquier momento los presentes términos y condiciones. Cualquier modificación, actualización o ampliación producida en los presentes términos y condiciones será inmediatamente publicada siendo responsabilidad del Usuario revisar los términos y condiciones vigentes al momento de la navegación.

En caso que el Usuario no estuviera de acuerdo con las modificaciones mencionadas, podrá optar por no hacer uso de los servicios ofrecidos por el IRTP a través de la App.

4. Uso de la Aplicación TVPE-CONTROL

El Usuario hará buen uso de la App de acuerdo a lo establecido en la Ley, los presentes términos y condiciones respetan el orden público, la moral, las buenas costumbres. En este sentido, la utilización por parte del Usuario de la Aplicación se realizará de conformidad con las siguientes condiciones:

El Usuario no hará uso ilícito de los contenidos de la App o contrarios a los expuestos en el documento de términos y condiciones.

El Usuario se compromete expresamente a no destruir, alterar, inutilizar o, de cualquier otra forma, dañar los datos, programas o documentos electrónicos y demás que se encuentren en la Aplicación TVPE-CONTROL.

El Usuario se compromete a no obstaculizar el acceso a otros Usuarios mediante el consumo masivo de los recursos informáticos.

El Usuario se compromete a no intentar penetrar o probar la vulnerabilidad de un sistema o de una red propia de la Aplicación, así como quebrantar las medidas de seguridad o de autenticación del mismo.

El Usuario se compromete a hacer un uso adecuado de los contenidos que se ofrece en la Aplicación.

En el caso que un Usuario infrinja lo establecido en el presente apartado, el IRTP procederá a realizar alguna de las siguientes acciones, dependiendo de la gravedad o recurrencia de la infracción:

1. Amonestación al Usuario.
2. Acciones por responsabilidades civiles o penales.
3. Registro y responsabilidad por contraseñas

Los usuarios registrados o suscritos contarán con una clave personal o contraseña con la cual podrán acceder a TVPE-CONTROL. Cada Usuario es responsable de su propia contraseña, y deberá mantenerla

bajo absoluta reserva y confidencialidad, sin revelarla o compartirla, en ningún caso, con terceros. Cada Usuario es responsable de todas las acciones realizadas mediante el uso de su contraseña. Toda acción realizada a través de la cuenta personal de un Usuario se presume realizada por el Usuario titular de dicha cuenta.

En el caso que un Usuario identificara que un tercero conociera y usara su contraseña y su cuenta personal, deberá notificarlo de manera inmediata al Jefe Zonal de la Filial Arequipa, Ing. Guillermo Zegarra Balcázar - IRTP.

Las comunicaciones concernientes a la administración de la contraseña pueden ser enviadas a rquico@tvperu.gob.pe

5. Propiedad intelectual

Todos los derechos de propiedad intelectual de la Aplicación y de sus contenidos y diseños pertenecen al IRTP, en su caso, a terceras personas. En aquellos casos en que sean propiedad de terceros, el IRTP cuenta con las licencias necesarias para su utilización.

Quedan expresamente prohibidas la reproducción, distribución, transformación, comunicación pública, puesta a disposición o cualquier modo de utilización de la totalidad o parte de los contenidos de la Aplicación, en cualquier soporte y por cualquier medio técnico, sin la autorización del IRTP. El Usuario se compromete a respetar los derechos de propiedad intelectual de titularidad del IRTP y terceros, en concordancia a lo establecido en el Decreto Legislativo N° 822”, Ley sobre el Derecho de Autor”.

Asimismo, queda expresamente prohibida la utilización o reproducción de cualquier marca registrada, nombre o logotipo que figure en la Aplicación TVPE-CONTROL, sin la autorización previa y por escrito del IRTP.

6. Contenido generado por el usuario

Existen determinadas secciones en las que el Usuario puede crear o generar contenido, como las zonas de configuración de los equipos de Transmisión Digital. En dichas situaciones, el Usuario podrá cargar configuraciones para dar solución a alguna falla.

7. Comunicaciones

El Usuario acepta expresamente que la dirección de correo electrónico consignada en el formulario de registro o suscripción será el medio de contacto oficial entre la Aplicación y el Usuario, siendo absoluta responsabilidad de este último verificar que dicho correo electrónico esté siempre activo y funcional para poder recibir todas las comunicaciones procedentes de la Aplicación TVPE-CONTROL. De otro lado, toda comunicación que el Usuario desee dirigir a la Aplicación deberá realizarla a través de la siguiente dirección de correo electrónico: rquico@tvperu.gob.pe

8. Ley aplicable y jurisdicción

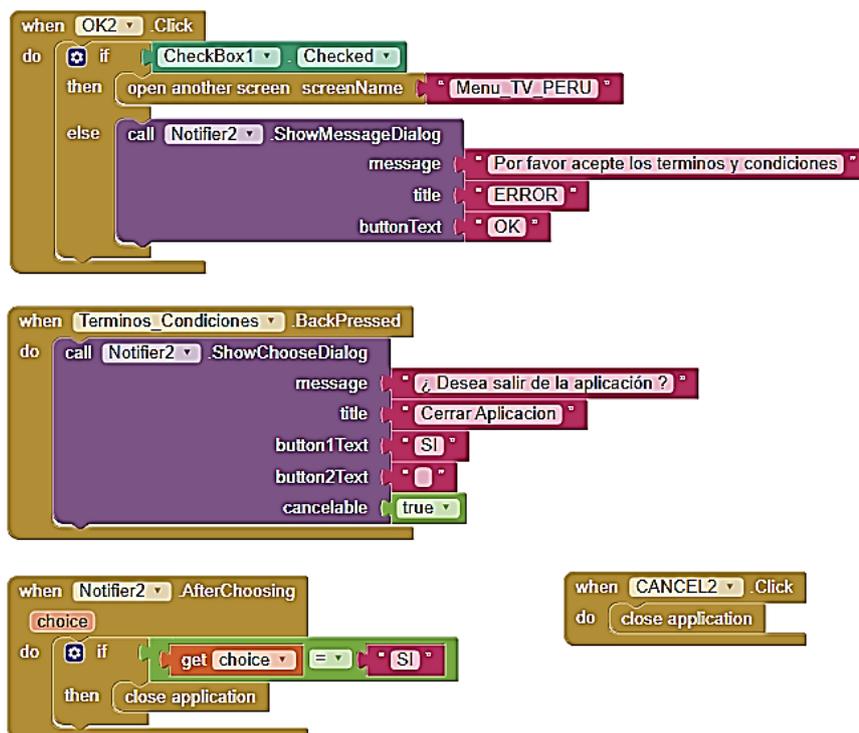
Los presentes Términos y Condiciones se rigen por la ley peruana y cualquier disputa que se produzca con relación a la validez, aplicación o interpretación de los mismos, incluyendo la Política de Privacidad, será resuelta en los tribunales del Cercado de Lima.

Figura 48. Términos y condiciones de uso de APP



Fuente: Elaboración propia

Figura 49. Bloques de App Inventor de términos y condiciones

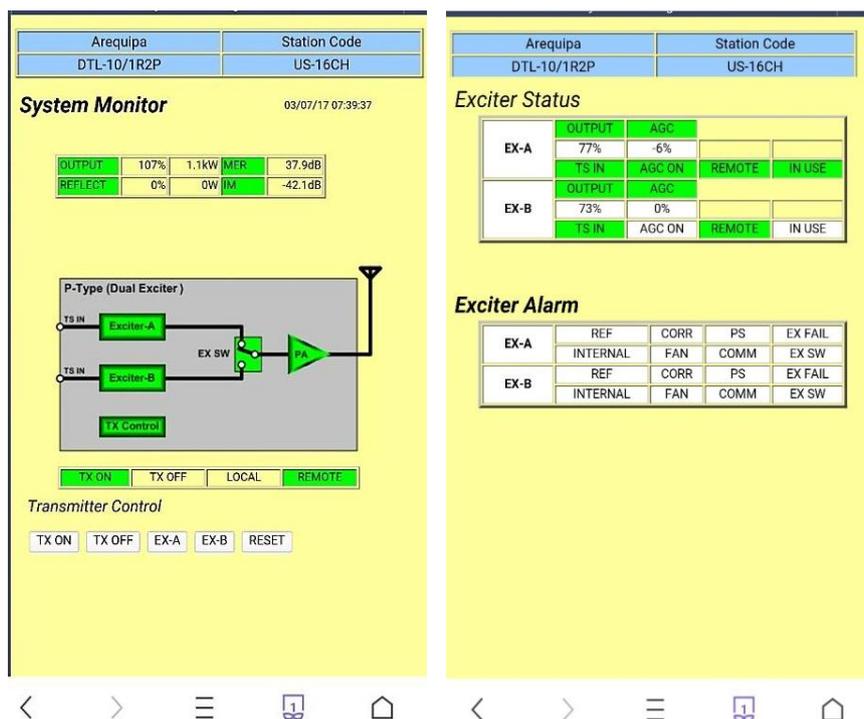


Fuente: Elaboración propia

C. 3^{ra}. Ventana: TX control (Transmisor digital NEC)

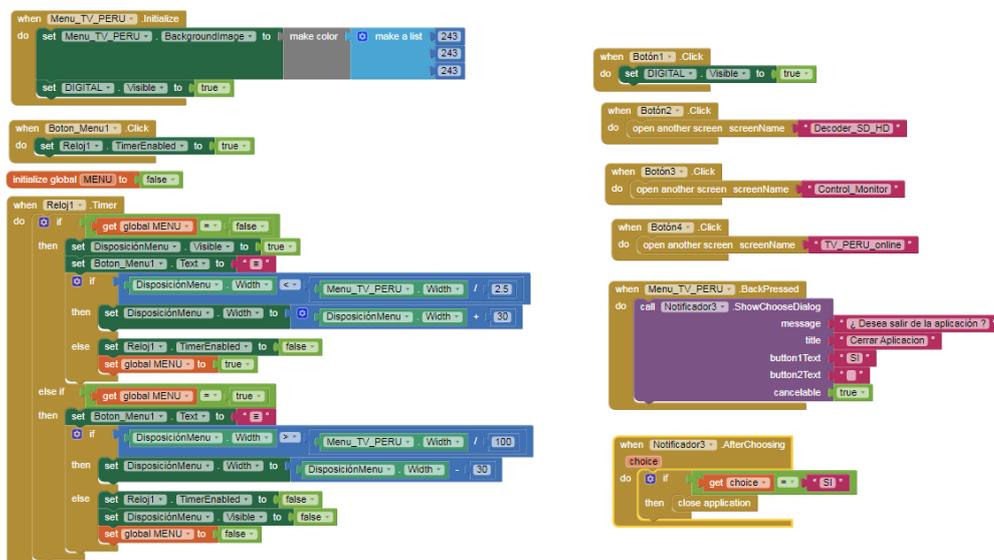
El acceso al TX control se realiza mediante su portal web que obedece a la siguiente dirección IP: 192.168.0.250, el cual tiene acceso a la configuración general del transmisor digital; así mismo, registra cualquier tipo de avería o falla en el sistema desde la recepción, sincronismo entre equipos y toda la parte de transmisión, como son amplificadores de Rf, Excitadores, modulación, etc. Todo esto es posible a la tarjeta de interfaz "NEC HPC 12-48 Board Lan", la cual se adquirió con finalidad de control y automatización, ya que esta misma estaba fuera de la donación del proyecto de Alerta Temprana.

Figura 50. TX control acceso web transmisor digital NEC



Fuente: Elaboración propia

Figura 51. Bloques de App Inventor de menú TX control



Fuente: Elaboración propia

D. 4^{ta}. Ventana: Decoder HD/SD (Decodificación HD)

La finalidad del acceso al Decoder HD/SD es únicamente monitoreo en la estación base; es decir, se podrá realizar cambio de decodificación al equipo de forma remota, esto con la finalidad que

cualquier persona sin instrucción técnica que se encuentre en la estación pueda observar una de las cuatro señales disponibles de TV PERU bajadas del satélite; sin interrumpir la etapa de transmisión, ya que es independiente con el resto del sistema.

El acceso al equipo se realiza mediante su dirección IP: 192.168.0.30.

Tabla 8.

Códigos para decodificación de señal

CODIGO	CALIDAD	CANAL
OA40	HD	TV Perú HD
OA41	SD1	Tv Perú SD
OA42	SD2	Tv Perú 7.3 SD
OA43	SD3	Canal IPE
OA58	One Set	Tv Perú SD

Fuente: Elaboración propia

Figura 52. Decoder HD/SD acceso web transmisor digital NEC

XD-7370 DECODER

Status1
Status2

Receive
Video
Audio

Maintenance

Network
SNMP

Receive Setting

Receive		ServiceID Received	ServiceID Direct
Mode	ServiceID Direct	Used 0A40	ServiceID 0A40
SET RESET		List 0A40	SET RESET
		SET RESET	

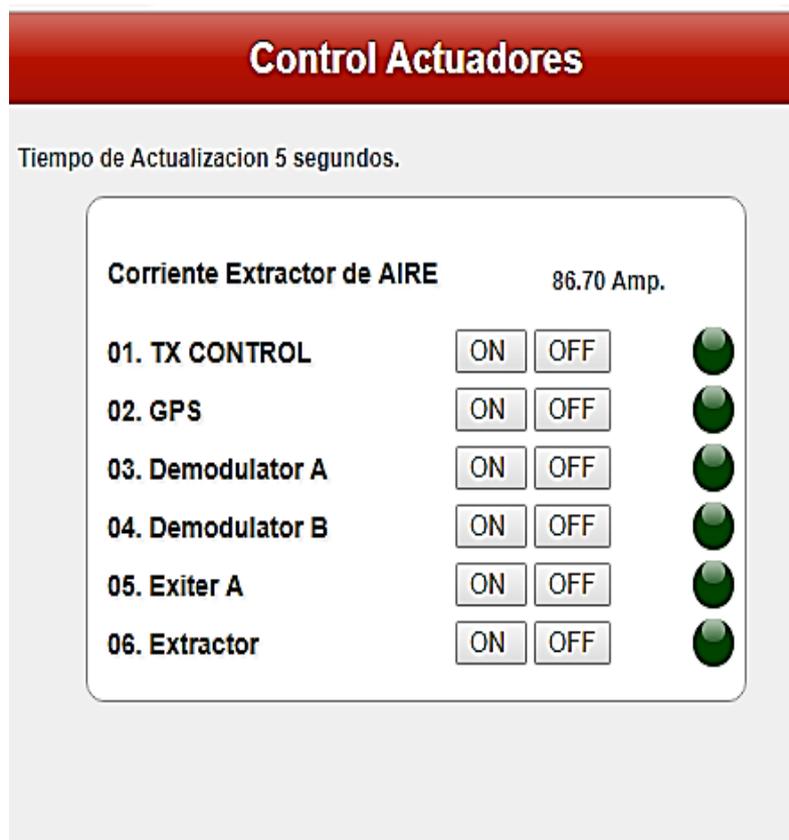
PID Direct			Demux	
	PID	format	Audio1	ON
PCR	010C		Audio2	ON
Video	0111	H.264	Audio3	ON
Audio1	0112		Audio4	ON
Audio2	0113		ANC1	ON
Audio3	0114	L2/BC	ANC2	ON
Audio4	0115		CAPTION	ON
ANC1	1FC0		SET RESET	
ANC2	1FC1			
CAPTION	011E			
SET RESET				

Fuente: Elaboración propia

E. 5^{ta}. Ventana: Control – monitoreo y control

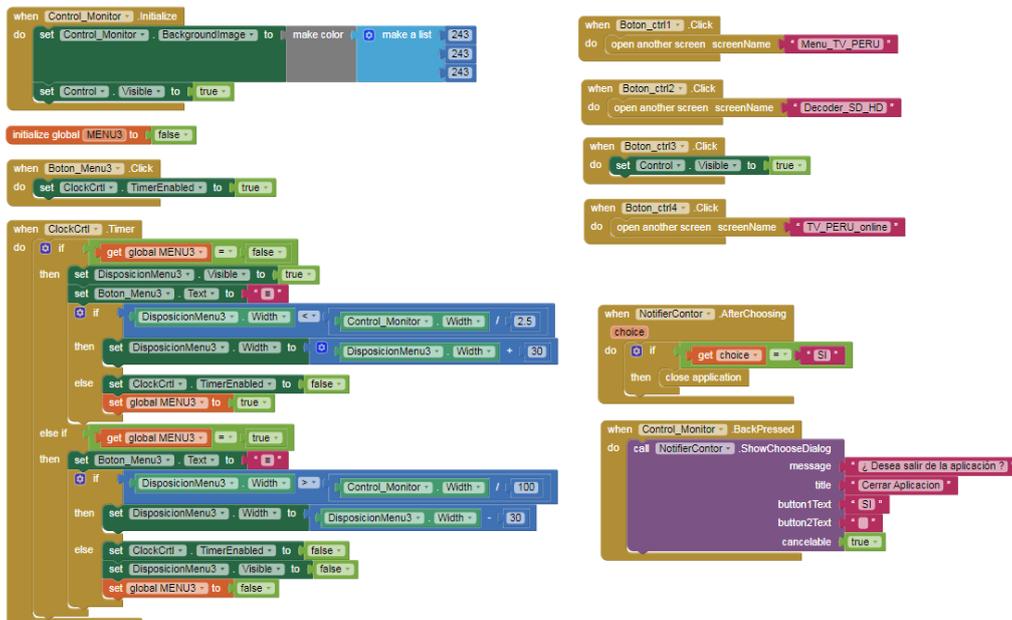
En el desarrollo de esta ventana, se crearon parámetros básicos de configuración para que sean agradables al usuario y sencillos de operar; para ello, se tomaron en cuenta el uso de seis salidas controladas por medio de relés encapsulados, simultáneamente se verificará la presencia de tensión eléctrica de los mismos, para corroborar que el cambio de estado sea exitoso. Además, se monitoreará el consumo de corriente del extractor de aire, el cual no tiene ningún tipo de conexión con el sistema digital; es decir, su control era netamente manual dependiendo únicamente de una llave termomagnética para su activación.

Figura 53. Interfaz web de control de actuadores



Fuente: Elaboración propia

Figura 54. Bloques de App Inventor de menú control actuadores



Fuente: Elaboración propia

F. 6^{ta}. Ventana: TV PERU streaming

En la última ventana, se colocaron las direcciones web oficiales de cada canal digital.

Posibilita la referencia instantánea de cada señal a través del uso del paquete de datos en el dispositivo móvil.

La necesidad de contar con un apartado de referencia es importante, ya que el streaming es proporcionado directamente desde la sede principal de Lima, y nos servirá de referencia en caso quisiéramos corroborar la señal decodificada con la señal original de Lima.

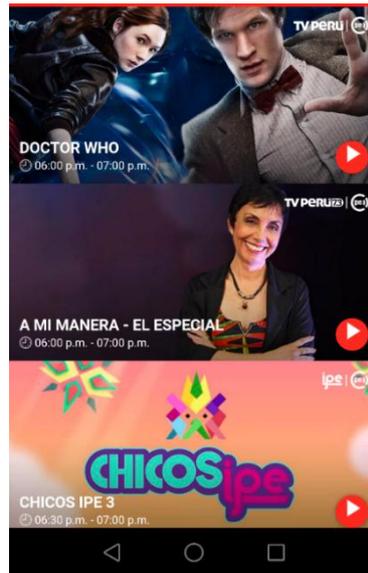
Tabla 9.

Dirección web de streaming de canales digitales TV PERU

Señal Digital	URL Web del Canal
Tv PERU HD	https://iblups.com/e_tvperuHD
TV PERU SD	https://iblups.com/e_tvperu72
TV PERU 7.3	https://iblups.com/e_tvperu73

Fuente: Elaboración propia

Figura 55. Streaming de canales TV PERU



Fuente: Aplicación oficial TV PERU

4.3.2 Firmware micro – atmega 2560 control ethernet

El firmware desarrollado para el atmega2560 o arduino mega se enfocó en la conexión ethernet, salida hacia los relés encapsulados y lectura de sensores de temperatura y corriente del extractor de aire del transmisor. Para ellos se hizo uso del módulo Ethernet W5100, quien posibilita la conexión entre ethernet y sensores.

A. Librerías arduino IDE

Las librerías usadas para el desarrollo de la programación se detallan a continuación:

➤ Librería SPI

Se llama con: **#include <SPI.h>**

SPI es un protocolo de datos en serie utilizado por microcontroladores para comunicarse con uno o más dispositivos periféricos rápidamente en distancias cortas. También se puede utilizar para la comunicación entre dos microcontroladores.

Con una conexión SPI siempre hay un dispositivo maestro (generalmente un microcontrolador) que controla los dispositivos periféricos. Normalmente, hay tres líneas comunes en todos los dispositivos:

MISO (Master In Slave Out). La línea Slave para enviar datos al maestro.

MOSI (Master Out Slave In). La línea maestra para enviar datos a los periféricos.

SCK (Serial Clock). Los pulsos de reloj que sincroniza la transmisión de datos generada por el maestro.

➤ Librería ethernet

Se llama con: **#include <Ethernet.h>**

La librería Ethernet permite que una tarjeta arduino se conecte a Internet. El tablero puede servir como un servidor que acepta conexiones entrantes o un cliente que hace salientes.

La librería admite hasta cuatro conexiones simultáneas (entrantes o salientes o una combinación). La biblioteca Ethernet (Ethernet.h) gestiona el chip W5100.

Arduino se comunica con el escudo usando el bus SPI. Esto está en los pines digitales 50, 51, y 52 en el mega.

```
//CODE//
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };           //Ponemos la dirección MAC de la
                                                                //Ethernet Shield
IPAddress ip(192,168,1,202);                                  //Asignamos la IP al Arduino
EthernetServer server(80);                                    //Creamos un servidor Web con el
                                                                //puerto 80 que es el puerto HTTP por defecto
```

➤ Librería wire

Se llama con: **#include <Wire.h>**

Esta biblioteca le permite comunicarse con dispositivos I2C. La SDA (línea de datos) y SCL (línea de reloj) están en los cabezales de los pasadores cerca del pin AREF.

Como referencia, la tabla siguiente muestra dónde están ubicados los pines en las placas arduino.

Tablero	Pines I2C
Uno, Ethernet	A4 (SDA), A5 (SCL)
Mega2560	20 (SDA), 21 (SCL)

➤ Librería LiquidCrystal_I2C

Se llama con: **#include <LiquidCrystal_I2C.h>**

La librería LiquidCrystal_I2C hace referencia al protocolo de comunicación I2C, el cual hace posible la comunicación de uno a mas periféricos en una línea de dos vías; así mismo, cada canal consta de una línea de 7 bits, lo cual posibilita la conexión de 128 periféricos.

```
//CODE//
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3f,20,4); //Designación de LCD dirección de lcd 20*4 //
```

B. Código C++ atmega2560 control ethernet

➤ Declaración de variables

Se tomaron como referencia 16 pines digitales del Atmega2560 para uso del control, donde ocho son configurados como salidas para los relés encapsulados (potencia) y otros ocho como entradas para los sensores de línea (220 AC) de los equipos; así también se tomaron

dos entradas analógicas para censar la temperatura en el extractor principal y corriente del consumo del extractor.

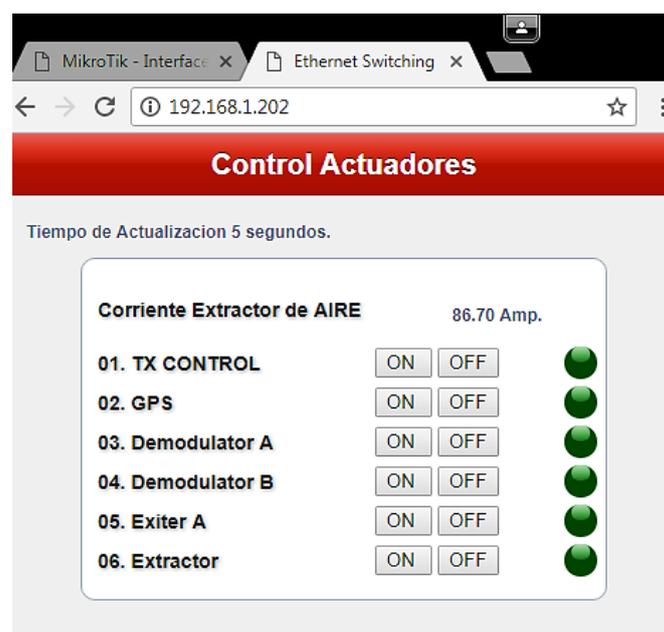
```
//CODE//
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3f,20,4); // Selección de LCD
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED }; //direccion MAC
IPAddress ip(192,168,1,177); //Asignamos la IP al Arduino
EthernetServer server(80); // puerto 80

int RELE1=30; //Rele_Encapsulado01 // asignar variable a puerto digital
int RELE2=31; //Rele_Encapsulado02
int RELE3=32; // Rele_Encapsulado03
int RELE4=33; // Rele_Encapsulado04
int RELE5=34; // Rele_Encapsulado05
int RELE6=35; // Rele_Encapsulado06
int RELE7=36; // Rele_Encapsulado07
int RELE8=37; // Rele_Encapsulado08

pinMode(RELE1,OUTPUT); // Salida para accionamiento de RELE_01
pinMode(RELE2,OUTPUT); // Salida para accionamiento de RELE_02
pinMode(RELE3,OUTPUT); // Salida para accionamiento de RELE_03
pinMode(RELE4,OUTPUT); // Salida para accionamiento de RELE_04
pinMode(RELE5,OUTPUT); // Salida para accionamiento de RELE_05
pinMode(RELE6,OUTPUT); // Salida para accionamiento de RELE_06
pinMode(RELE7,OUTPUT); // Salida para accionamiento de RELE_07
pinMode(RELE8,OUTPUT); // Salida para accionamiento de RELE_08

pinMode(38,INPUT); // Lectura de Sensor de 220 AC_01
pinMode(39,INPUT); // Lectura de Sensor de 220 AC_02
pinMode(40,INPUT); // Lectura de Sensor de 220 AC_03
pinMode(41,INPUT); // Lectura de Sensor de 220 AC_04
pinMode(42,INPUT); // Lectura de Sensor de 220 AC_05
pinMode(43,INPUT); // Lectura de Sensor de 220 AC_06
pinMode(44,INPUT); // Lectura de Sensor de 220 AC_07
pinMode(45,INPUT); // Lectura de Sensor de 220 AC_08
```

Figura 56. Portal web creado con módulo ethernet W5100 y arduino mega2560



Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Firmware micro-atmega328 alarma GSM

El firmware desarrollado para el Atmega328 o arduino uno se desarrolló para la realización de notificaciones a través de la red GSM, es decir, notificar al operador por medio de mensajes y llamadas a fin de informar inmediatamente cuando se suscite alguna alarma en el transmisor; así mismo, notificara la ausencia de energía eléctrica en el sistema, por último, el cambio de automático a manual en fin de dar mantenimiento al sistema de transmisión. Se visualizará en un display LCD 20x4 dentro del tablero principal el estado del microcontrolador.

A. Librerías arduino IDE

Las librerías usadas para el desarrollo de programación se detallan a continuación:

➤ Librería **softwareserial**

Se llama con: **#include <SoftwareSerial.h>**

El hardware arduino ha incorporado soporte para la comunicación serie en los pines 0 y 1 (que también va al ordenadora través de la conexión USB). El soporte nativo serie pasa a través de un componente de hardware (integrado en el chip) llamado UART. Este hardware permite al chip ATmega recibir la comunicación serie incluso mientras trabaja en otras tareas, siempre que haya espacio en la memoria intermedia serie de 64 bytes.

La biblioteca SoftwareSerial ha sido desarrollada para permitir la comunicación serie en otros pines digitales del arduino, usando el software para replicar la funcionalidad (de ahí el nombre de "SoftwareSerial"). Es posible tener múltiples puertos serie de programas con velocidades de hasta 115200 bps.

B. Código C++ Control ethernet atmega2560

➤ Declaración de variables

Se tomaron como referencia los pines digitales 0 y 1 para la comunicación serial, en fin que a través de ellos se envié en programación de los respectivos códigos AT hacia el módulo SIM900 para que realice los llamados a peticiones específicas, como llamadas de voz o mensajes de texto.

Seguidamente, se tomaron siete pines digitales: tres de ellos como sensores de alarmas para establecer condiciones de estado lógico, otros tres como salida de indicadores de alarma y una última salida digital para aviso al usuario externo, salida de buzzer.

```
//CODE//
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial SIM900(0, 1);           //declaro variable de los SIM control

int Indicador_TX_Control = 9;          //Declaro pin para enviar mensaje por SIM900
int Indicador_AC = 10;                 //Declaro pin para enviar mensaje por SIM900
int Indicador_M_A = 8;                 //Declaro pin para enviar mensaje por SIM900
int Buzzer = 11;                       // Buzzer

int Alarma_TX_Control = 2;             //Declaro pin para el Sensor1
int Alarma_AC = 3;                     //Declaro pin para el Sensor2
int Alarma_M_A = 4;                    //Declaro pin para el Sensor3

int estado1;                           //Inicializo la variable de estado1
int estado2;                           //Inicializo la variable de estado2
int estado3;                           //Inicializo la variable de estado3
```

Como se puede observar se declararon variables para el gestor de la alarmar GSM, donde su propósito es realizar una llamada de notificación cada vez que detecte un cambio de estado lógico en sus tres valores de censado; además, imprimirá un texto en el lcd 20x4 para dar aviso de su estado.

4.4 Desarrollo de hardware módulo alarma-GSM

Para el diseño del PCB, para la adquisición de los sensores, se diseñó el circuito en el software Eagle versión 8.1, donde también se realizó el diagrama esquemático, según los siguientes detalles de diseño:

4.4.1 Diseño electrónico

Para los avisos o notificación vía GSM se tomaron tres valores importantes los cuales se tenían que tener en cuenta para el diseño, ya que sus estados lógicos varían según el comportamiento del sistema.

- Alarma en el TX control
- Corte de energía eléctrica
- Cambio de manual/auto en el tablero con fines de mantenimiento

A. Alarma en el TX control

Se consideró el TX Control como un equipo fundamental ya que su control total que ejerce sobre el sistema completo de transmisión digital, se ve reflejado en sus notificaciones de alarma.

El TX control se alarma cada vez que ocurre un acontecimiento o mal funcionamiento, el mismo que se ve reflejado en un cambio de estado lógico, a través de un puerto serie DB26 en la parte posterior, quien cae de 5V a 0V cada vez que se registra un acontecimiento, el cual no regresa a su estado original hasta que se resetee las notificaciones en la parte frontal del equipo.

Tabla 10.

Estados lógicos de alarma en TX control

TX CONTROL	Puerto Serie DB26 Funcio. NORMAL	Puerto Serie DB26 Funcio. ALARMADO
VOLTAJE	5 V	0 V
Estado Lógico	1	0

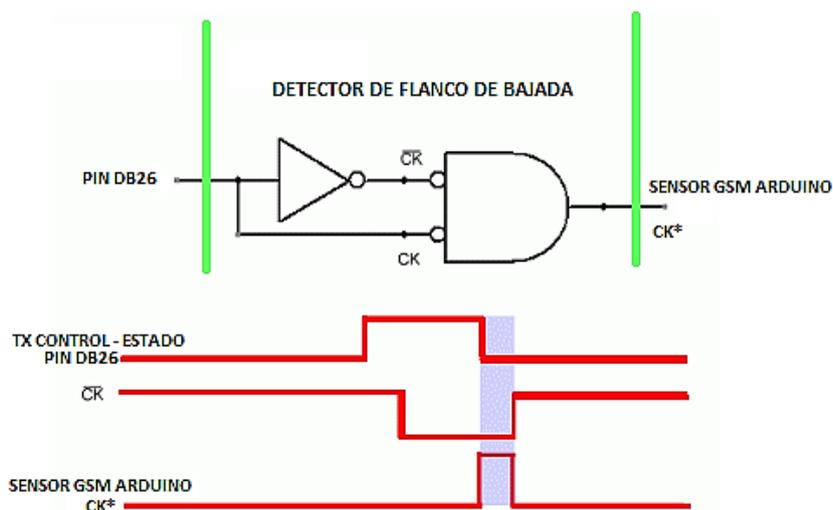
Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 10, se muestra los valores que se obtuvieron de la medición del estado lógico al presentarse una alarma en el TX Control. Cabe mencionar que este estado se queda enclavado hasta que se haga un reset de sus alarmas (Reset – Borrado de Alarma- No

requiere apagar el equipo ni suspender su operación), para entender mejor el panorama se puede ver en la Figura 57 la salida del pin del conector DB26 cada vez que se produce una alarma se cae a cero, por ende para el PCB de GSM únicamente necesitamos un pulso para activar la notificación y así poder realizar una llamada de notificación para indicar que se ha producido una anomalía. Es por eso que se decidió utilizar un circuito detector de flanco de bajada con compuertas lógicas, en este caso un 7404 (NOT) y un 7402 (NOR), para poder así detectar cada vez que se genere una alarma en el TX Control. El pulso CK* será nuestro disparador para que el módulo GSM realice una llamada o envíe un mensaje de texto.

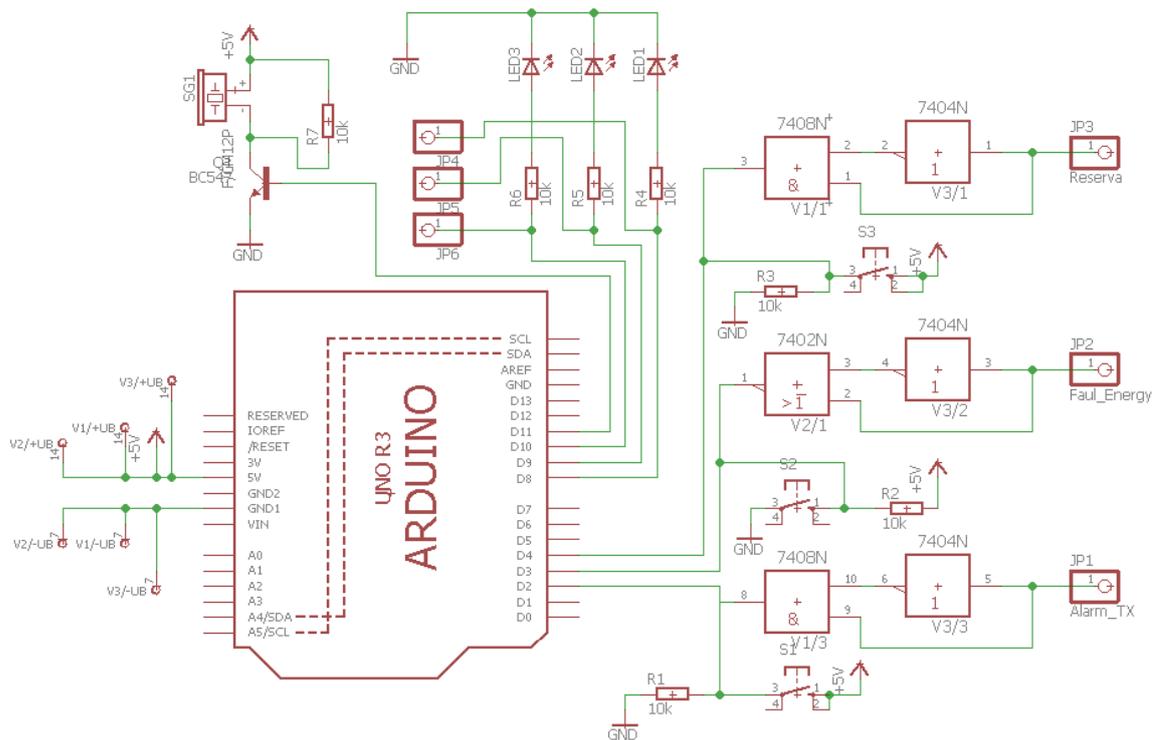
No se puede tomar la señal original del puerto DB26 ya que la alarma GSM estaría realizando repetitivas llamadas telefónicas, interrumpiendo al operador para que se pueda conectar vía remota.

Figura 57. Detector de flanco de bajada para alarmas de TX Control



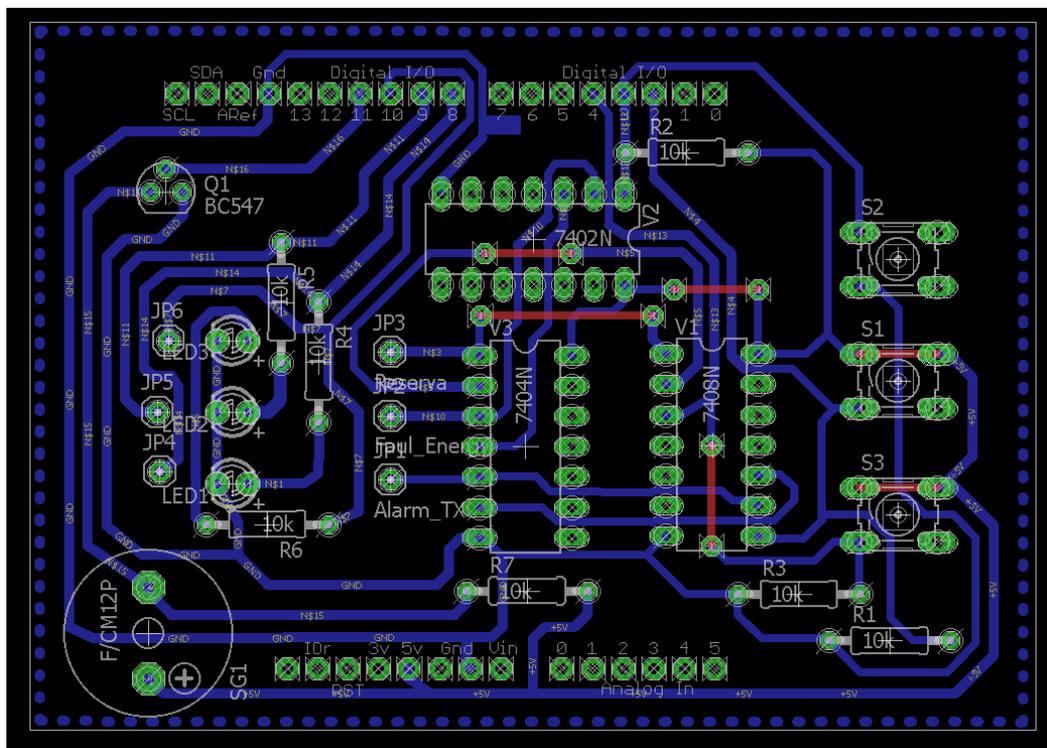
Fuente: www.forosdeelectronica.com/tutoriales/imagenes/digital3/imagen6.gif

Figura 58. Diagrama esquemático módulo GSM



Fuente: Elaboración propia

Figura 59. PCB módulo GSM



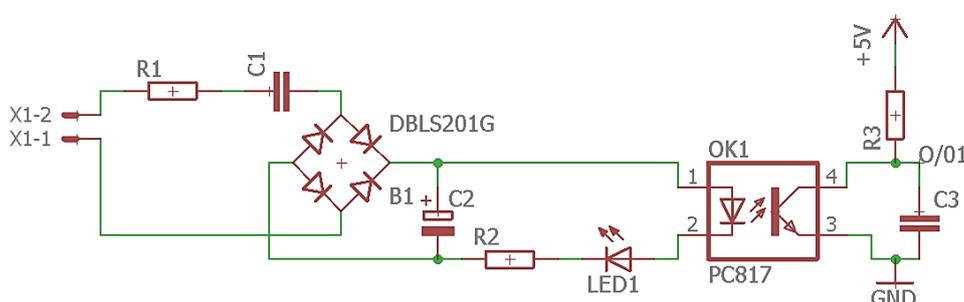
Fuente: Elaboración propia

B. Corte de energía eléctrica

Para censar la tensión de una línea eléctrica, se tomó como referencia una línea monofásica en la caseta de la estación; es decir, el valor a censar sería 220 voltios.

Para ello, se realizó el diseño de un circuito capaz de realizar la medición y convertirla en valores lógicos de 1 y 0 como en el caso anterior. La clasificación de los componentes se realizó por sus características y rangos de operación que se detalla en la Tabla 9.

Figura 60. Circuito detector de voltaje alterno



Fuente: www.vallecompras.com/store/images/SIE_ARTICULOS/Circuito_cruce_por_cero.png

Como se muestra en la Figura 60, se diseñó un circuito con las características capaces de soportar la tensión alterna de 220 voltios sin problemas; además, que se dio un margen de operación para que tenga un trabajo lineal.

Tabla 11.

Parámetros de componentes para sensor de tensión alterna

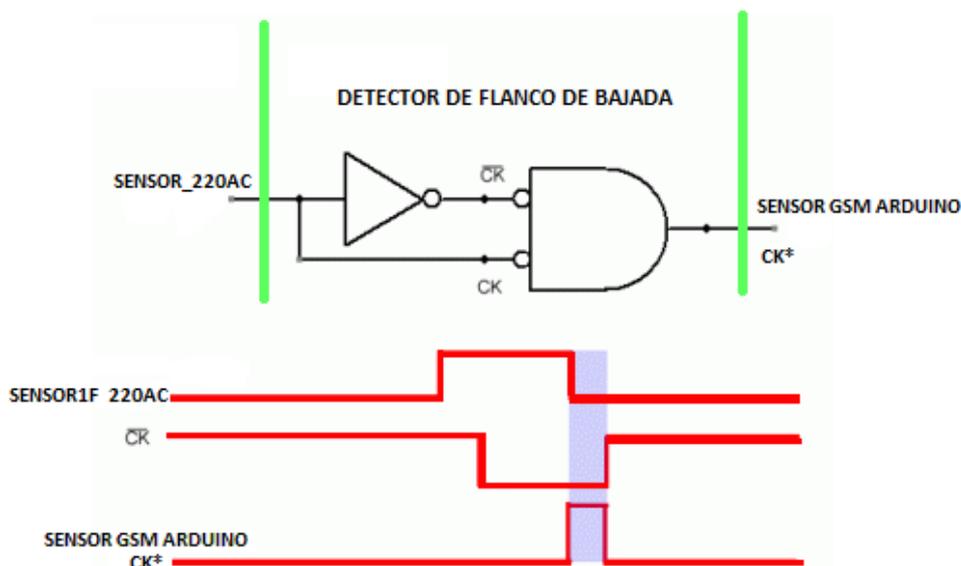
COMPONENTE	RANGO DE OPERACION	TEMPERATURA (C°)	AMP. (A)
DB107 Puente Diodo	50 – 1000 AC	60 NORMAL	50 MAX PK
	TENSION AISLAMIENTO	TEMPERATURA (C°)	TENSION COLECTOR EMISOR
PC817B Opto	5 KVA	80 NORMAL	36 V

Fuente: Elaboración propia

En caso de corte de energía eléctrica, se tomaron los mismos principios que se realizaron en el TX control; para ello, se realizó la medición de una fase eléctrica de la sala de transmisiones y convertirla en valores lógicos de 1 y 0, siendo 1 para estado normal y 0 para ausencia de suministro eléctrico.

También, se aplicó el principio de detector de cambios lógicos, donde se necesitaba nuevamente un detector de flanco de bajada con compuertas lógicas; en este caso, un 7404 (NOT) y un 7402 (NOR) una vez más.

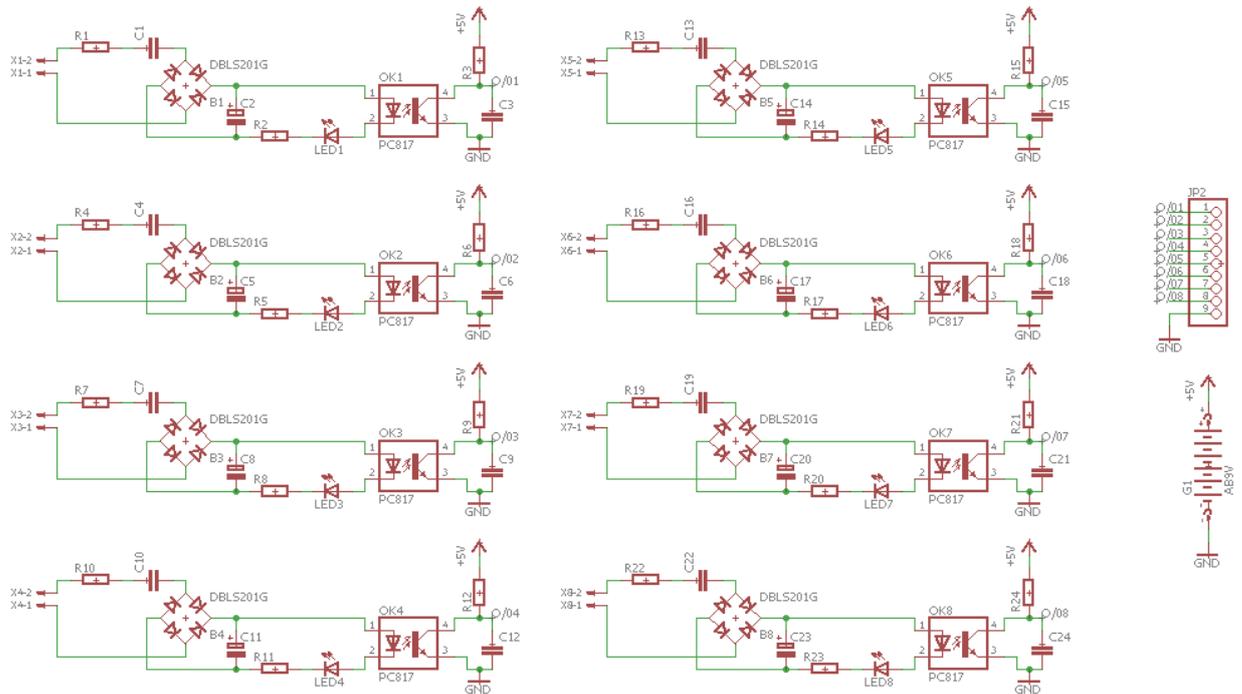
Figura 61. Detector de flanco de bajada para sensor 220 ac.



Fuente: www.forosdeelectronica.com/tutoriales/imagenes/digital3/imagen6.gif

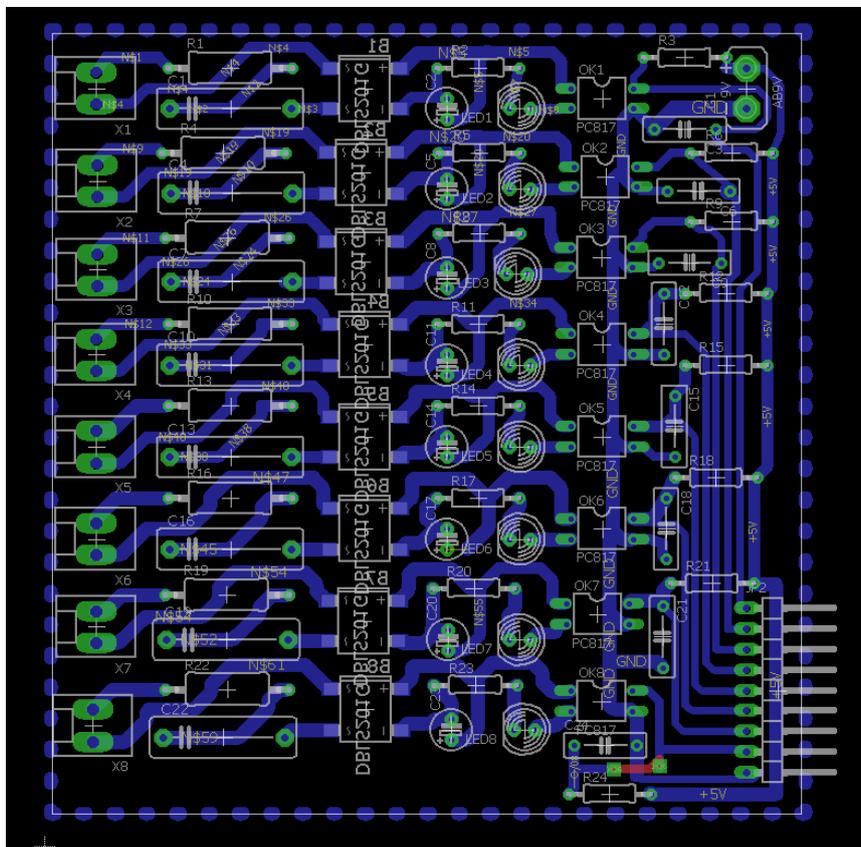
No se puede tomar la señal directa del sensor de 220 voltios ya que la alarma GSM estaría realizando repetitivas llamadas telefónicas, interrumpiendo al operador para que se pueda conectar vía remota.

Figura 62. Diagrama esquemático sensor 220 voltios de 8 canales



Fuente: Elaboración propia

Figura 63. PCB sensor 220 ac 8 canales



Fuente: Elaboración propia

C. Cambio manual / automático

El último punto de censado se consideró como punto principal el mantenimiento preventivo al transmisor digital NEC, ya que al ser un equipo que está trabajando las veinticuatro horas, su estado con respecto al ambiente limpio es importante, es así que se decidió instalar en el tablero principal un selector de dos posiciones, teniendo únicamente dos opciones manual y automático:

- **Manual:** el sistema bloquea el acceso remoto a los equipos que tengan acceso web; así mismo, deshabilita las notificaciones GSM, previamente antes de caer el sistema en stanby se enviará la notificación que el transmisor entró en modo mantenimiento para que el operador tenga conocimiento, en este caso la App no podrá acceder a ningún parámetro ni monitoreo.

- **Automático:** sistema completamente en funcionamiento tanto los equipos por portal web, los relés de contactos, sensores y la App.

Para censar dicha salida para el módulo Sensor GSM, se diseñó un circuito a partir de un selector doble, el cual entregaría 5 voltios permanentes al módulo GSM.

Al cambiar de modo automático a modo manual, se perderán los 5 voltios, por medio de dos relay de 12 voltios: El primer relé bloqueará la alimentación hacia al Atmega2560 el cual controla el acceso remoto de los equipos conectados; es decir, cada vez que el selector cambie a modo manual, la ausencia de los 5 voltios será quien dé la señal de alarma para la activación del módulo GSM. El segundo de los dos relés activará la luz de modo automático en el tablero, todo esto para una mejor visualización y el estado en que se encuentra el sistema.

Los transistores T1 y T2 (2N2222) trabajan en modo interruptor, para lo cual se desarrolló el siguiente diseño para su funcionamiento:

Figura 64. Transistor KSP2222A NPN



Fuente: www.el-component.com/images/bipolar-transistor/ksp2222a-pinout.jpg

Datos del transistor KSP2222A según datasheet de fabricante.

- Tensión Base-Colector (VCBO) : 45 V
- Corriente Colector (I_c) : 600 mA
- HFE: 100 mín., 300 máx.
- Temperatura: -55 / +150

Datos del Relé SRU-12VDC-SL-C (RL)

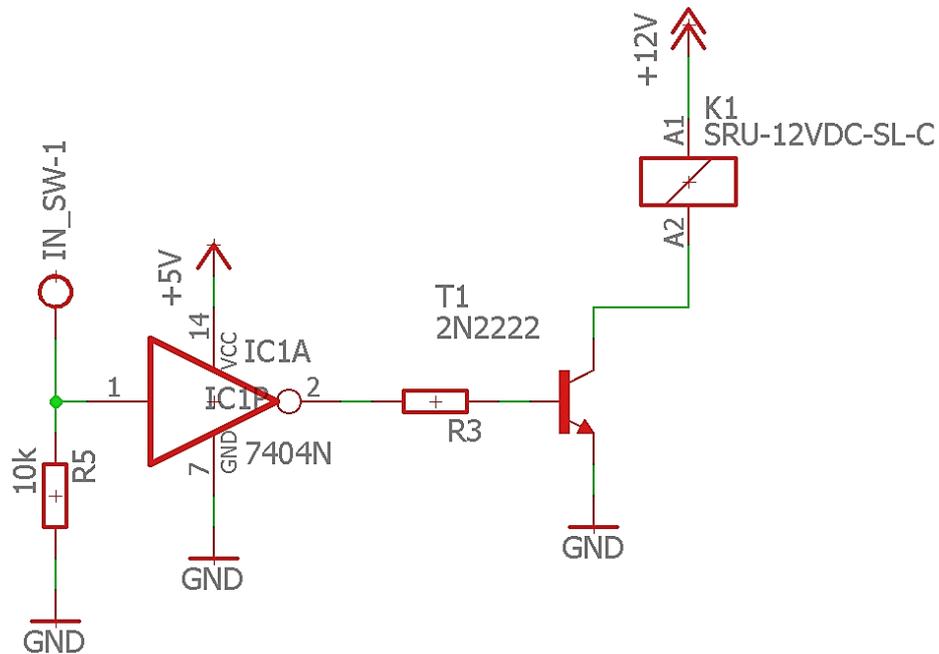
- Impedancia de bobina: 320 Ohm
- Corriente bobina: 37.5 mA

Para usar el transistor como interruptor vamos a usar las zonas de corte y saturación del transistor, por lo que no tenemos que realizar cálculos en la región activa.

De esta forma, el cálculo se simplifica y se reduce a calcular la resistencia de base R_B , necesaria para que en el punto de trabajo deseado el transistor conmute entre corte y saturación.

Para lo cual se diseñó el circuito de la Figura 65 donde una vez conocido los parámetros de los dispositivos asumimos y que la resistencia de la bobina del relé SRU-12VDC-SL-C es 320 Ohm. Y su consumo de corriente de la bobina es 37.5 mA.

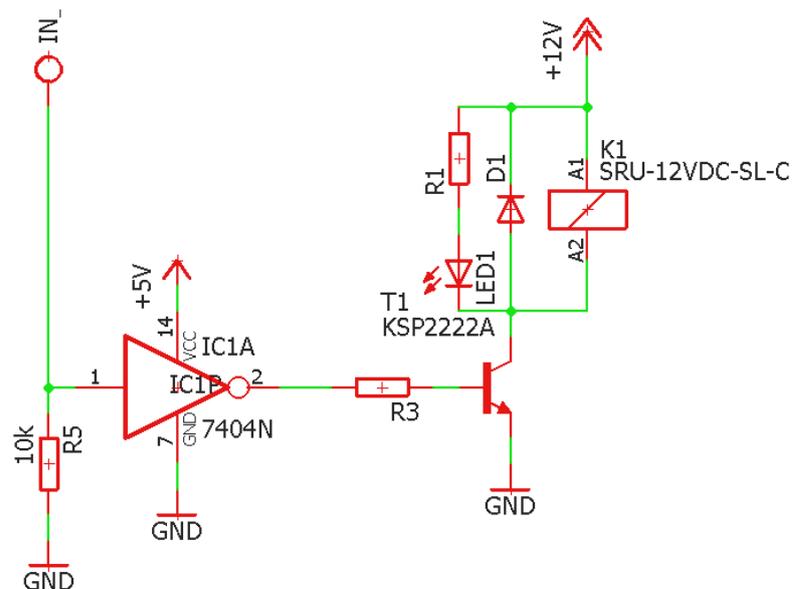
Figura 65. Transistor KSP2222A en modo interruptor



Fuente: Elaboración propia

A este diseño le agregaremos un diodo fly back y una resistencia para un indicador led, el cual nos ayudará a visualizar cuando el relé entre en funcionamiento, obteniendo el circuito de la Figura 66.

Figura 66. Transistor KSP2222A en modo interruptor con diodo flyback



Fuente: Elaboración propia

El diodo en paralelo con la bobina del relé cumple la función de absorber las tensiones que se generan en todos los circuitos inductivos, se seleccionó a 1N4001 ya que su corriente de operación está por encima de la corriente consumida por la bobina. A continuación, se realizaron los cálculos correspondientes para el circuito.

Donde:

$$V_{CC} = 12 \text{ v}$$

$$H_{fe} = 100 - 300 \text{ (usamos el valor mínimo)}$$

$$I_C = ?, I_B = ?, R_B = R_3 = ?, R_1 = ?$$

Cálculo I_C

Donde I_C es igual a:

$$V_B = I_C \times R_B \text{ Despejando } I_C \text{ es igual a } I_C = V_B / R_B$$

$$V_B = \text{Voltaje en la bobina} = 12 \text{ v}$$

$$R_B = \text{Resistencia en la bobina} = 320 \text{ Ohm}$$

$$I_C = 12\text{v} / 320 \text{ ohm} = 37.5 \text{ mA}$$

Cálculo I_B

Donde I_C es igual a:

$$I_C = H_{fe} \cdot I_B \text{ Despejando } I_B \text{ es igual } I_B = I_C / H_{fe}$$

$$I_B = 0.0375 \text{ A} / 100$$

$$I_B = 0.000375 \text{ A} = 0.375 \text{ mA}$$

Cálculo R_B

Donde R_B es igual a

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B}$$

$$I_B$$

$$R_B = \frac{(5\text{v} - 0.7)}{0.375 \text{ mA}}$$

$$0.375 \text{ mA}$$

$$R_B = \frac{4.3 \text{ V}}{0.375 \text{ mA}}$$

$$0.375 \text{ mA}$$

$$R_B = 11466.6 \text{ Ohm.} = 11.5 \text{ Kohm.} \approx 12 \text{ KOhm}$$

Cálculo R1

Por consumo de diodo led de 3mm

Voltaje promedio: 2V promedio

Corriente consumo diodo led (media baja): 5.5mA

$V_{led} = 2 \text{ v.}$ Por consumo del diodo led asumimos que la caída de tensión en la R1 es 10v restantes de los 12 v

$$I_{led} = 5.5 \text{ mA}$$

Por lo tanto: $I_{led} = I_{R1}$, finalmente

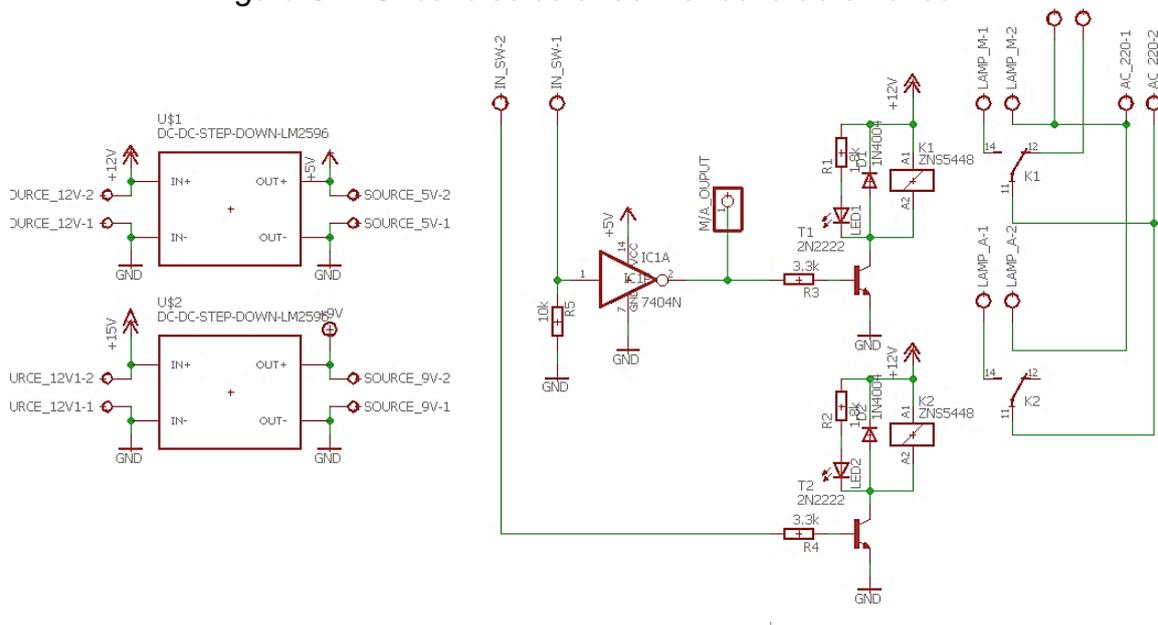
$$R1 = V_1 / I_{R1}$$

$$R1 = 10 \text{ v} / 0.005 \text{ A}$$

$$R1 = 2000 \text{ Ohm.} \approx 1.8 \text{ KOhm}$$

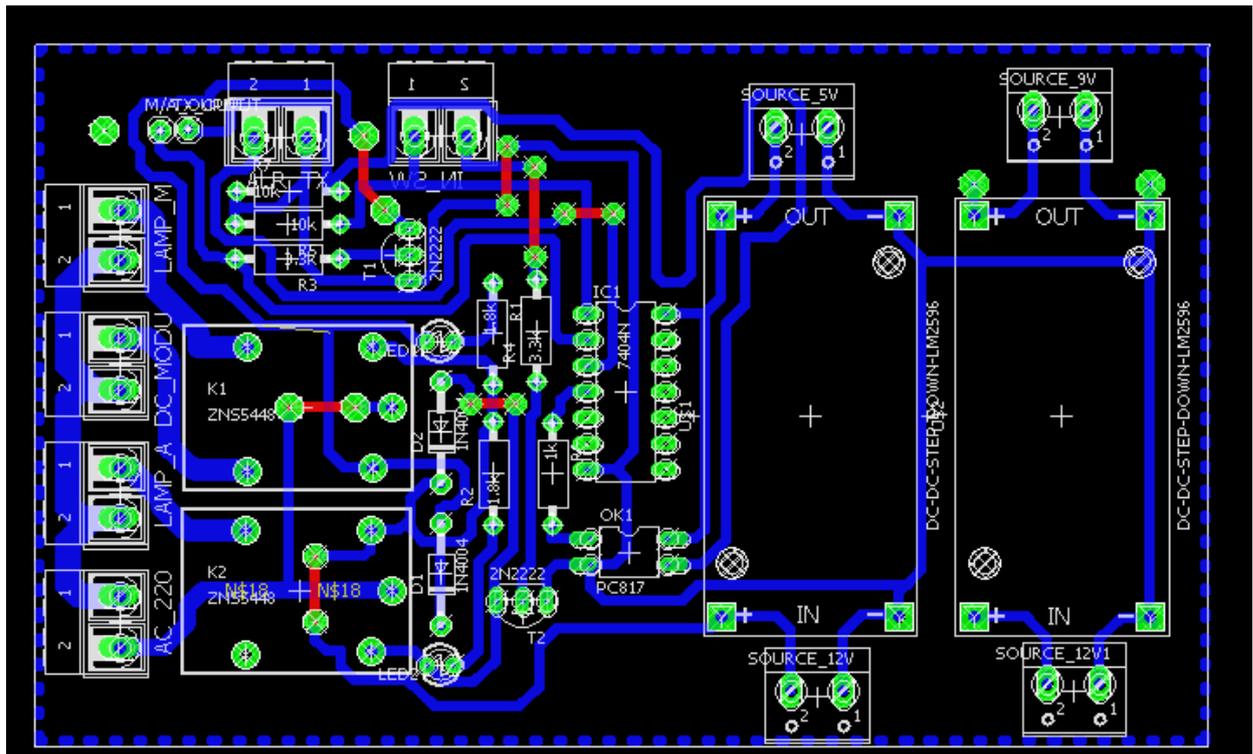
Finalmente, obtenidos los valores, se clonó el circuito para que funcione con dos indicadores; es decir, cada relé controlará el encendido de una lámpara para manual y automático, con la diferencia que T1 tendrá en la entrada de base un inversor el cual invertirá la señal proveniente del selector doble y así poder alternar el encendido de los dos relés.

Figura 67. Circuito selector de manual a automático



Fuente: Elaboración propia

Figura 68. PCB selector de manual a automático



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Figura 69, se encuentra el circuito correspondiente a las fuentes de alimentación, el selector de operación y la alarma GSM.

Selector M/A (1): Controla el encendido de una lámpara piloto, simultáneamente, corta la energía eléctrica a los módulos ethernet para que no se pueda acceder remotamente cuando esté en modo manual. Además, brinda una señal en el punto JP3 (Ver figura 69) para accionar la alarma GSM cuando el sistema cambie a manual.

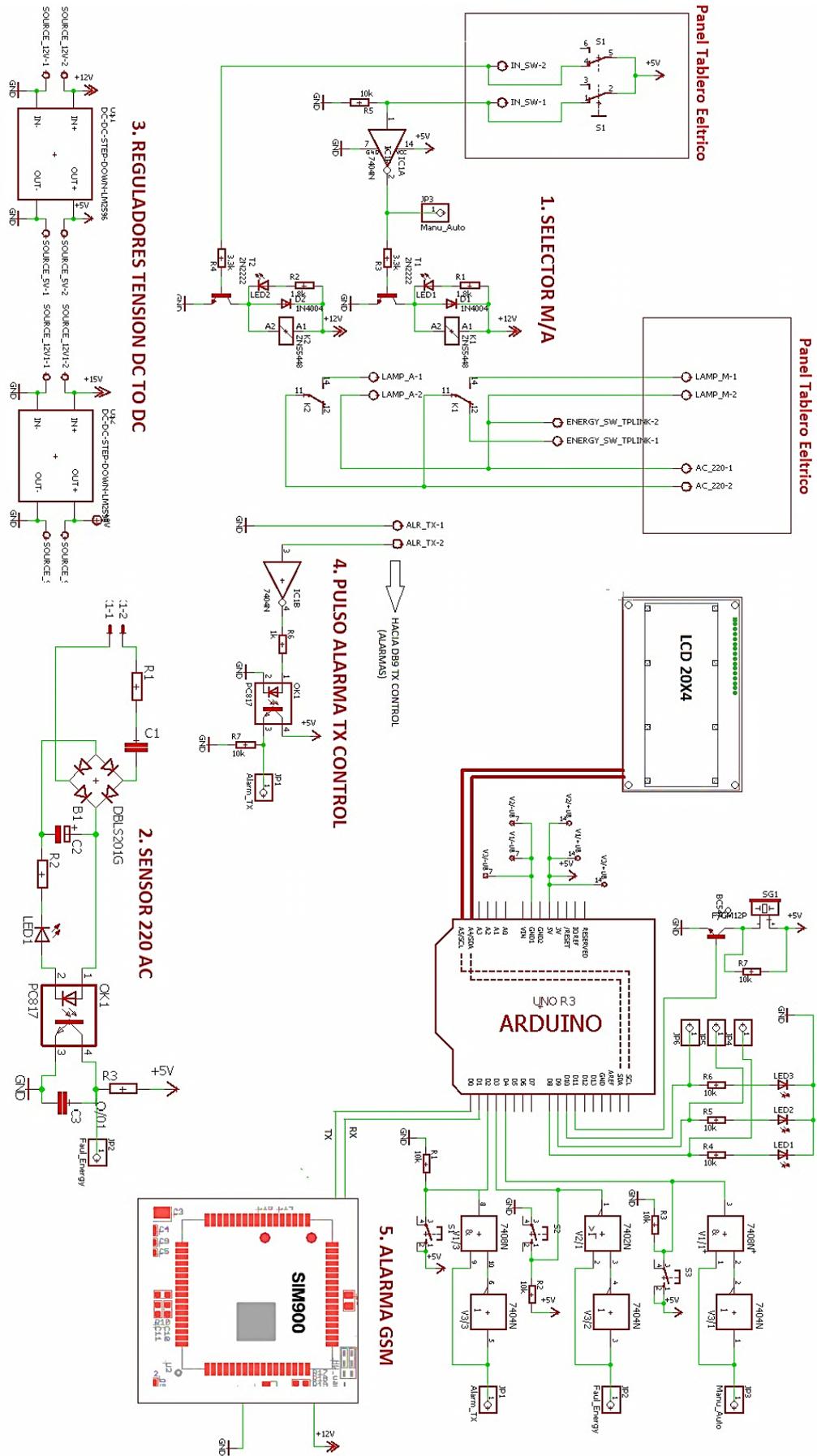
Sensor de tensión 220 ac (2): Se desarrolló un circuito capaz de sensar directamente la tensión alterna de una línea monofásica de 220 voltios alternos, el mismo que por seguridad ha sido aislado por optoacoplador de gran rango, utilizando como principio el detector de cruce por cero con puente de diodos, este circuito entrega por JP2 (Ver figura 69) un cero lógico hacia la alarma GSM cuando la energía eléctrica sufre un corte inesperado del suministro principal.

Reguladores de tensión DC a DC (3): Los módulos step down LM2596 son convertidores de corriente directa y reguladores de tensión, los cuales permiten bajar la tensión de las fuentes principales de 12 voltios a 9 voltios para el uso de los controladores arduino, tarjeta ethernet y módulo de relay de estado sólido. Estos dos módulos se montaron en el PCB de selector manual a automático.

Alarma TX Control (4): Invierte la señal lógica de 1 a 0 proveniente del conector DB26 del Tx Control, para que una vez invertida y aislada por optoacoplador como medida de protección para el Tx Control, y que a través del punto JP1 pueda entregar el mismo valor a la alarma GSM (Ver figura 69) el cual posee una entrada con detector de flanco de bajada.

Alarma GSM (5): Posee tres entradas con detectores de flanco de bajada, los mismos que son activados cuando alguna de las condiciones de funcionamiento sufre un cambio, inmediatamente, realiza una llamada telefónica de aviso y envía un mensaje de texto a través del módulo SIM900; además, posee un display de 20x4 con conexión I2C, el cual presenta en pantalla el tipo de alarma que se ha registrado, finalmente posee un buzzer como indicador auditivo de cuando se activa una de las tres alarmas programadas e indicadores luminosos para cada una de las alarmas activadas.

Figura 69. Esquema general del sistema



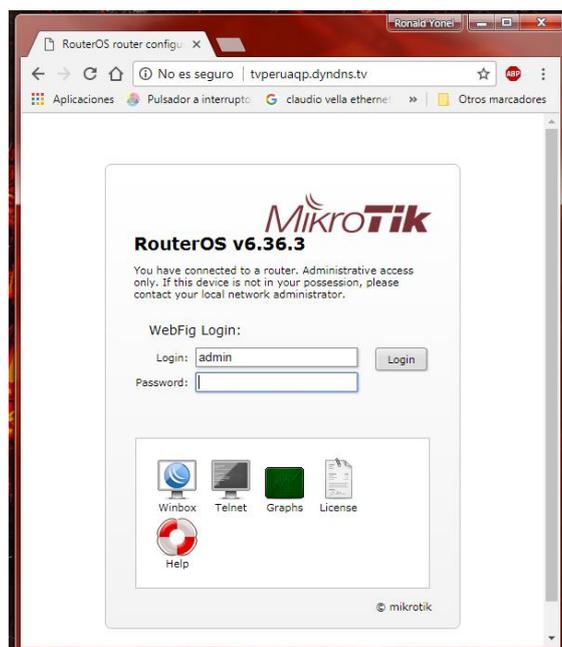
Fuente: Elaboración propia

4.5 Configuración de protocolo TCP / IP

4.5.1 Protocolos TCP / IP

Para la configuración de la conexión entre la estación base de transmisión (Planta Tv Perú Arequipa) y el exterior se ha realizado una configuración de un red VPN básica con un Mikrotik RB 750. El cual es un router comercial de 5 puertos.

Figura 70. Portal de acceso a mikrotik RB750



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12.

Lista de puertos y direcciones IP de equipos

EQUIPO	Dirección URL	Puerto Local / VPN	IP LOCAL
Router MikroTIK	http://tvperuaqp.dyndns.tv/	http 80 / 80	192.168.1.1
TX Control	http://tvperuaqp.dyndns.tv:6060	http 80 / 6060	192.168.1.200
Decoder SD HD	http://tvperuaqp.dyndns.tv:6061	http 80 / 6061	192.168.1.201
Control Actuadores	http://tvperuaqp.dyndns.tv:6062	http 80 / 6062	192.168.1.202

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 12, se muestra las direcciones configuradas para cada equipo en el Transmisor Digital y la configuración de puertos dentro de la LAN Local.

A. Configuración de router mikrotik RB 750

- Como primer paso, se realizó una verificación de la conexión a internet en el local de la Filial Arequipa; obteniendo resultados de una conexión domiciliaria de 2 Mbps, los cuales tienden a sufrir variaciones en el transcurso del día, esto posiblemente afecte la transferencia de datos. Así mismo, se verificó y constató que el servicio brindado es a través del operador Movistar línea ADSL.
- Configurar el modem router de Movistar en modo bridge.
Dicha configuración permitirá liberar de forma general la conexión de la red local hacia el exterior, ya que al no hacer NAT únicamente modula la señal de internet para poder usarla a partir de ahí.

Figura 71. Cambio de modem router a modo bridge

The image shows a configuration window for an ATM Virtual Circuit (VC) in Mikrotik WinBox. The window is divided into several sections:

- ATM VC:** Contains a dropdown for 'Virtual Circuit' set to 'PVC0' and a 'PVCs Summary' button.
- Status:** Radio buttons for 'Activated' (selected) and 'Deactivated'.
- VPI:** Input field set to '8' with a range of 0-255.
- VCI:** Input field set to '60' with a range of 1-65535.
- QoS:** A section containing:
 - ATM QoS:** A dropdown menu set to 'UBR'.
 - PCR:** Input field set to '0' with units 'cells/second'.
 - SCR:** Input field set to '0' with units 'cells/second'.
 - MBS:** Input field set to '0' with units 'cells'.
- Encapsulation:** A section containing:
 - ISP:** Radio buttons for 'Dynamic IP Address', 'Static IP Address', 'PPPoA/PPPoE', and 'Bridge Mode' (selected).
- Bridge Mode:** A section containing:
 - Encapsulation:** A dropdown menu set to '1483 Bridged IP LLC'.

Fuente: Elaboración propia

En modo bridge, no hay que gestionar (abrir puertos) porque todo "pasa" sin restricciones. Por ese motivo se recomienda siempre

que cuando el router está en este modo de operación se ejecute un firewall en el Mikrotik.

- Seguidamente, configuraremos nuestro equipo Mikrotik RB 750 como router principal, a fin de asignarle las IP y puertos de entrada y salida como se muestra en la tabla 12.
- A continuación, registraremos nuestro router Mikrotik RB750 con usuario y contraseña de DynDNS para poder acceder a nuestra Dirección IP pública; es decir, que cuando accedamos a nuestro router a través de su IP pública, este a través de direccionamiento NAT nos direccionará hacia los equipos con puerto 80.

Figura 72. Asignación de reglas NAT para mikrotik

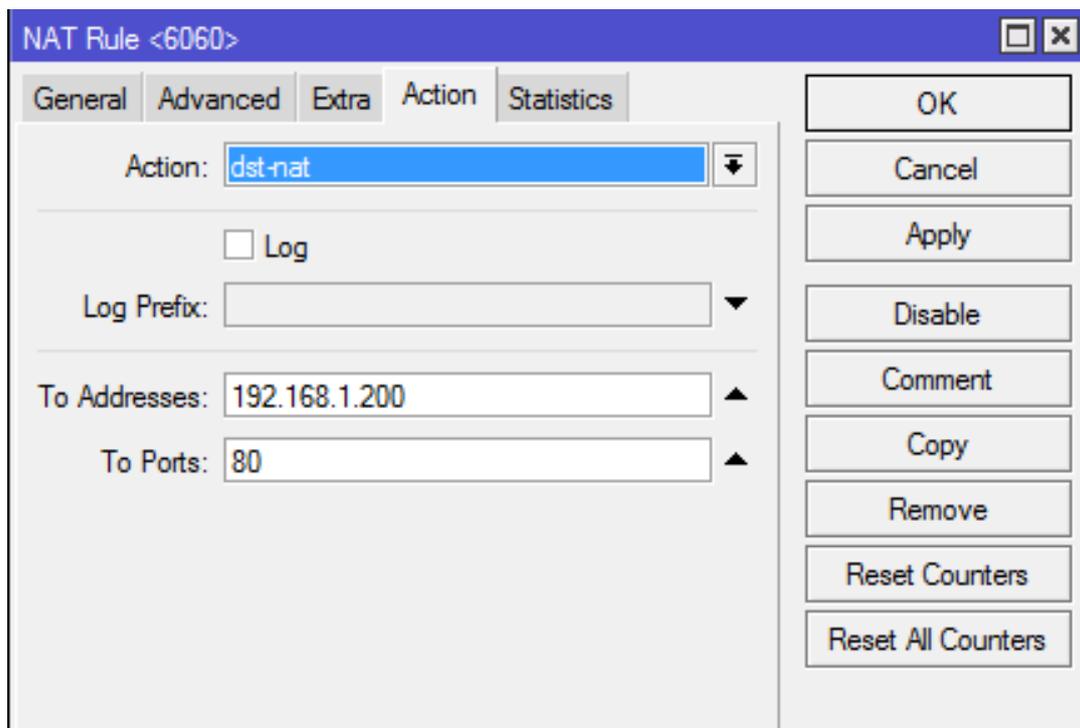
The screenshot shows the Mikrotik WinBox Firewall configuration window. The 'NAT' tab is selected. The table below displays the configured NAT rules:

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto...	Src. Port	Dst. Port	In. Inter...	Out. Int...	Bytes	Packets	
0	masquer...	srcnat								Conexi...	13.5 MiB	123 448
1	dst-nat	dstnat			6 (tcp)		6060	VPN		26.1 KiB	447	
2	dst-nat	dstnat			6 (tcp)		6061	VPN		4500 B	75	
3	dst-nat	dstnat			6 (tcp)		6062	VPN		50.0 KiB	854	
4	dst-nat	dstnat			6 (tcp)		6063	VPN		0 B	0	
5	accept	srcnat								2677.3 KiB	21 187	

Fuente: Elaboración propia

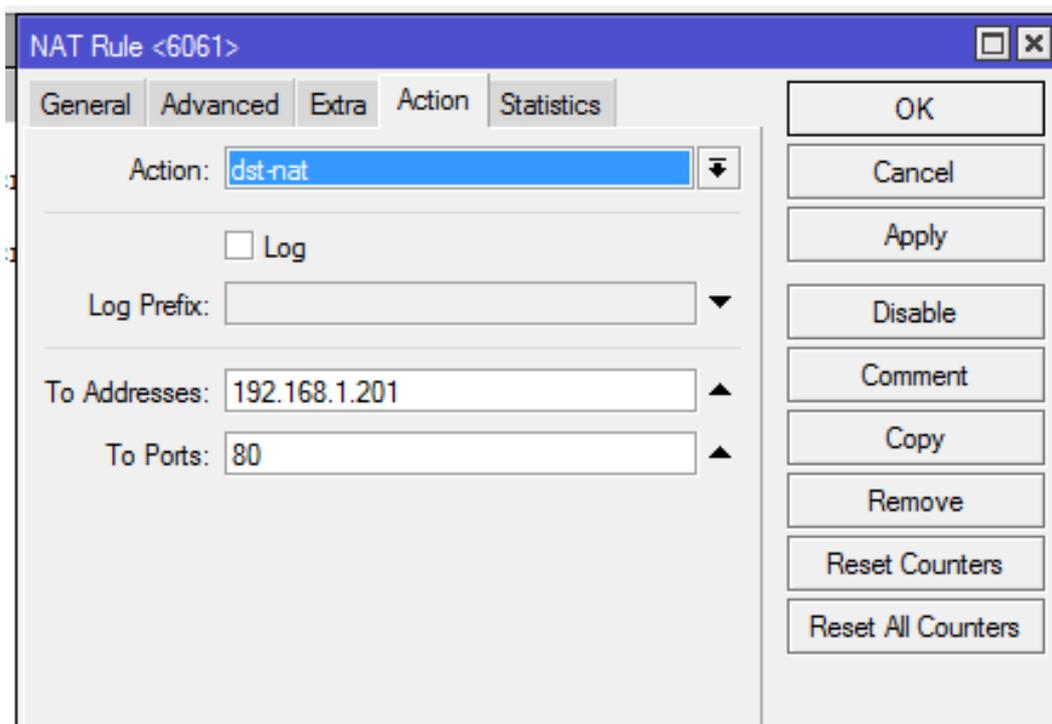
- Seguidamente, asignamos las IP's en el apartado NAT de nuestro mikrotik RB750 a cada equipo según nuestra configuración.

Figura 73. Asignación de IP en TX control



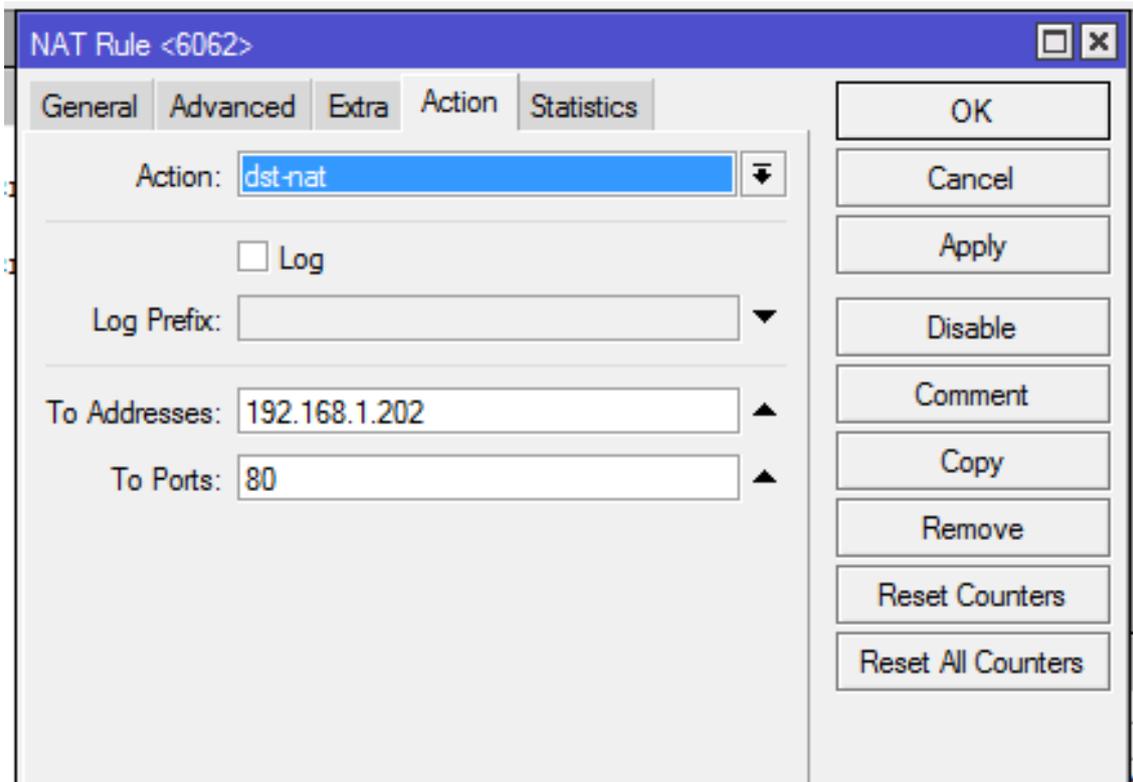
Fuente: Elaboración propia

Figura 74. Asignación de IP en decoder



Fuente: Elaboración propia

Figura 75. Asignación de IP en módulo ethernet



Fuente: Elaboración propia

- Una vez culminado toda la configuración y ya con las URL para nuestros equipos ya podemos utilizarlas para crear los accesos para nuestra App de android.

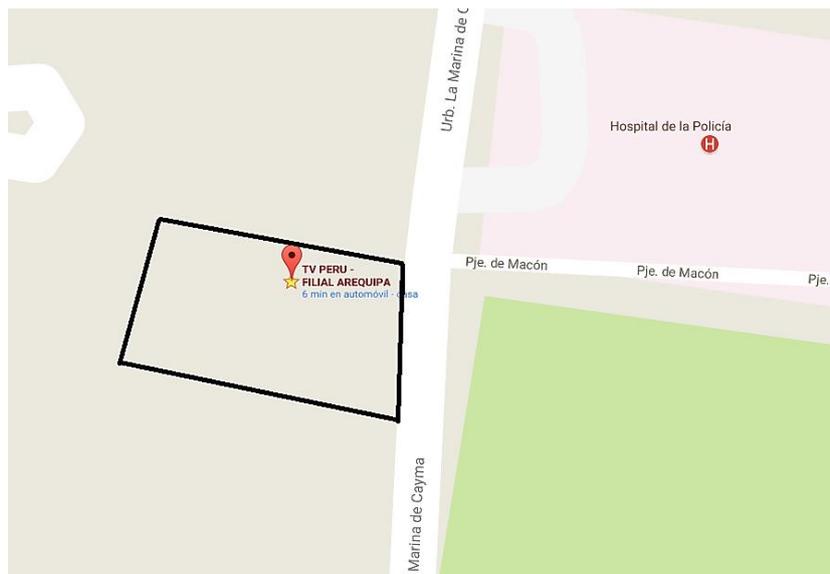
4.6 Implementación en la estación digital de Arequipa

En la implementación, se tomaron decisiones de diseño por conservar la funcionalidad dentro de los parámetros de la planta Transmisora y por tener gran presencia de RF, la cual en algunas ocasiones es probable que genere interferencia en las comunicaciones.

4.6.1 Localización del tablero electrónico en la filial Arequipa

Para la localización se tomaron en cuenta algunos requerimientos según la ubicación de los dispositivos

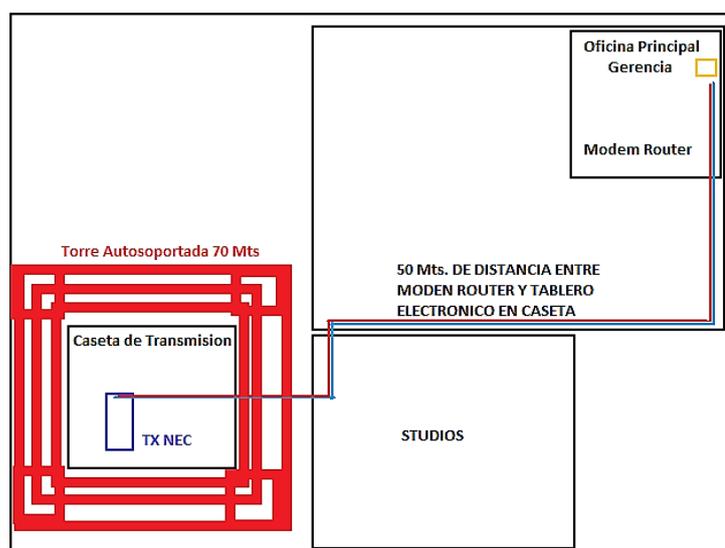
Figura 76. Ubicación geográfica filial Arequipa TV PERU



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Figura 76, la Filial Arequipa se encuentra dentro de una zona urbana con una torre autoportada de 70 metros, ahí mismo se ubica la caseta de transmisores de RF, patrón que se tomó muy en cuenta para el diseño de una pequeña red segura para prever las posibles incidencias de interferencias por la RF.

Figura 77. Plano de localización de puntos de acceso y transmisor NEC



Fuente: Elaboración propia

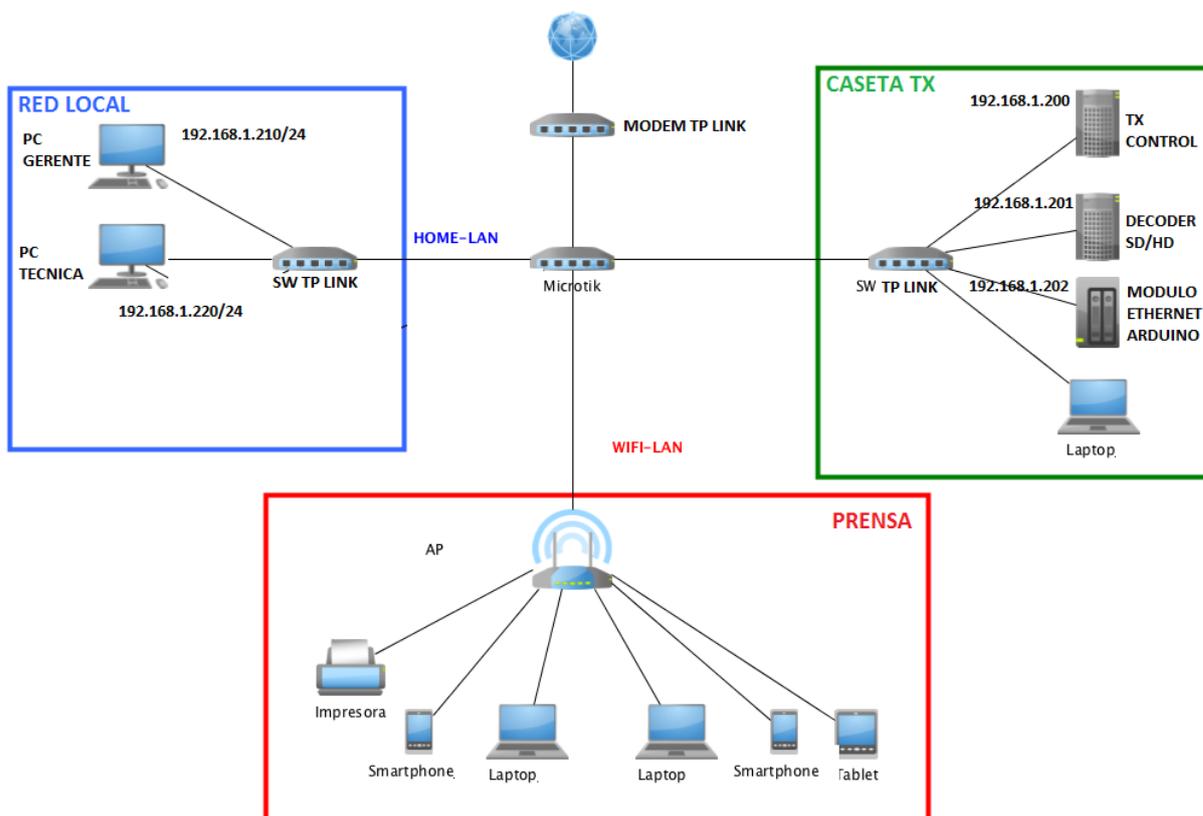
En la figura 77, Podemos observar que el punto de acceso a internet se encuentra dentro de la oficina de Gerencia, ahí mismo se realizó la

instalación del router Mikrotik RB 750, ya que el modem del operador Movistar se encontraba en ese lugar.

Además, se utilizó el cable Dixon 9066 cat6 STP de doble apantallado para el tramo de 50 metros de cuatro conductores calibre 23 AWG separados por una cruceta interior, todo esto para evitar la interferencia de RF, en el recorrido desde el modem y la caseta de trasmisión.

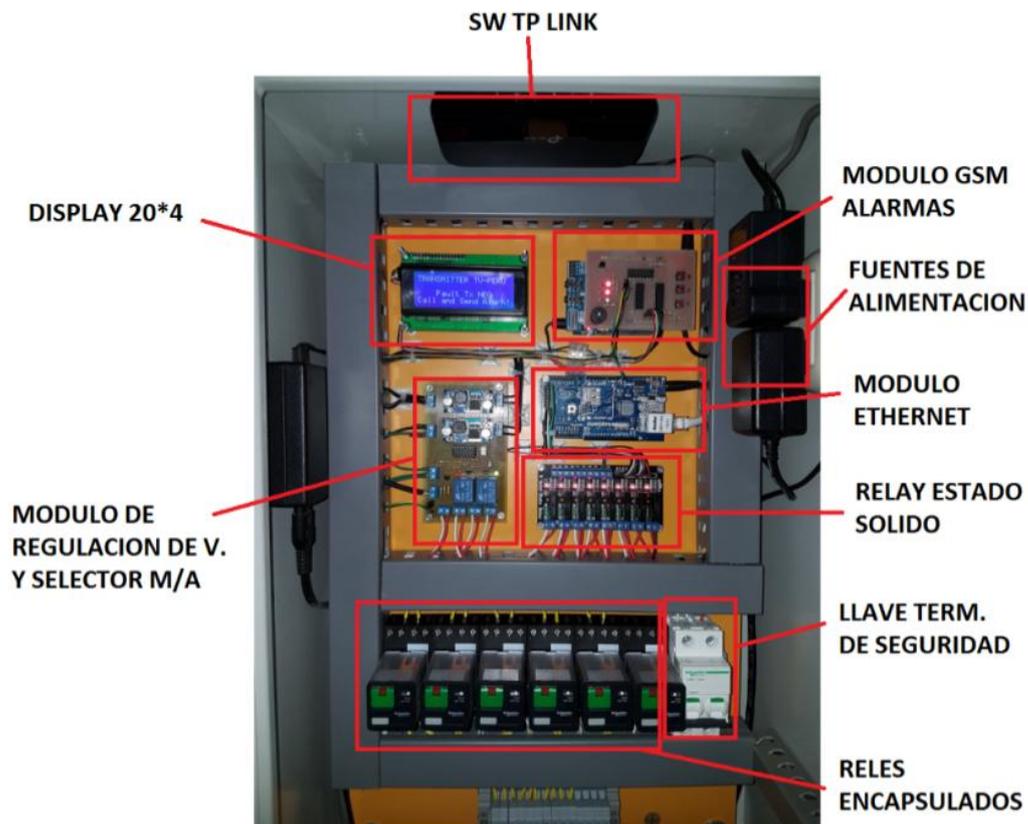
En la caseta de trasmisión, también se utilizó cable STP Cat6 de un nivel más alto ya que la concentración de RF es mucho mayor.

Figura 78. Plano de red montada con mikrotik



Fuente: Elaboración propia

Figura 79. Tablero electrónico de control y monitoreo



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Figura 78, se realizó una modificación general al direccionamiento IP de equipos en toda la red local; así mismo, se realizó la instalación del tablero electrónico de monitoreo y control, donde se ubicaron los módulos y circuitos que se diseñaron para el monitoreo.

CAPÍTULO V

APORTACION, COSTOS Y PRESUPUESTO

5.1 Aportación

En la implementación del sistema en la Filial Arequipa, se ha constatado que aporta cubriendo necesidades requeridas por la institución. Primero, resaltar la necesidad de la contratación de dos técnicos para cubrir las 16 horas restantes laborables en las cuales el equipo de transmisión Digital queda en absoluto abandono operativo. Segundo, el sistema instalado ya es considerado una herramienta muy útil para realizar el trabajo de forma rápida y oportuna para el operador a cargo, ya que a la fecha ya se ha usado para realizar verificaciones de fallas menores en el equipo.

5.1.1 Aportación técnica

En cuanto a la aportación técnica, el sistema está considerada como una herramienta muy poderosa y útil para el operador de turno, siendo este último beneficiado en cuanto a su horario laboral, teniendo en cuenta que en anteriores oportunidades tuvo que acercarse a atender emergencias de funcionamiento fuera del horario laboral, e incluso en horas de la madrugada en fin de restablecer la señal digital EWBS y como quiera que fuera dichas horas no son reconocidas económicamente por tratarse de hechos fortuitos a la fecha el tiempo y manejo de personal técnico a cargo es más estable.

5.1.2 Aportación institucional

En la aportación institucional que se ha generado para el IRTP, está proyectada directamente hacia el manejo de personal técnico; es decir, la necesidad de tener tres persona laborando en horarios de ocho horas rotatorias ya no es prioritaria.

Además, mencionar que el aporte hacia la instrucción indirectamente está generando un ahorro del pago de dos técnicos de turno. A partir de este punto, realizaremos una estimación del gasto que se ha ahorrado en la contratación de dos técnicos para las dieciséis horas restantes.

Tabla 13.

Gastos ahorrados estimados en sueldo por parte del IRTP

Personal	Sueldo Fijo Mensual	Gratificación Julio	Gratificación Diciembre	Costo de implementación (ropa Laboral/anual)	Costo Total ANUAL
Técnico 01	2200.00	300.00	300.00	200.00	S/. 27.200
Técnico 02	2200.00	300.00	300.00	200.00	S/. 27.200
TOTAL					S/. 54.400

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en la Tabla 13, el costo total anual estimado de ahorro por parte del IRTP en la contratación de dos técnicos de turno faltantes asciende a una suma total de S/.54 400.00 nuevos soles en el periodo de un año, siendo este último una suma considerable la cual puede ser direccionada para otro tipo de implementación o necesidad que la filial Arequipa requiera en sus instalaciones.

5.2 Costos y presupuestos

5.2.1 Costos

En la realización de costos, se ha tomado en cuenta los gastos de mano de obra como gasto aproximado si el proyecto hubiera sido realizado por un profesional titulado y en acompañamiento de un técnico para la realización de circuitos y ensamblaje; por otra parte, el costo de los materiales ha sido una redacción verídica el cual ha sido asumido por el suscrito en la implementación del trabajo de tesis.

A. Costo de mano de obra

Para calcular el coste de la mano de obra, basta con aplicar el número de días trabajado por cada persona por el salario respectivo; todo esto está estimado ya que la realización total fue hecha por el suscrito Ronald Quico.

Tabla 14.

Costos estimados de mano de obra

	Días	Salario(S)/día	Total (S/)
Ingeniero Superior	30	S/.90.00	S/ 2.700.00
TECNICO	20	S/.60.00	S/ 1.200.00
TOTAL COSTE DE MANO DE OBRA			S/. 3.900.00

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 14, el costo estimado de la mano de obra asciende a un total de S/. 3 900.00 nuevos soles los cuales habrían sido requeridos si el trabajo hubiera sido realizado por personal ajeno a la institución; teniendo en cuenta que la estimación del precio fue por jornada laboral diaria, este monto habría sido fácilmente superado si se hubiera encargado el trabajo como un contrato de servicios.

B. Costo total de materiales

Para la ejecución de este proyecto, se ha empleado un ordenador personal tipo PC y una impresora Láser HP, para la elaboración de toda la documentación necesaria. También se incluyen los gastos de material fungible y de oficina.

Los costos referentes a los materiales utilizados se reflejan en la Tabla 14. La cual arroja un costo total de S/. 2 060.00 nuevos soles los cuales han sido afrontados por el suscrito en el desarrollo de proyecto de grado y con fines de automatizar el monitoreo de la estación digital TV PERU.

Tabla 15.

Costos verídicos realizados en adquisición de materiales para implementación

	Precio (S/) Unitario	Cantidad	Total (S/)
1 ordenador personal para diseño	-	-	-
Módulo Arduino Uno	50.00	01	50.00
Módulo Arduino Mega	70.00	01	70.00
Módulo SIM900	160.00	01	160.00
Módulo Ethernet	80.00	01	80.00
Módulo conversor DC DC	15.00	02	30.00
Módulo <u>Rele</u> estado Solido	75.00	01	75.00
<u>Rele</u> Encapsulados	85.00	06	510.00
SW TP LINK	55.00	01	55.00
Fuentes de Energía 12v 2 <u>Amp</u>	35.00	03	105.00
Tablero Metálico Hermético	280.00	01	280.00
Router MIKROTIK	150.00	01	150.00
Dyn DNS / 1 año	120.00	01	120.00
Cable Vulcanizado N°14	2.50	50 mts.	125.00
Cable STP CAT 6	2.00	50 mts.	100.00
Materiales Electrónicos para PCB Fabricados	150.00	01	150.00
Material fungible y de oficina	50.00	01	50.00
			S/.2060.00

Fuente: Elaboración propia

Entonces, tenemos que el presupuesto de ejecución material se basa en el cálculo sumatorio de los costes de la mano de obra y los costes de los materiales tenemos.

Tabla 16.

Presupuesto de ejecución material

CONCEPTO	IMPORTE (S/.)
COSTE TOTAL DE MATERIALES	2060.00
COSTE TOTAL DE MANO DE OBRA	3.900.00
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	S/ 5.9060.00

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo, se presenta el análisis del proyecto teniendo en cuenta sus factores técnico y operativo.

6.1 Modelado del sistema implementado

6.1.2 Control de lazo cerrado

Son también llamados sistemas de control realimentados. Son aquellos sistemas que tienen una relación de la salida con la entrada de referencia del sistema; estos elementos son comparados porque el resultado de la diferencia de estos hacen efecto en la acción de control.

Esta diferencia entre la señal de entrada y la señal de retroalimentación será la señal de error de actuación, la cual alimenta al controlador. El objetivo principal del sistema de control por lazo cerrado será, por lo tanto, reducir el error del sistema y a la vez obtener el valor deseado en la salida del sistema.

Figura 80. Diagrama de bloques de un sistema de control en lazo cerrado.



Fuente: Valdivia M. Carlos (2012). Sistemas de control continuo y discreto. Primera Edición. Editorial Paraninfo. Madrid, España. p, 14.

Donde las variables de entrada de nuestro sistema de control son:

- Video digital
- Audio digital
- Señal Sincronismo GPS
- Frecuencia de funcionamiento

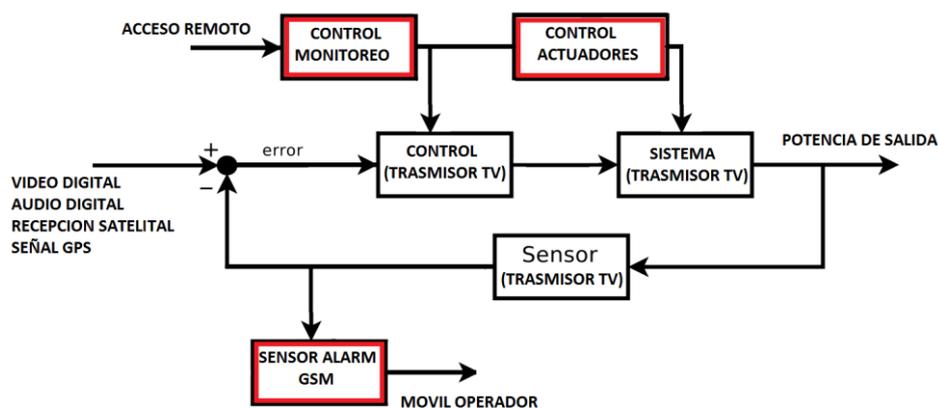
Recepción satelital

Y donde la variable de control más resaltante de salida es

- Potencia de salida

Para un mejor entendimiento, se desarrolló un diagrama de bloques donde se aprecia dónde está ubicado nuestro sistema implementado dentro del sistema general de transmisor de televisión digital.

Figura 81. Diagrama de bloques del control lazo cerrado del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Nota: los bloques marcados de color rojo corresponden a las etapas desarrolladas, las cuales se implementaron dentro del funcionamiento general del transmisor digital

6.2 Análisis del sistema

A continuación se presentan los resultados de los análisis al término de la implementación, así como las observaciones registradas en el seguimiento diario y continuo que hasta la fecha se vienen realizando.

6.2.1 Análisis técnico del sistema

En el análisis técnico, se realizaron pruebas de conexión y latencia para el módulo GSM y el módulo ethernet.

A. Prueba de conexión del módulo GSM

Se realizaron pruebas de conexión al módulo GSM ya que como parte del sistema su función es dar aviso de las alertas generadas a través de la red celular

El módulo SIM900 GSM/GPRS nos permite trabajar en tres niveles de conexión, los cuales detallamos a continuación:

Tabla 17.

Tiempo de conexión del módulo GSM

TIPO DE RED	Tiempo de reinicio	de	Tiempo de envío SMS	Tiempo de realizar llamada
Red GPRS (lento)	10 segundos		5 segundos	10 segundos
Red 2G (estable)	10 segundos		10 segundos	15 segundos
Red 3G (inestable)	3 segundos		5 segundos	3 segundos

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 17, según el tipo de red de operación los envíos de SMS y llamada telefónica generan tiempos de espera. El tiempo de reinicio se define como el tiempo en el que el módulo GSM estaría nuevamente listo después de haber realizado una

notificación. El tiempo de envío SMS es el tiempo que el módulo GSM realiza un envío de un mensaje de texto a partir de la activación de una alarma. El tiempo de realizar una llamada es el tiempo que el módulo GSM tiende a esperar para que realice una llamada telefónica a partir de la activación de una alarma.

Donde el tiempo de respuesta óptimo sería la red 3G, siendo esta la más adecuada, pero por motivos de interferencia e inestabilidad no se escogió como la red de operación; por el contrario, la red 2G, a pesar de presentar un tiempo de respuesta no tan amplio, su funcionamiento es mucho más estable, siendo así la red que actualmente el sistema viene operando.

B. Prueba de latencia del módulo ethernet

Las pruebas de latencia se realizaron al módulo ethernet W5100, ya que al poseer una conexión TCP/IP, nos permite obtener tiempos de latencia en la red.

Tabla 18.

Tiempo de latencia del módulo ethernet W5100

Tipo de conexión	Tiempo de acceso	Tiempo de respuesta
Wifi local	1 segundo	2 segundos
Wifi Domestica	3 - 5 Segundos	3 – 5 segundos
Red 4G	5 - 12 segundos	5 – 12 segundos
Red 3G	10 – 20 segundos	12 – 25 segundos

Fuente: Elaboración propia

Donde el tiempo de acceso, es el tiempo que transcurre en acceder a la dirección web de los equipos y al enviar datos de configuración; todo esto a través de la aplicación de android desarrollada.

Además, el tiempo de respuesta es el tiempo que transcurre para que el módulo ethernet retorne una respuesta hacia el operador.

En la elección de la red de monitoreo y control, el uso de la red recomendada es a criterio del operador o según su ubicación geográfica.

6.3 Análisis de funcionalidad

Luego de obtener resultados favorables durante un periodo promedio, los controladores (hardware) empezaron a presentar problemas y averías por breves momentos los que han empezado a ser más notorios al transcurrir el tiempo

6.3.1 Respuesta de los controladores

Se presentaron errores de operación en ambos microcontroladores modulares

A. Arduino uno

A través del módulo SIM900, el microcontrolador arduino uno maneja los envíos de alerta de mensajes y llamadas al operador.

Error detectado: Activación manual del chip telefónico en caso de pérdida de energía.

Secuela: Envío de mensajes y llamadas estancados hasta el encendido manual.

B. Arduino mega

A través del módulo Ethernet W5100, el microcontrolador maneja el control de actuadores de los equipos.

Falla detectada: Sobrecalentamiento en el módulo Ethernet $\approx 50^{\circ}\text{C}$.

Secuela: Errores de ingreso a la interfaz web de los actuadores.

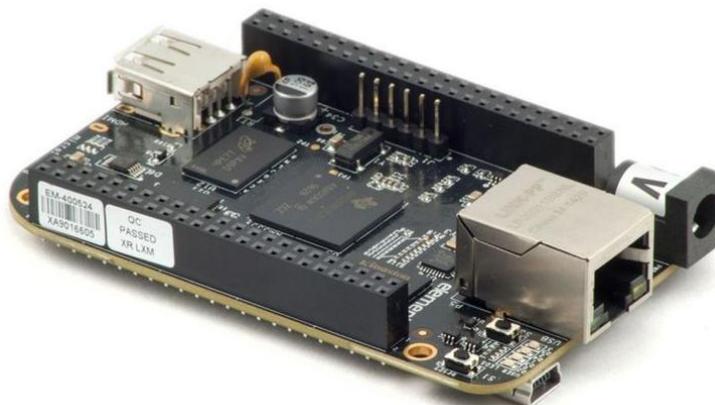
6.3.2 Controlador opcional

A. Miniordenador Beaglebone Black

Es una tarjeta de desarrollo de código abierto, robusto y completo que cuenta con un procesador de Texas Instrument con arquitectura ARM Cortex A8. Esta tarjeta presenta prestaciones aún mejores que la conocida Raspberry Pi en aspectos de capacidades de procesamiento, periféricos y GPIOs, sin embargo una de las más grandes desventajas que posee, es que solo cuenta con un puerto USB, el cual puede ser solucionado con un HUB activo, además, cuenta con puerto de comunicación ethernet, haciéndolo posible la conexión entre redes y operando como servidor o cliente, sin mencionar que tiene la capacidad de controlar pantallas táctiles sin problema.

Finalmente, resulta ser el controlador más óptimo para reemplazar los controladores arduino.

Figura 82. Miniordenador Beaglebone Black



Fuente: www.modmypi.com/image/cache/data/beagleproducts/beagleboneblack/DSC_0323-800x609.jpg

B. Inconveniente de implementación

Al resaltar el Beaglebone Black como microcontrolador óptimo para el desarrollo del sistema, se tomaron en cuenta las siguientes observaciones por lo cual se optó por los convencionales microcontroladores arduino.

- Tiempo de importación: El tiempo de importación en caso de reemplazo o sustitución por avería, alcanzan días muy prolongados, siendo esto muy importante en caso de emergencia para la empresa.
- Costo: El precio del microcontrolador en comparación con el arduino es de diez veces más, siendo este asumido por el suscrito.
- Grado de complejidad: El microcontrolador posee un grado más de complejidad a la programación, siendo este el Linux como su lenguaje oficial.

Es así que tomando en cuenta los puntos antes mencionados, se optó por los microcontroladores arduino por su gran cantidad en el mercado, costo bajísimo y su amigable lenguaje de programación para el sistema; haciendo esto que sea más sencilla su maniobra, en caso se presente algún inconveniente.

6.4 Matriz de consistencia

La matriz de consistencia es útil para realizar la verificación de la eficiencia, eficacia y precisión con que se ha desarrollado el proyecto de investigación; es decir, a través de este instrumento determinaremos si el proyecto está bien realizado o si requiere un reajuste antes de ejecutarlo o enfocarlo en otra utilidad.

CONCLUSIONES

Después del análisis y validación de los resultados obtenidos con el sistema implementado en la filial de TV PERU Arequipa, se detallan a continuación las conclusiones del presente trabajo de investigación:

PRIMERA: La implementación del sistema de monitoreo y control del transmisor digital en la estación de TV PERU Arequipa, ha permitido realizar remotamente la toma de decisiones precisas sobre los equipos, gracias a un dispositivo móvil con sistema android. Por otro lado, metodológicamente el sistema resulta lo suficientemente útil para cubrir la problemática del proyecto o ser enfocado para otro sistema de similares características.

SEGUNDA: Se determinó que el sistema de aviso por GSM ha sido positivamente efectiva. A partir de ahora, el operador está siempre informado a cerca de los cambios o repercusiones en cuanto a la transmisión de la señal digital y aún más importante, las alertas de EWBS.

TERCERA: La elección de poder comandar un control en tiempo real viene trayendo una serie de beneficios tanto institucionales como operativos, ya que a la fecha ya no se requiere que el personal técnico esté presente permanentemente en la Planta.

CUARTA: La elaboración de una línea de comunicación a través de protocolos TCP/IP ha permitido al sistema ser complemente funcional y útil, teniendo en cuenta que es de gran ayuda que el acceso esté disponible desde cualquier punto de conexión a internet sin importar la latencia de conexión.

QUINTA: A medida que se realizaron monitoreos constantes por periodos largos a través de la aplicación y un explorador web, se ha enfocado el uso del sistema en un dispositivo android, para lo cual se ha creado la aplicación llamada TVPE-CONTROL con respaldo de identificación de usuario y contraseña.

RECOMENDACIONES

- PRIMERA: Realizar una investigación general del sistema en cuanto a su factibilidad para la implementación en otras estaciones digitales de la institución, teniendo en cuenta que el sistema cubre las necesidades básicas del proyecto; no está lo suficientemente consumado para una posible comercialización.
- SEGUNDA: Desarrollar y añadir líneas de código para detectar los flancos de bajada por software, ya que las compuertas lógicas que realizan este trabajo en algunas oportunidades se disparan de manera autónoma; todo esto debido a la gran interferencia en la caseta producida por los equipos de radiofrecuencia.
- TERCERA: Migrar a otro tipo de compilador de código por inestabilidad en los microcontroladores, puesto que se ha identificado que el módulo arduino mega y el shield ethernet generan un sobrecalentamiento debido a la compilación de librerías en IDE, dando como resultado que el sistema de control de actuadores presente errores de procesamiento y latencia en su respuesta.
- CUARTA: Implementar un servidor PHP en la estación con el fin de convertir las URL estáticas en dinámicas; puesto que al interconectar los equipos a la red, las direcciones URL están expuestas a usuarios no autorizados desde cualquier navegador web, sin el registro ni la necesidad de usar la aplicación creada.
- QUINTA: Rediseñar la aplicación para android con otro software de mayor nivel, como Android Studio, ya que en App Inventor se han encontrado errores en cuanto a su vulnerabilidad en seguridad y procesamiento de datos. Este acontecimiento se fue descubriendo poco a poco cuando se realizaban las pruebas de monitoreo.

GLOSARIO

1. **AC:** Corriente Alterna.
2. **ASI:** Interfaz Serie Asíncrona.
3. **AVC:** Códec de Vídeo Avanzado.
4. **APP:** Aplicación.
5. **BTS:** Base Transceiver Station - Estación de Transceptor Base.
6. **COER:** Centro de Operaciones de Emergencia Regional.
7. **DC:** Corriente Directa.
8. **DNS:** Domain Name System - Sistema de Nombres de Dominio.
9. **DVB:** Digital Video Broadcasting.
10. **DVR:** Digital Video Recorder.
11. **EWBS:** Emergency Warning Broadcast System - Sistema de Radiodifusión de Alerta de Emergencia.
12. **FPB:** Filtro Pasa Banda.
13. **GNSS:** Sistema Global de Navegación por Satélite.
14. **GPS:** Sistema de Posicionamiento Global.
15. **GSM:** Sistema Global para las comunicaciones Móviles.
16. **IANA:** Autoridad de Números Asignados de Internet.
17. **IF:** Frecuencia Intermedia.
18. **IGP:** Instituto Geofísico del Perú.
19. **INDECI:** El Instituto Nacional de Defensa Civil.
20. **IP:** Internet Protocol.
21. **IRTP:** Instituto de Radio Nacional del Perú.
22. **ISDB-T:** Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial - Radiodifusión Digital Terrestre de Servicios Integrados.
23. **JICA:** Agencia de Cooperación Internacional del Japón.
24. **LDMOS:** Lateral Diffused Metal Oxide Semiconductors.
25. **M2M:** Machine To Machine - Máquina a Máquina.
26. **mA:** Miliamperio.
27. **MPEG:** Moving Picture Experts Group – Grupo experto de imágenes en movimiento.
28. **MER:** Modulation Error Rate - Tasa de Error de Modulación.
29. **NEC:** Nippon Electric Company - Compañía Multinacional.

- Japonesa.
30. **NPN:** Negativo Positivo Negativo.
31. **Ohm:** Ohmios
32. **PCB:** Placa de Circuito Impreso.
33. **PPS:** Servicio de Posicionamiento Preciso.
34. **QAM:** Modulación De Amplitud En Cuadratura.
35. **QPSK:** Quadrature Phase Shift Keying - Modulación por desplazamiento de fase en cuadratura.
36. **RF:** Radiofrecuencia.
37. **RL:** Resistencia de Carga
38. **SFN:** Redes de Frecuencia Única.
39. **SIM:** Subscriber Identity Module - módulo de identificación de abonado.
40. **SPI:** Interfaz periférica serie.
41. **STP:** Shielded twisted pair - par trenzado blindado.
42. **TCP/IP:** Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet.
43. **TCP/IP:** Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet.
44. **TDT:** Televisión Digital Terrestre.
45. **TTL:** Transistor - Transistor Logic.
46. **X1:** una unidad.
47. **X2:** dos unidades.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Jica.go.jp. (2017). Firma del Acuerdo de Donación para el "Proyecto para el Mejoramiento de Equipos para la Gestión de Riesgo de Desastres" | Perú | Countries & Regions | JICA. Recuperado de: <https://www.jica.go.jp/peru/espanol/office/topics/140225.html>.
2. Flores Espinoza, R. (2011). "SITUACION DE LA TDT EN EL PERU" | Perú | MTC. Recuperado de: <http://www.concortv.gob.pe/file/participacion/eventos/2011/09-huancayo-tdt/rfe.pdf>.
3. Au.nec.com. (2008). "DTL-10 Series Low/Medium-Power Digital TV Transmitter" | Mulgrave, Australia | NEC Australia. Recuperado de: http://au.nec.com/en_AU/media/docs/TV-Transmitters-DTL-10-Series.pdf.
4. Omc.co.jp. (2016) "Sesión: Implementación de la Televisión Digital Terrestre" | Perú | © NEC Corporation. Recuperado de: <http://www.omc.co.jp/ICTperu/espanol/pdf/22.pdf>
5. Hamud E. (2014). Seguridad en servidores DNS (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma del Estado de México. Zumpango, México.
6. Huayta, J. & Suaña, E. (2017) "Diseño e implementación de un sistema scada para el control de nivel de agua para uso doméstico mediante redes industriales" (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Del Altiplano Puno. Puno, Perú.
7. Sanclemente, O. (2016) "Casa Domótica con Arduino" (Tesis de Pregrado). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.
8. Torrente Artero, O. (2013). ARDUINO. "Curso Práctico De Formación. | Madrid | Rc Libros".

9. Fumero, A. & Romero, R. (2016). "Diseño y Construcción de un Dispositivo Electrónico de Alerta Remota para Situaciones de Emergencia Vial". (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México. DF México.

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de consistencia

TITULO: Sistema de monitoreo y control en tiempo real de equipos de transmisión digital ISDB-T de la estación de televisión de TV Perú Arequipa, a través de protocolo TCP/IP con APP android

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÒTESIS	VARIABLES Y SUBVARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General:</p> <p>¿De qué manera influye monitoreo y control en tiempo real de equipos de transmisión digital ISDB-T de la estación de televisión de TV PERU Arequipa, a través de protocolo TCP/IP con APP android?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Desarrollar un sistema de monitoreo y control en tiempo real, para el transmisor digital ISDB-T de la estación de TV Perú en Arequipa, a través de protocolo TCP/IP y enfocado hacia un dispositivo con sistema android.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>O₁. Diseñar un sistema capaz de monitorear equipos digitales para GSM.</p> <p>O₂. Diseñar un control en tiempo real del transmisor digital NEC y de relevadores de tensión, de la estación TDT de TV Perú Arequipa.</p> <p>O₃.- Elaborar a través del protocolo TCP/IP una línea de comunicación entre los equipos de la planta de transmisión e internet, mediante de puertos de comunicación y dyndns.</p> <p>O₄.- Enfocar el uso del sistema hacia equipos portátiles con sistema operativo android, mediante el diseño de una App., con control de acceso de usuario y contraseña.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La hipótesis de este trabajo afirma que la implementación del presente proyecto permitirá identificar y descartar fallas de funcionamiento, en base al acceso remoto por medio del protocolo TCP/IP, en cualquier hora y desde cualquier lugar donde se encuentre el operador, sin la necesidad de estar presente en la estación de Transmisión.</p>	<p>Variables de la Investigación.</p> <p>Variable Independiente:</p> <p>Monitoreo y control</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>Eficiencia del sistema</p>	<p>Para la Variable Independiente:</p> <p>a) Tiempo de detección de problemas</p> <p>b) Tiempo de solución de problemas</p> <p>Para la variable Dependiente</p> <p>c) Porcentaje de confiabilidad</p>	<p>Método y diseño de la Investigación:</p> <p>a) Método: Científico y tecnológico.</p> <p>b) Diseño: Investigación experimental</p> <p>Tipo y nivel de la Investigación:</p> <p>a) Tipo de la Investigación: Aplicativo Descriptivo</p> <p>b) Nivel de la investigación: El nivel empleado en el proyecto de investigación es de carácter experimental, ya que se ha planteado una solución alternativa a la problemática que presentaba el IRTP, es decir, a pesar que en la actualidad ya existen equipos que realicen estas funciones, el proyecto brinda una solución práctica.</p>

ANEXO 2. Dispositivos y componentes

Transistor NPN KSP2222A

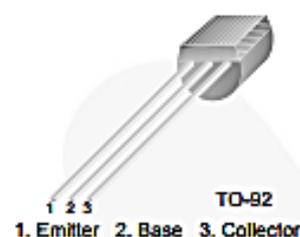


KSP2222A

NPN General-Purpose Amplifier

Features

- Collector-Emitter Voltage: $V_{CE0} = 40\text{ V}$
- Available as PN2222A



Ordering Information

Part Number	Marking	Package	Packing Method
KSP2222ABU	KSP2222	TO-92 3L	Bulk
KSP2222ATA	KSP2222	TO-92 3L	Ammo
KSP2222ATF	KSP2222	TO-92 3L	Tape and Reel

Absolute Maximum Ratings

Stresses exceeding the absolute maximum ratings may damage the device. The device may not function or be operable above the recommended operating conditions and stressing the parts to these levels is not recommended. In addition, extended exposure to stresses above the recommended operating conditions may affect device reliability. The absolute maximum ratings are stress ratings only. Values are at $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CB0}	Collector-Base Voltage	75	V
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage	40	V
V_{EB0}	Emitter-Base Voltage	6.0	V
I_C	Collector Current	600	mA
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

Transistor NPN KSP2222A

Thermal Characteristics⁽¹⁾

Values are at $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Value	Unit
P_D	Power Dissipation by $R_{\theta JA}$	625	mW
	Derate Above 25°C	5	mW/ $^\circ\text{C}$
$R_{\theta JC}$	Thermal Resistance, Junction-to-Case	83.3	$^\circ\text{C/W}$
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction-to-Ambient	200	$^\circ\text{C/W}$

Note:

1. PCB size: FR-4, 76 mm x 114 mm x 1.57 mm (3.0 inch x 4.5 inch x 0.062 inch) with minimum land pattern size.

Electrical Characteristics

Values are at $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Max.	Unit
BV_{CBO}	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = 10 \mu\text{A}, I_E = 0$	75		V
BV_{CEO}	Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C = 10 \text{ mA}, I_B = 0$	40		V
BV_{EBO}	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = 10 \mu\text{A}, I_C = 0$	6.0		V
I_{CBO}	Collector Cut-Off Current	$V_{CB} = 60 \text{ V}, I_E = 0$		0.01	μA
I_{EBO}	Emitter Cut-Off Current	$V_{EB} = 3.0 \text{ V}, I_C = 0$		10	nA
h_{FE}	DC Current Gain	$V_{CE} = 10 \text{ V}, I_C = 0.1 \text{ mA}$	35		
		$V_{CE} = 10 \text{ V}, I_C = 1 \text{ mA}$	50		
		$V_{CE} = 10 \text{ V}, I_C = 10 \text{ mA}$	75		
		$V_{CE} = 10 \text{ V}, I_C = 150 \text{ mA}^{(2)}$	100	300	
		$V_{CE} = 10 \text{ V}, I_C = 500 \text{ mA}^{(2)}$	40		
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage ⁽²⁾	$I_C = 150 \text{ mA}, I_B = 15 \text{ mA}$		0.3	V
		$I_C = 500 \text{ mA}, I_B = 50 \text{ mA}$		1.0	
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage ⁽²⁾	$I_C = 150 \text{ mA}, I_B = 15 \text{ mA}$	0.6	1.2	V
		$I_C = 500 \text{ mA}, I_B = 50 \text{ mA}$		2.0	
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$I_C = 20 \text{ mA}, V_{CE} = 20 \text{ V}, f = 100 \text{ MHz}$	300		MHz
C_{ob}	Output Capacitance	$V_{CB} = 10 \text{ V}, I_E = 0, f = 1.0 \text{ MHz}$		8	pF
t_{ON}	Turn-On Time	$V_{CC} = 30 \text{ V}, I_C = 150 \text{ mA}, I_{B1} = 15 \text{ mA}, V_{BE(off)} = 0.5 \text{ V}$		35	ns
t_{OFF}	Turn-Off Time	$V_{CC} = 30 \text{ V}, I_C = 150 \text{ mA}, I_{B1} = I_{B2} = 15 \text{ mA}$		285	ns
NF	Noise Figure	$I_C = 100 \mu\text{A}, V_{CE} = 10 \text{ V}, R_S = 1 \text{ k}\Omega, f = 1.0 \text{ kHz}$		4	dB

Note:

2. Pulse test: Pulse width $\leq 300 \mu\text{s}$, duty cycle $\leq 2\%$

Arduino UNO

Arduino UNO



Product Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Index

Technical Specifications

Page 2

How to use Arduino
Programming Environment, Basic Tutorials

Page 6

Terms & Conditions

Page 7

Environmental Policies
half sqm of green via Impatto Zero®

Page 7



radiospares

RADIONICS



Arduino UNO Especificaciones Técnicas

Technical Specification

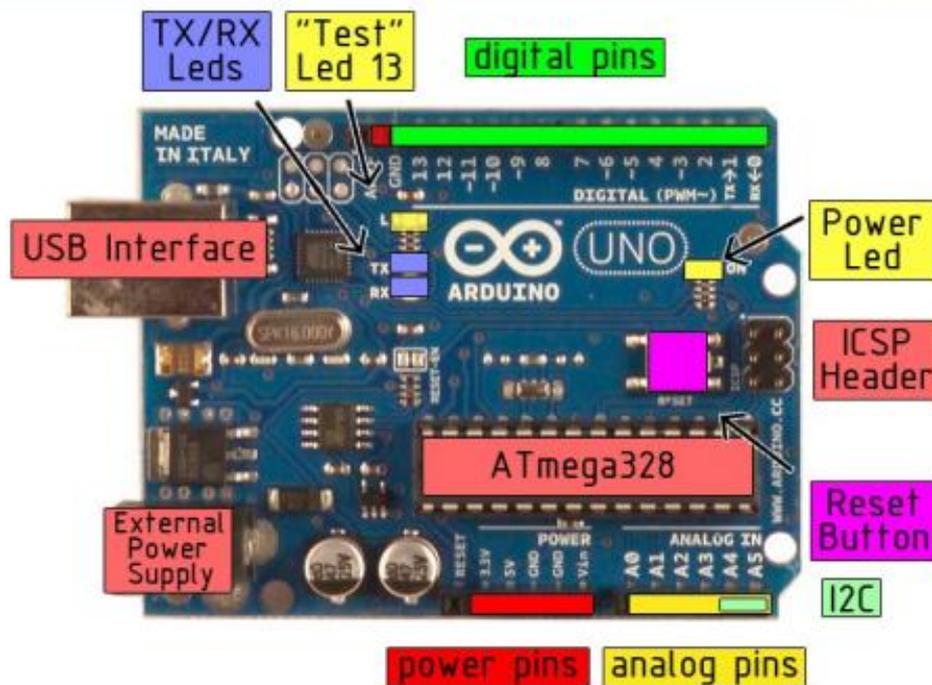


EAGLE files: [arduino-duemilanove-uno-design.zip](#) Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board

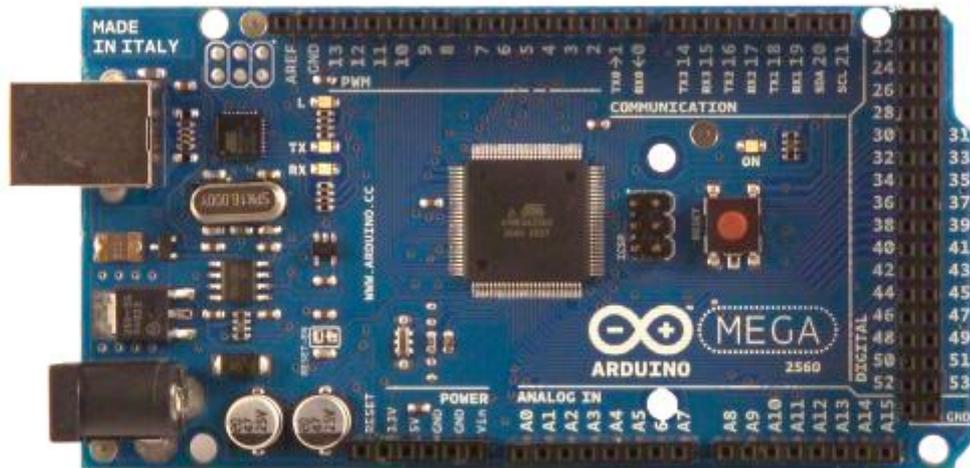


radiospares **RADIONICS**



Arduino Mega

Arduino MEGA 2560



Product Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 ([datasheet](#)). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

Index

Technical Specifications	Page 2
How to use Arduino Programming Environment, Basic Tutorials	Page 6
Terms & Conditions	Page 7
Environmental Policies half sqm of green via Impatto Zero®	Page 7



radiospares

RADIONICS



Arduino Mega Especificaciones Técnicas

Technical Specification

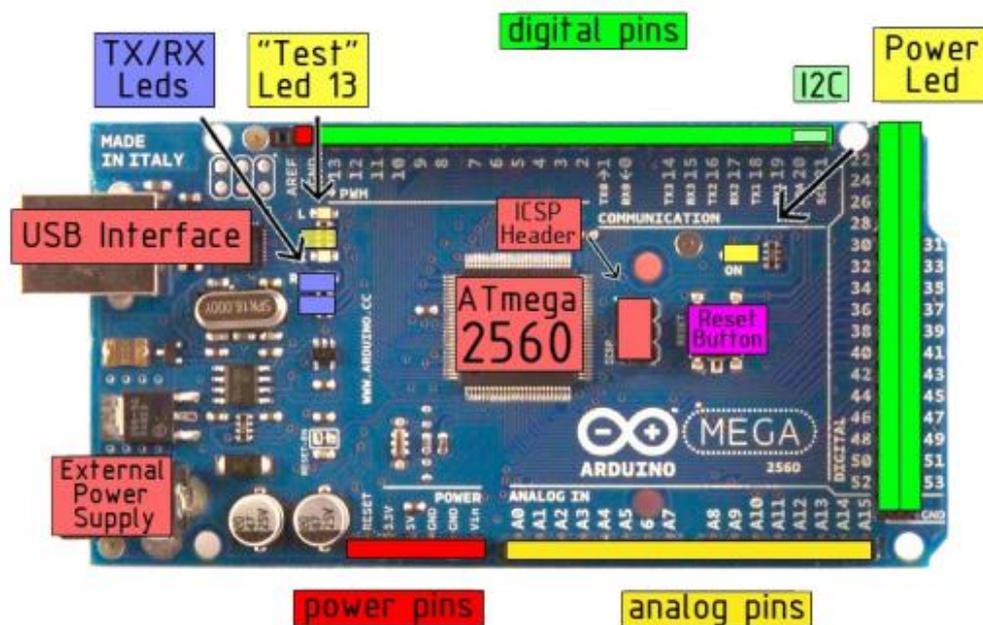


EAGLE files: [_arduino-mega2560-reference-design.zip](#)_Schematic: [arduino-mega2560-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



radiospares **RADIONICS**



Módulo SIM900



GPRS Module

-SIM900 GSM/GPRS Module

Overview



GPRS module is a GSM/GPRS module based on the SIM900 Quad-band GSM/GPRS module. It is controlled via AT commands (GSM 07.07 ,07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands), and fully compatible with Arduino / Iteaduno and Mega.

Features

- Quad-Band 850/900/1800/1900MHz
- GPRS multi-slot calss 10/8
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
- Class 4 (2W@850/900MHz)
- Class 1 (1W@1800/1900MHz)
- Control via commands (GSM 07.07, 07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- Short message service
- Free serial port selection
- 3.5 inch standard sonic sockets for MIC and phone
- Operation temperature: -40°C ~ +85°C

Módulo SIM900 Especificaciones Técnicas

2

Tech Support: support@iteadstudio.com

Specifications

PCB size	71.4mm X 66.0mm X 1.6mm
Indicators	PWR, status LED, net LED
Power supply	5V
Communication Protocol	UART
RoSH	Yes

Electrical Characteristics

Specification	Min	Type	Max	Unit
Power Voltage (Vsupply)	4.5	-	5.5	VDC
Input Voltage VH:	0.7VCC	-	5.5	V
Input Voltage VL:	-0.3	0	0.3VCC	V
Current Consumption (pulse)	-	-	2000	mA
Current Consumption (Continues)			500	mA
Baud rate		115200		bps

Módulo ethernet W5100



Tech Support: support@iteadstudio.com

W5100 Ethernet Shield

-A high performance Ethernet shield for Arduino

Overview



W5100 Ethernet shield is a WIZnet W5100 breakout board with POE and Micro-SD designed for Arduino platform. 5V/3.3V compatible operation voltage level makes it compatible with Arduino boards, leafmaple, and other Arduino compatible board.

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

Módulo ethernet W5100 especificaciones técnicas

2



Tech Support: support@iteadstudio.com

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

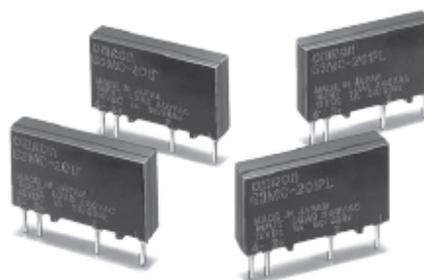
Relé Estado Solido G3MB-202P

G3MC

Solid State Relays

Reinforced Insulation Models Added to Compact, Thin-profile Series of SSRs for PCBs

- 4.5-mm thin design for high-density PCB applications.
- DC input and AC output for applicable load of 1A (at 40°C) and 2A (at 25°C).
- Compact, thin-profile SSR of monoblock construction with an all-in-one lead frame incorporates a PCB, terminals and heat sink



RoHS Compliant

Refer to "Solid State Relays Common Precautions".

Model Number Legend

G3MC-□□□□□-□□
1 2 3 4 5

1. Rated Load Power Supply Voltage

- 1: Maximum operating voltage lower than 132 V
2: Maximum operating voltage lower than 264 V

2. Rated Load Current

- 01: 1 A
02: 2 A

3. Terminal Type

- P: PCB terminals

4. Zero Cross Function

- Blank: Equipped with zero cross function
L : Not equipped with zero cross function

5. Certification

- Blank: Certified by UL and CSA
(standard models)
VD : Certified by UL, CSA and EN
VD-1 : Certified by UL, CSA and EN
(reinforced insulation models)

G
3
M
C

List of Models

Isolation	Zero cross function	Indicator	Snubber circuit	Rated output load	Rated input voltage	Model	Minimum packing unit		
Phototriac	Yes	No	Yes	1 A at 100 to 120 VAC	5 VDC	G3MC-101P G3MC-101P-VD	100 pcs		
					12 VDC				
					24 VDC				
	No				Yes	1 A at 100 to 240 VAC		5 VDC	G3MC-201P G3MC-201P-VD G3MC-201P-VD-1
								12 VDC	
								24 VDC	
	Yes	No	Yes	2 A at 100 to 240 VAC	5 VDC	G3MC-202P G3MC-202P-VD G3MC-202P-VD-1			
					12 VDC				
					24 VDC				
	No				Yes	2 A at 100 to 240 VAC		5 VDC	G3MC-202PL G3MC-202PL-VD G3MC-202PL-VD-1
								12 VDC	
								24 VDC	

Relé Estado Solido G3MB-202P

OMRON

Specifications

Input Rating

Models with Input Resistor

Rated voltage	Operating range	Input impedance
5 VDC	4 to 6 VDC	440 Ω \pm 20%
12 VDC	9.60 to 14.40 VDC	1k Ω \pm 20%
24 VDC	19.20 to 28.80 VDC	2.20k Ω \pm 20%

Output Rating

Model	Rated load voltage	Load voltage range	Load current	Surge current
G3MB-202	100 to 240 VAC	75 to 264 VAC	0.10 to 2 A	30 A (60 Hz, 1 cycle)

LED Drive Data

Models without Input Resistor

LED forward current	50 mA max.
Repetitive peak LED forward current	1 A max.
LED reverse voltage	5 V max.

Recommended LED Operating Conditions

Models without Input Resistor

	Min.	Standard	Max.
LED forward current	5 mA	10 mA	20 mA
Must drop voltage	0	—	1 V

Characteristics

Type		G3MB-202P G3MB-202PEG	G3MB-202PL G3MB-202PLEG
Operate time		1/2 of load power source cycle + 1 ms max.	1 ms max.
Release time		1/2 of load power source cycle + 1 ms max.	
Output ON voltage drop		1.60 V (RMS) max.	
Leakage current		1 mA max. at 100 VAC, 1.50 mA at 200 VAC	
Non-repetitive peak surge		30 A	
Output	PIV (V_{DRM})	600 V	
	di/dt	40 A/ μ s	
	dv/dt	100 V/ μ s	
	I^2t	4 A ² s	
Junction temperature (Tj)		125°C (257°F) max.	
Insulation resistance		1,000 M Ω min. at 500 VDC	
Dielectric strength		2500 VAC, 50/60 Hz for 1 minute; 3750 VAC max., 1 second	
Vibration	Malfunction	10 to 55 Hz, 0.75 mm (0.03 in) double amplitude, approx. 5 G	
Shock	Malfunction	Approx. 100 G	
Ambient temperature	Operating	-30° to 80°C (-22° to 176°F) with no icing	
	Storage	-30° to 100°C (-22° to 212°F) with no icing	
Humidity	Operating	45% to 85% RH	
Weight		Approx. 5 g (0.18 oz)	

Note: Data shown are of initial value.

Relé Encapsulado RUMC21P7

Product data sheet Characteristics

RUMC21P7

universal plug-in relay - Zelio RUM - 2 C/O - 230 V AC - 10 A



Main

Range of product	Zelio Relay
Series name	Universal
Product or component type	Plug-in relay
Device short name	RUM
Contacts type and composition	2 C/O
Control circuit voltage	230 V AC
[I _{th}] conventional enclosed thermal current	10 A at -40...55 °C
Status LED	Without
Control type	Lockable test button
Utilisation coefficient	20 %

Complementary

Shape of pin	Cylindrical
[U _i] rated insulation voltage	250 V conforming to IEC 300 V conforming to UL 300 V conforming to CSA
[U _{imp}] rated impulse withstand voltage	4 kV (1.2/50 μs)
Contacts material	AgNi
[I _e] rated operational current	10 A at 28 V DC (NO) conforming to IEC 10 A at 250 V AC (NO) conforming to IEC 5 A at 28 V DC (NC) conforming to IEC 5 A at 250 V AC (NC) conforming to IEC 10 A at 30 V DC conforming to UL 10 A at 277 V AC conforming to UL 10 A at 277 V AC conforming to CSA 10 A at 30 V DC conforming to CSA
Maximum switching voltage	250 V conforming to IEC
Load current	10 A at 250 V AC 10 A at 28 V DC
Maximum switching capacity	2500 VA/280 W

Feb 28, 2017

Módulo LM2596 Regulador DC – DC

LM2596

3.0 A, Step-Down Switching Regulator

The LM2596 regulator is monolithic integrated circuit ideally suited for easy and convenient design of a step-down switching regulator (buck converter). It is capable of driving a 3.0 A load with excellent line and load regulation. This device is available in adjustable output version and it is internally compensated to minimize the number of external components to simplify the power supply design.

Since LM2596 converter is a switch-mode power supply, its efficiency is significantly higher in comparison with popular three-terminal linear regulators, especially with higher input voltages.

The LM2596 operates at a switching frequency of 150 kHz thus allowing smaller sized filter components than what would be needed with lower frequency switching regulators. Available in a standard 5-lead TO-220 package with several different lead bend options, and D²PAK surface mount package.

The other features include a guaranteed $\pm 4\%$ tolerance on output voltage within specified input voltages and output load conditions, and $\pm 15\%$ on the oscillator frequency. External shutdown is included, featuring 80 μA (typical) standby current. Self protection features include switch cycle-by-cycle current limit for the output switch, as well as thermal shutdown for complete protection under fault conditions.

Features

- Adjustable Output Voltage Range 1.23 V – 37 V
- Guaranteed 3.0 A Output Load Current
- Wide Input Voltage Range up to 40 V
- 150 kHz Fixed Frequency Internal Oscillator
- TTL Shutdown Capability
- Low Power Standby Mode, typ 80 μA
- Thermal Shutdown and Current Limit Protection
- Internal Loop Compensation
- Moisture Sensitivity Level (MSL) Equals 1
- Pb-Free Packages are Available

Applications

- Simple High-Efficiency Step-Down (Buck) Regulator
- Efficient Pre-Regulator for Linear Regulators
- On-Card Switching Regulators
- Positive to Negative Converter (Buck-Boost)
- Negative Step-Up Converters
- Power Supply for Battery Chargers



ON Semiconductor®

<http://onsemi.com>



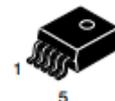
TO-220
TV SUFFIX
CASE 314B

Heatsink surface connected to Pin 3



TO-220
T SUFFIX
CASE 314D

Pin 1. V_{in}
2. Output
3. Ground
4. Feedback
5. ON/OFF



D²PAK
D2T SUFFIX
CASE 936A

Heatsink surface (shown as terminal 6 in case outline drawing) is connected to Pin 3

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 23 of this data sheet.

DEVICE MARKING INFORMATION

See general marking information in the device marking section on page 23 of this data sheet.

Módulo LM2596 Regulador DC – DC Especificaciones Técnicas

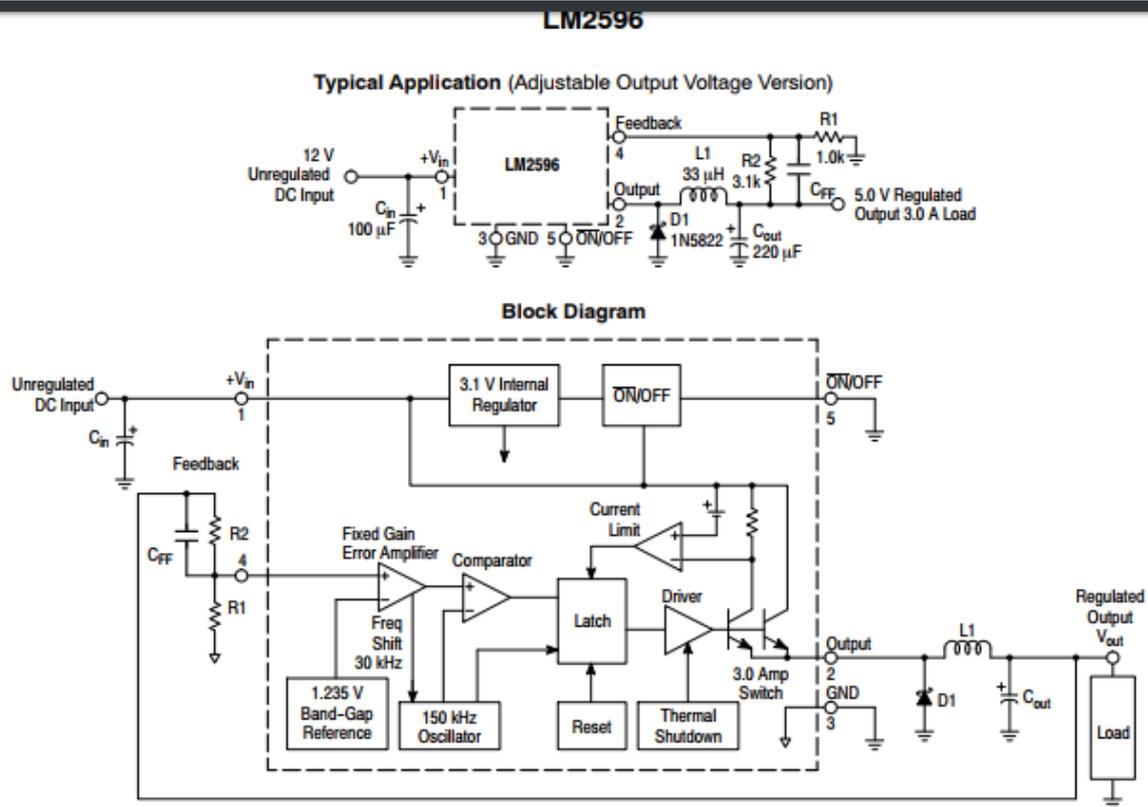


Figure 1. Typical Application and Internal Block Diagram

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Maximum Supply Voltage	V_{in}	45	V
ON/OFF Pin Input Voltage	-	$-0.3\text{ V} \leq V \leq +V_{in}$	V
Output Voltage to Ground (Steady-State)	-	-1.0	V
Power Dissipation			
Case 314B and 314D (TO-220, 5-Lead)	P_D	Internally Limited	W
Thermal Resistance, Junction-to-Ambient	$R_{\theta JA}$	65	$^{\circ}\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction-to-Case	$R_{\theta JC}$	5.0	$^{\circ}\text{C/W}$
Case 936A (D ² PAK)	P_D	Internally Limited	W
Thermal Resistance, Junction-to-Ambient	$R_{\theta JA}$	70	$^{\circ}\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction-to-Case	$R_{\theta JC}$	5.0	$^{\circ}\text{C/W}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	-65 to +150	$^{\circ}\text{C}$
Minimum ESD Rating (Human Body Model: C = 100 pF, R = 1.5 k Ω)	-	2.0	kV
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	-	260	$^{\circ}\text{C}$
Maximum Junction Temperature	T_J	150	$^{\circ}\text{C}$

Stresses exceeding Maximum Ratings may damage the device. Maximum Ratings are stress ratings only. Functional operation above the Recommended Operating Conditions is not implied. Extended exposure to stresses above the Recommended Operating Conditions may affect device reliability.

DISPLAY LCD 20 x 4

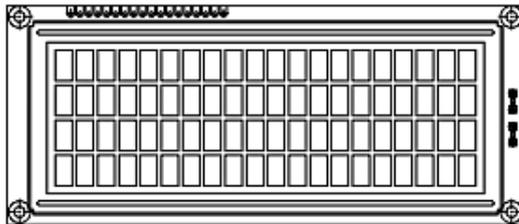
VISHAY

www.vishay.com

LCD-020N004L

Vishay

20 x 4 Character LCD



FEATURES

- Type: Character
- Display format: 20 x 4 characters
- Built-in controller: ST 7066 (or equivalent)
- Duty cycle: 1/16
- 5 x 8 dots includes cursor
- + 5 V power supply (also available for + 3 V)
- LED can be driven by pin 1, pin 2, pin 15, pin 16 or A and K
- N.V. optional for + 3 V power supply
- Material categorization: For definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912

RoHS
COMPLIANT

MECHANICAL DATA		
ITEM	STANDARD VALUE	UNIT
Module Dimension	146.0 x 62.5	mm
Viewing Area	123.5 x 43.0	
Dot Size	0.92 x 1.10	
Dot Pitch	0.98 x 1.16	
Mounting Hole	139.0 x 55.5	
Character Size	4.84 x 9.22	

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS					
ITEM	SYMBOL	STANDARD VALUE			UNIT
		MIN.	TYP.	MAX.	
Power Supply	V_{DD} to V_{SS}	-0.3	-	7.0	V
Input Voltage	V_i	-0.3	-	V_{DD}	

Note

- $V_{SS} = 0$ V, $V_{DD} = 5.0$ V

ELECTRICAL CHARACTERISTICS						
ITEM	SYMBOL	CONDITION	STANDARD VALUE			UNIT
			MIN.	TYP.	MAX.	
Input Voltage	V_{DD}	$V_{DD} = +5$ V	4.7	5.0	5.3	V
		$V_{DD} = +3$ V	2.7	3.0	5.3	
Supply Current	I_{DD}	$V_{DD} = +5$ V	-	8.0	10.0	mA
Recommended LC Driving Voltage for Normal Temperature Version Module	V_{DD} to V_0	-20 °C	5.0	5.1	5.7	V
		0 °C	4.6	4.8	5.2	
		25 °C	4.1	4.5	4.7	
		50 °C	3.9	4.2	4.5	
		70 °C	3.7	3.9	4.3	
LED Forward Voltage	V_F	25 °C	-	4.2	4.6	V
LED Forward Current	I_F	25 °C	-	540	1080	mA
EL Power Supply Current	I_{EL}	$V_{EL} = 110$ V _{AC} , 400 Hz	-	-	5.0	mA

OPTIONS									
TN	PROCESS COLOR					BACKLIGHT			
	STN Gray	STN Yellow	STN Blue	FSTN B&W	STN Color	None	LED	EL	CCFL
x	x	x	x	x		x	x	x	

For detailed information, please see the "Product Numbering System" document.

DISPLAY CHARACTER ADDRESS CODE																				
Display Position																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DD RAM Address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13
DD RAM Address	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53
DD RAM Address	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	20	21	22	23	24	25	26	27
DD RAM Address	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	60	61	62	63	64	65	66	67

DISPLAY LCD 20 x 4 Especificaciones Técnicas

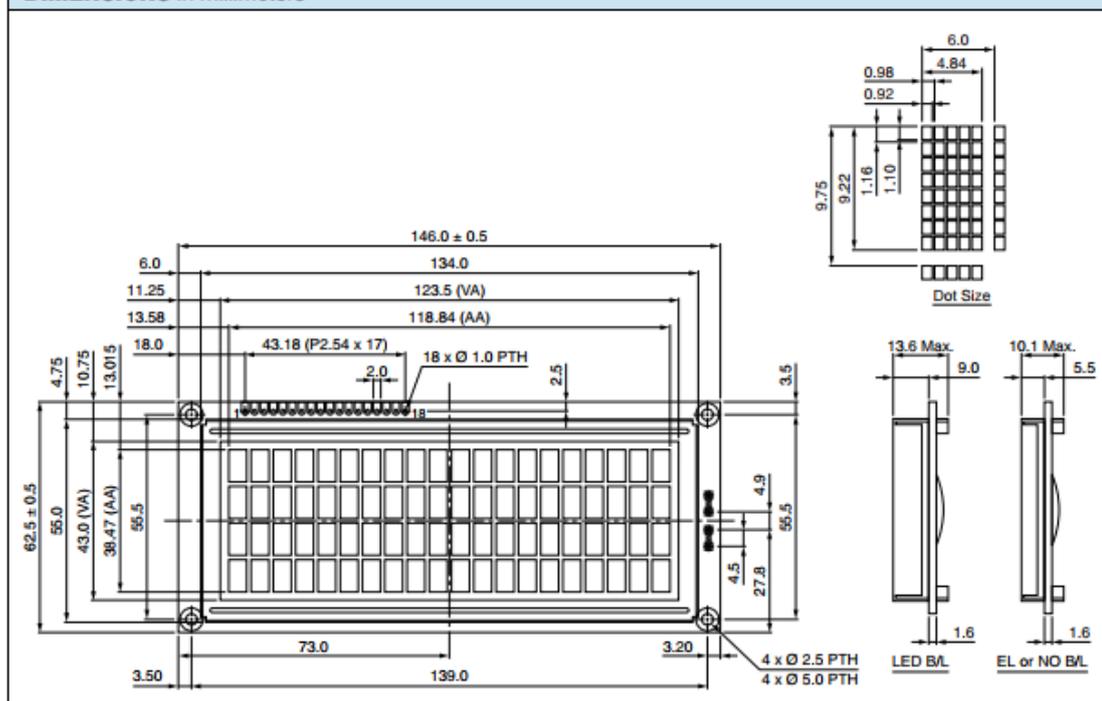

www.vishay.com

LCD-020N004L

Vishay

INTERFACE PIN FUNCTION		
PIN NO.	SYMBOL	FUNCTION
1	V _{SS}	Ground
2	V _{DD}	+ 3 V or + 5 V
3	V ₀	Contrast adjustment
4	RS	H/L register select signal
5	R/W	H/L read/write signal
6	E	H → L enable signal
7	DB0	H/L data bus line
8	DB1	H/L data bus line
9	DB2	H/L data bus line
10	DB3	H/L data bus line
11	DB4	H/L data bus line
12	DB5	H/L data bus line
13	DB6	H/L data bus line
14	DB7	H/L data bus line
15	A	Power supply for LED (4.2 V)
16	K	Power supply for B/L (0 V)
17	NC/V _{EE}	NC or negative voltage output
18	NC	NC connection

DIMENSIONS in millimeters

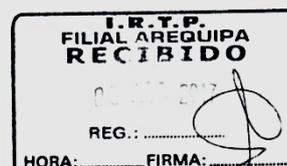


ANEXO 3. Documentos presentados al IRTP Arequipa**Carta presentada al Jefe Zonal de la Filial Arequipa**

Ing. Guillermo Zegarra Balcázar

Arequipa, 08 Agosto del 2017

ING
Guillermo Zegarra Balcázar
Jefe Zonal IRTP Filial Arequipa
Presente.



Asunto: Solicito Autorización para utilizar un espacio en la sala de equipos para instalar un Tablero Eléctrico, como parte del Desarrollo de Tema de Tesis Profesional.

Por medio de la presente, me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que vengo realizando el desarrollo del Trabajo de mi Tesis Profesional, para optar el Título de Ing. Electrónico, motivo por el cual recurro a Ud. para Solicitar se sirva Autorizarme la Instalación de Un Tablero Electrónico de 60 x 40 cm. Así mismo debo indicarle que el proyecto en mención tiene como objetivo controlar y monitorear de señal digital de TV, del proyecto de alerta, dejo constancia que dicha instalación no afecta de ninguna forma en su funcionamiento ni operación de los equipos del IRTP, más por el contrario permitirá el control de los equipos de Alerta temprana desde el lugar donde se encuentra el operador.

Seguro de merecer su aceptación, aprovecho la ocasión para expresarle mi antelado agradecimiento por su atención.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ronald Yonel Quico Rojas'.

Nombres y Apellidos: Ronald Yonel Quico Rojas
DNI N° 45250442

Carta de autorización brindada por Jefe Zonal IRTP Filial Arequipa**FILIAL AREQUIPA**

Arequipa, 14 de Agosto del 2,017.

CARTA N° 012-2016-IRTP-FILIAL AREQUIPA

Señor
Ronald Yonel Quico Rojas
Técnico Vigilante de Equipos del IRTP-FILIAL AREQUIPA
Ciudad.-

Asunto : Autorizo la Instalación de Tablero Electrónico de 60 x 40cm.

: De mi mayor consideración:

En atención a su Carta de fecha 08 del presente, tratándose de su trabajo de Tesis profesional. Esta Jefatura, AUTORIZA, la Instalación de un Tablero Electrónico por el periodo de 30 días calendario, a partir de la fecha, hasta el 13 de Setiembre del 2,017, fecha que no podrá ser ampliada por ningún motivo. y con fines estrictamente Académicos para lo cual puede monitorear solamente, el TX de Control y el Decoder HD/DS.

En consecuencia le reitero que dicho trabajo no debe de interferir el funcionamiento de nuestros equipos ni la señal tanto de Radio Nacional, como Televisión Nacional.

Atentamente,

INSTITUTO NACIONAL DE RADIO
Y TELEVISION DEL PERU
AREQUIPA

Ing. Guillermo Zagarra Balcazar
Jefe Zonal

Archivo.
GZB/.

Urb. La Marina B-15 Cayma – Arequipa, Teléfono 270506 - arequipa@tvperu.gob.pe

ANEXO 4. Códigos de programación

Código GSM alarma arduino uno IDE V.1.8.1

(Creación Propia: Ronald Quico, 2017)

```

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3f,20,4);

byte Signal[8] = {B00001, B00001, B00001, B00101, B00101, B10101,
B10101, B10101};
byte Ether[8] = {B00100, B00101, B00111, B10100, B11100, B00100,
B01110, B01110};

#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial SIM900(0, 1);           //declaro variable de los
SIM control

int Indicador_TX_Control = 9;           //Declaro pin para
enviar mensaje por SIM900
int Indicador_AC = 10;                 //Declaro pin para enviar
mensaje por SIM900
int Indicador_M_A = 8;                 //Declaro pin para enviar
mensaje por SIM900
int Buzzer =11;                        // Buzzer

int Alarma_TX_Control = 2;             //Declaro pin para el
Sensor1
int Alarma_AC = 3;                     //Declaro pin para el
Sensor2
int Alarma_M_A = 4;                    //Declaro pin para el
Sensor3

int estado1;                            //Inicializo la variable de estado1
int estado2;                            //Inicializo la variable de estado2
int estado3;                            //Inicializo la variable de estado3

void setup()
{
SIM900.begin(19200);
SoftwareSerial SIM900(0, 1);
delay (1000); // Inicio de Comandos AT para Modulo SIM900
SIM900.println("AT");                  // AT comando para arrancar el
modulo SIM900
delay (2000);                          // Tiempo de espera de 2 seg.

  lcd.init();//Iniciamos la pantalla
  lcd.backlight();//Iniciamos el fondo retroiluminado
  lcd.createChar(0, Signal);
  lcd.createChar(1, Ether);

  lcd.clear();
  lcd.print("TRANSMITTER TV-PERU");//Escribimos en la primera linea
  delay(7000);
  lcd.setCursor(0,1);//Saltamos a la segunda linea
  lcd.print("*      Cargando      *");//Escribimos en la cuarta linea
  delay(7000);

  lcd.setCursor(0,2);//Saltamos a la tercera linea
  lcd.print("LOADING GSM");//Escribimos en la cuarta linea
  lcd.setCursor(19,2);

```

```

lcd.write(byte(0));
delay(7000);

lcd.setCursor(0,3);//Saltamos a la cuarta linea
lcd.print("LOADING Ethernet");//Escribimos en la cuarta linea
lcd.setCursor(19,3);
lcd.write(byte(1));
delay(7000);

pinMode(Indicador_TX_Control, OUTPUT);           //Configuro el pin 9
como salida de mensaje y luz
pinMode(Indicador_AC, OUTPUT);                   //Configuro el pin 10 como
salida de mensaje y luz
pinMode(Indicador_M_A, OUTPUT);                 //Configuro el pin 11 como
salida de mensaje y luz
pinMode(Buzzer, OUTPUT);                        // BUZZER
pinMode(Alarma_TX_Control, INPUT);              //Configuro el pin 5 como
entrada de Sensor
pinMode(Alarma_AC, INPUT);                      //Configuro el pin 6 como
entrada de Sensor
pinMode(Buzzer, INPUT);                         //Configuro el pin 7 como
entrada de Sensor

lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("TRANSMITTER TV-PERU");//Escribimos en la primera linea
//lcd.setCursor(0,2);//Saltamos a la tercera linea
//lcd.print("All System > OK <");//Escribimos en la tercera linea
// lcd.setCursor(0,3);//Saltamos a la cuarta linea
//lcd.print("STATUS > ON LINE <");//Escribimos en la cuarta linea
}

void loop() {
//lcd.clear();//Limpiamos la LCD

//delay(1000);

estado1 = digitalRead(Alarma_TX_Control); //Lee el estado del pin5
y lo almacena
estado2 = digitalRead(Alarma_AC);         //Lee el estado del pin6 y
lo almacena
estado3 = digitalRead(Alarma_M_A);        //Lee el estado del
pin7 y lo almacena

if(estado1 == HIGH){                      //Sensor de ALarma de
Transmisor NEC ENCENDIDO
digitalWrite(Indicador_TX_Control, HIGH); //Enciende led
Indicador de Alarma de Fallas
digitalWrite(Buzzer, HIGH); //Enciendo Salida para BUZZER
lcd.setCursor(0,2);//Saltamos a la tercera linea
// FALLA EN TX CONTROL
lcd.print(" Fault Tx NEC "); //Escribimos en la tercera línea
lcd.setCursor(0,3);//Saltamos a la cuarta linea
lcd.print("Call and Send Alarm!");//Escribimos en la cuarta línea
//delay(1000);
SIM900.println ("ATD988005919;"); // comando AT para realizar
llamada
delay (20000); // esperar 20 seg para ejecutar llamada
SIM900.println ("ATH"); // Call dangle
delay(1000);
SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // comando AT para enviar MSN

```

```

    delay(1000);
    SIM900.println("AT+CMGS=\"988005919\"); // número de celular de
operador
    delay(1000);
    SIM900.println("ALARM FAUL TX CONTROL"); // msn a enviar
    delay(100);
    SIM900.println((char)26); // finalizar el
MSN ctrl Z, ASCII code 26
    delay(100);
    SIM900.println();
    delay(5000);

}
else{ //Sensor de ALarma de
Transmisor NEC APAGADO
    digitalWrite(Indicador_TX_Control, LOW);
    digitalWrite(Buzzer, LOW);
    lcd.setCursor(0,2);//Saltamos a la tercera linea
    lcd.print("All System > OK <");//Escribimos en la tercera linea
    lcd.setCursor(0,3);//Saltamos a la cuarta linea
    lcd.print("STATUS > ON LINE <");//Escribimos en la cuarta
linea
}

if(estado2 == HIGH)
{ //Sensor de Energia Electrica ENCENDIDO
    digitalWrite(Indicador_AC, HIGH); //Enciende led Indicador
de Alarma de Energia
    digitalWrite(Buzzer, HIGH); //Enciendo Salida para BUZZER
    lcd.setCursor(0,2);//Saltamos a la tercera linea
    //FALLA DE ENERGIA
    lcd.print(" Fault Enery "); //Escribimos en la tercera linea
    lcd.setCursor(0,3);//Saltamos a la cuarta linea
    lcd.print("Call and Send Alarm!"); //Escribimos en la cuarta linea
    delay(1000);
    SIM900.println ("ATD988005919;"); // Comand AT para llamar
    delay (20000); // espera 20 s para ejecutar llamada
    SIM900.println ("ATH"); // finalizar llamada
    delay(1000);
    SIM900.print ("AT+CMGF=1\r"); // comando AT para enviar MSN
    delay(1000);
    SIM900.println("AT+CMGS=\"988005919\");
// inserter numero telefonico
    delay(1000);
    SIM900.println("CORTE DE ENERGIA ELECTRICA"); // mensaje para
enviar
    delay(100);
    SIM900.println((char)26);// instrccuion para enviar msn ASCII code
26
    delay(100);
    SIM900.println();
    delay(5000); // give module
time to send SMS

}
else{ //Sensor de Energia
Electrica APAGADO
    digitalWrite(Indicador_AC, LOW);
    digitalWrite(Buzzer, LOW);
    lcd.setCursor(0,2);//Saltamos a la tercera linea
    lcd.print("All System > OK <");//Escribimos en la tercera linea
    lcd.setCursor(0,3);//Saltamos a la cuarta linea

```

```

    lcd.print("STATUS   > ON LINE <");//Escribimos en la cuarta
linea
}

if(estado3 == HIGH)
{
    digitalWrite(Indicador_M_A, HIGH); //Enciende led Indicador de
Alarma de Energia
    digitalWrite(Buzzer, HIGH); //Enciendo Salida para BUZZER
    lcd.setCursor(0,2);//Saltamos a la tercera linea
    lcd.print("      MANUAL     ");//Escribimos en la tercera linea
    lcd.setCursor(0,3);//Saltamos a la cuarta linea
    lcd.print("Call and Send Alarm!");//Escribimos en la cuarta linea
    delay(1000);
    SIM900.println ("ATD988005919;"); //commando AT pára llamar
    delay (20000);
    SIM900.println ("ATH"); //
    delay(1000);
    SIM900.print ("AT+CMGF=1\r");
    delay(1000);
    SIM900.println ("AT+CMGS=\"988005919\");
    delay(1000);
    SIM900.println ("TRANSMISOR CAMBIADO A MANUAL");
    delay(100);
    SIM900.println ((char)26);
    delay(100);
    SIM900.println ();
    delay(5000);

}
else{
    digitalWrite(Indicador_M_A, LOW);
    digitalWrite(Buzzer, LOW);
    lcd.setCursor(0,2);//Saltamos a la tercera linea
    lcd.print("All System   > OK <");//Escribimos en la tercera linea
    lcd.setCursor(0,3);//Saltamos a la cuarta linea
    lcd.print("STATUS   > ON LINE <");//Escribimos en la cuarta
linea
}
}

```

Código Ethernet Control Arduino Mega IDE V.1.0.6

(Recuperado y Modificado de: Claudio Vella, 2012)

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

//CONFIGURACION IP 8

byte ip[] = {192, 168, 1, 202 }; //Manual setup only
byte gateway[] = {192, 168, 1, 1 }; //Manual setup only
byte subnet[] = {255, 255, 255, 0 }; //Manual setup only
byte mac[] = {0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
EthernetServer server = EthernetServer(80); //default html port 80

int outputQuantity = 6;

boolean outputInverted = true; //Salidas invertidas
// This is done in case the relay board triggers the relay on negative
, rather than on positive supply

//Html page refresh
int refreshPage = 10; //default is 10sec.
//Beware that if you make it refresh too fast, the page could become i
naccessable.

//Display or hide the "Switch on all Pins" buttons at the bottom of pa
ge
int switchOnAllPinsButton = false; //true or false

//Button Array
//Just for a note, varables start from 0 to 9, as 0 is counted as well
, thus 10 outputs.

// Select the pinout address
int outputAddress[8] = { 32,33,34,35,36,37}; //Allocate 10 spaces and
name the output pin address.
//PS pin addresses 10, 11, 12 and 13 on the Duemilanove are used for t
he ethernet shield, therefore cannot be used.
//PS pin addresses 10, 50, 51 and 52 and 53 on the Mega are used for t
he ethernet shield, therefore cannot be used.
//PS pin addresses 4, are used for the SD card, therefore cannot be us
ed.
//PS. pin address 2 is used for interrupt-
driven notification, therefore could not be used.

// Write the text description of the output channel
String buttonText[6] = {
  "01. TX CONTROL","02. GPS","03. Demodulator A","04. Demodulator
B","05. Exiter A","06. Extractor"};

// Set the output to retain the last status after power recycle.
int retainOutputStatus[6] = {0,0,0,0,0,0}; //1-retain the last status.
0-will be off after power cut.

////////////////////////////////////
//
```

```

////////////////////////////////////
//
//VARIABLES DECLARATION
////////////////////////////////////
//
int outp = 0;
boolean printLastCommandOnce = false;
boolean printButtonMenuOnce = false;
boolean initialPrint = true;
String allOn = "";
String allOff = "";
boolean reading = false;
boolean outputStatus[10]; //Create a boolean array for the maximum
ammount.
String rev = "V4.06";
unsigned long timeConnectedAt;
boolean writeToEeprom = false;
//EthernetClient client;

////////////////////////////////////

// Temperature Related Reading
const int tempInPin = A1;
int tempInValue = 0; //temperature read
int tempScaleOutValue = 0; //temperature formatted
int tempOutValue = 0; //temperature formatted
float tempOutDeg = 0.0;

////////////////////////////////////
//
//RUN ONCE
////////////////////////////////////
//
//Beginning of Program
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  initEepromValues();
  readEepromValues();
  //Set pins as Outputs
  boolean currentState = false;
  for (int var = 0; var < outputQuantity; var++){
    pinMode(outputAddress[var], OUTPUT);

    //Switch all outputs to either on or off on Startup
    if(outputInverted == true) {
      //digitalWrite(outputAddress[var], HIGH);
      if(outputStatus[var] == 0){currentState =
true;}else{currentState = false;} //check outputStatus if off, switch
output accordingly
      digitalWrite(outputAddress[var], currentState);
    }
    else{

      //digitalWrite(outputAddress[var], LOW);
      if(outputStatus[var] == 0){currentState =
false;}else{currentState = true;}//check outputStatus if off, switch
output accordingly
    }
  }
}

```

```

        digitalWrite(outputAddress[var], currentState);
    }

}

//Setting up the IP address. Comment out the one you dont need.
//Ethernet.begin(mac); //for DHCP address. (Address will be printed
to serial.)
Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet); //for manual setup.
(Address is the one configured above.)

server.begin();
Serial.print("Server started at ");
Serial.println(Ethernet.localIP());
}

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
//LOOP
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
//Run once
void loop() {

    //Read Temperature Sensor
    tempInValue = analogRead(tempInPin);

    tempScaleOutValue = map(tempInValue, 0, 1023, 1023, 0); //Medidor
de corriente
    tempOutValue = map(tempScaleOutValue, 130, 870, -170, 730); //range
of Arduino Value compared with Temperature
    tempOutValue = tempOutValue -45; //Adjustments
    tempOutDeg = tempOutValue / 10.0;

    // listen for incoming clients, and process requests.
    checkForClient();
}

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
//checkForClient Function
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
//
void checkForClient() {

    EthernetClient client = server.available();

    if (client) {

        // an http request ends with a blank line
        boolean currentLineIsBlank = true;
        boolean sentHeader = false;

        while (client.connected()) {
            if (client.available()) {

                //if header was not set send it

```

```

//read user input
char c = client.read();

    if(c == '*'){

        printHtmlHeader(client); //call for html header and css
        printLoginTitle(client);
        printHtmlFooter(client);
        //sentHeader = true;
        break;
    }

    if(!sentHeader){

        printHtmlHeader(client); //call for html header and css
        printHtmlButtonTitle(client); //print the button title

        //This is for the arduino to construct the page on the fly.
        sentHeader = true;
    }

//read user input
// char c = client.read();

//if there was reading but is blank there was no reading
if(reading && c == ' '){
    reading = false;
}

//if there is a ? there was user input
if(c == '?') {
    reading = true; //found the ?, begin reading the info
}

// if there was user input switch the relevant output
if(reading){

    //if user input is H set output to 1
    if(c == 'H') {
        outp = 1;
    }

    //if user input is L set output to 0
    if(c == 'L') {
        outp = 0;
    }

    Serial.print(c); //print the value of c to serial
communication
    //Serial.print(outp);
    //Serial.print('\n');

    switch (c) {

        case '0':
            //add code here to trigger on 0
            triggerPin(outputAddress[0], client, outp);
            break;
        case '1':
            //add code here to trigger on 1
            triggerPin(outputAddress[1], client, outp);
            break;
    }
}

```

```

    case '2':
        //add code here to trigger on 2
        triggerPin(outputAddress[2], client, outp);
        break;
    case '3':
        //add code here to trigger on 3
        triggerPin(outputAddress[3], client, outp);
        break;
    case '4':
        //add code here to trigger on 4
        triggerPin(outputAddress[4], client, outp);
        break;
    case '5':
        //add code here to trigger on 5
        triggerPin(outputAddress[5], client, outp);
        //printHtml(client);
        break;
    case '6':
        //add code here to trigger on 6
        triggerPin(outputAddress[6], client, outp);
        break;
    case '7':
        //add code here to trigger on 7
        triggerPin(outputAddress[7], client, outp);
        break;

    } //end of switch case

} //end of switch switch the relevant output

//if user input was blank
if (c == '\n' && currentLineIsBlank){
    printLastCommandOnce = true;
    printButtonMenuOnce = true;
    triggerPin(777, client, outp); //Call to read input and
print menu. 777 is used not to update any outputs
    break;
}

}

}

printHtmlFooter(client); //Prints the html footer

}
else
{ //if there is no client

    //And time of last page was served is more then a minute.
    if (millis() > (timeConnectedAt + 60000)){

        if (writeToEeprom == true){
            writeEepromValues(); //write to EEprom the current
output statuses
            Serial.println("No Clients for more then a minute -
Writing statuses to Eeprom.");
            writeToEeprom = false;
        }
    }
}
}

```

```

    }

}

////////////////////////////////////
//
//triggerPin Function
////////////////////////////////////
//
//
void triggerPin(int pin, EthernetClient client, int outp){
    //Switching on or off outputs, reads the outputs and prints the
    buttons

    //Setting Outputs
    if (pin != 777){

        if(outp == 1) {
            if (outputInverted ==false){
                digitalWrite(pin, HIGH);
            }
            else{
                digitalWrite(pin, LOW);
            }
        }
        if(outp == 0){
            if (outputInverted ==false){
                digitalWrite(pin, LOW);
            }
            else{
                digitalWrite(pin, HIGH);
            }
        }
    }

    //Refresh the reading of outputs
    readOutputStatuses();

    //Prints the buttons
    if (printButtonMenuOnce == true){
        printHtmlButtons(client);
        printButtonMenuOnce = false;
    }
}

////////////////////////////////////
//
//printHtmlButtons Function
////////////////////////////////////
//
//print the html buttons to switch on/off channels
void printHtmlButtons(EthernetClient client){

    //Start to create the html table
    client.println("");
    //client.println("<p>");
    client.println("<FORM>");
    client.println("<table border=\"0\" align=\"center\">");

```

```

//Printing the Temperature
client.print("<tr>\n");

client.print("<td><h4>");
client.print("Corriente Extractor de AIRE");
client.print("</h4></td>\n");
client.print("<td></td>");
client.print("<td>");
client.print("<h3>");
client.print(tempOutDeg);
//          client.print(tempOutValue);
client.print(" Amp.</h3></td>\n");

client.print("<td></td>");
client.print("</tr>");

//Start printing button by button
for (int var = 0; var < outputQuantity; var++) {

    //set command for all on/off
    allOn += "H";
    allOn += outputAddress[var];
    allOff += "L";
    allOff += outputAddress[var];

    //Print begining of row
    client.print("<tr>\n");

    //Prints the button Text
    client.print("<td><h4>");
    client.print(buttonText[var]);
    client.print("</h4></td>\n");

    //Prints the ON Buttons
    client.print("<td>");
    //client.print(buttonText[var]);
    client.print("<INPUT TYPE=\"button\" VALUE=\"ON ");
    //client.print(buttonText[var]);
    client.print("" onClick=\"parent.location='/?H'");
    client.print(var);
    client.print(""></td>\n");

    //Prints the OFF Buttons
    client.print(" <td><INPUT TYPE=\"button\" VALUE=\"OFF");
    //client.print(var);
    client.print("" onClick=\"parent.location='/?L'");
    client.print(var);
    client.print(""></td>\n");

    //Print first part of the Circles or the LEDs

    //Invert the LED display if output is inverted.

    if (outputStatus[var] == true ){
//If Output is ON
        if (outputInverted == false){
//and if output is not inverted

```

```

        client.print(" <td><div class='green-circle'><div
class='glare'></div></div></td>\n"); //Print html for ON LED
    }
    else{
//else output is inverted then
        client.print(" <td><div class='black-circle'><div
class='glare'></div></div></td>\n"); //Print html for OFF LED
    }
}
else
//If Output is Off
{
    if (outputInverted == false){
//and if output is not inverted
        client.print(" <td><div class='black-circle'><div
class='glare'></div></div></td>\n"); //Print html for OFF LED
    }
    else{
//else output is inverted then
        client.print(" <td><div class='green-circle'><div
class='glare'></div></div></td>\n"); //Print html for ON LED
    }
}

//Print end of row
client.print("</tr>\n");
}

//Display or hide the Print all on Pins Button
if (switchOnAllPinsButton == true ){

//Prints the ON All Pins Button
client.print("<tr>\n<td><INPUT TYPE=\"button\" VALUE=\"Todos ON\"");
client.print("\\" onClick=\"parent.location='/?'");
client.print(allOn);
client.print("\\"></td>\n");

//Prints the OFF All Pins Button
client.print("<td><INPUT TYPE=\"button\" VALUE=\"Todos OFF\"");
client.print("\\" onClick=\"parent.location='/?'");
client.print(allOff);
client.print("\\"></td>\n<td></td>\n<td></td>\n</tr>\n");
}

//Closing the table and form
client.println("</table>");
client.println("</FORM>");
//client.println("</p>");
}

////////////////////////////////////
//
//readOutputStatuses Function
////////////////////////////////////
//
//Reading the Output Statuses
void readOutputStatuses(){
    for (int var = 0; var < outputQuantity; var++) {
        outputStatus[var] = digitalRead(outputAddress[var]);
    }
}

```

```

        //Serial.print(outputStatus[var]);
    }
}

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
//readEepromValues Function
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
//Read EEprom values and save to outputStatus
void readEepromValues(){
    for (int adr = 0; adr < outputQuantity; adr++) {
        outputStatus[adr] = EEPROM.read(adr);
    }
}

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
//writeEepromValues Function
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
//Write EEprom values
void writeEepromValues(){
    for (int adr = 0; adr < outputQuantity; adr++) {
        EEPROM.write(adr, outputStatus[adr]);
    }
}

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
//initEepromValues Function
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
//Inicializacion de Eeprom
void initEepromValues(){
    for (int adr = 0; adr < outputQuantity; adr++){
        if (EEPROM.read(adr) > 1){
            EEPROM.write(adr, 0);
        }
    }
}

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
//htmlHeader Function
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//
//Prints html header
void printHtmlHeader(EthernetClient client){
    Serial.print("Serving html Headers at ms -");
    timeConnectedAt = millis(); /
    Serial.print(timeConnectedAt); //
    writeToEeprom = true; //

    // send a standard http response header
    client.println("HTTP/1.1 200 OK");
    client.println("Content-Type: text/html");
    client.println("Connection: close");
}

```

```

client.println();
client.println("<!DOCTYPE HTML>");
client.println("<head>");

// add page title
client.println("<title>Ethernet Switching</title>");
client.println("<meta name=\"description\"
content=\"Ethernet Switching\"/>");

// add a meta refresh tag, so the browser pulls again every
x seconds:
client.print("<meta http-equiv=\"refresh\" content=\"\"");
client.print(refreshPage);
client.println("; url=/">");

// add other browser configuration
client.println("<meta name=\"apple-mobile-web-app-capable\"
content=\"yes\">");
client.println("<meta name=\"apple-mobile-web-app-status-
bar-style\" content=\"default\">");
client.println("<meta name=\"viewport\"
content=\"width=device-width, user-scalable=no\">");

//inserting the styles data, usually found in CSS files.
client.println("<style type=\"text/css\">");
client.println("");

//This will set how the page will look graphically
client.println("html { height:100%; }");

client.println("  body {");
client.println("    height: 100%;");
client.println("    margin: 0;");
client.println("    font-family: helvetica, sans-serif;");
client.println("    -webkit-text-size-adjust: none;");
client.println("  }");
client.println("");
client.println("body {");
client.println("  -webkit-background-size: 100% 21px;");
client.println("  background-color: #efefef;");// color
fondo principal

client.println("  }");

client.println("");
client.println(".view {");
client.println("  min-height: 100%;");
client.println("  overflow: auto;");
client.println("  }");
client.println("");
client.println(".header-wrapper {");
client.println("  height: 44px;");
client.println("  font-weight: bold;");
client.println("  text-shadow: rgba(0,0,0,0.7) 0 -1px
0;");

client.println("    color: #ffffff;"); // color titulo
client.println("    background-color: #b71200;");//color
fondo titulo
client.println("    background-image:");
client.println("    -webkit-gradient(linear, left top, left
bottom,");
client.println("    from(rgba(255,255,255,.4)),");

```

```

        client.println("        to(rgba(255,255,255,.05)) ),");
        client.println("        -webkit-gradient(linear, left top, left
bottom,");
        client.println("        from(transparent),");
        client.println("        to(rgba(0,0,64,.1)) );");
        client.println("        background-repeat: no-repeat;");
        client.println("        background-position: top left, bottom
left;");
        client.println("        -webkit-background-size: 100% 21px, 100%
22px;");
        client.println("        -webkit-box-sizing: border-box;");
        client.println("    });");
        client.println("");
        client.println(".header-wrapper h1 {");
        client.println("    text-align: center;");
        client.println("    font-size: 20px;");
        client.println("    line-height: 44px;");
        client.println("    margin: 0;");
        client.println("}");
        client.println("");
        client.println(".group-wrapper {");
        client.println("    margin: 9px;");
        client.println("}");
        client.println("");
        client.println(".group-wrapper h2 {");
        client.println("    color: #4c566c;");
        client.println("    font-size: 17px;");
        client.println("    line-height: 0.8;");
        client.println("    font-weight: bold;");
        client.println("    text-shadow: #fff 0 1px 0;");
        client.println("    margin: 20px 10px 12px;");
        client.println("}");
        client.println("");
        client.println(".group-wrapper h3 {");
        client.println("    color: #4c566c;");
        client.println("    font-size: 12px;");
        client.println("    line-height: 1;");
        client.println("    font-weight: bold;");
        client.println("    text-shadow: #fff 0 1px 0;");
        client.println("    margin: 20px 10px 12px;");
        client.println("}");
        client.println("");
        client.println(".group-wrapper h4 {"); //Text for
description
        client.println("    color: #212121;");
        client.println("    font-size: 14px;");
        client.println("    line-height: 1;");
        client.println("    font-weight: bold;");
        client.println("    text-shadow: #aaa 1px 1px 3px;");
        client.println("    margin: 5px 5px 5px;");
        client.println("}");
        client.println("");
        client.println(".group-wrapper table {");
        client.println("    background-color: #fff;");
        client.println("    -webkit-border-radius: 10px;");

        client.println("    -moz-border-radius: 10px;");
        client.println("    -khtml-border-radius: 10px;");
        client.println("    border-radius: 10px;");

        client.println("    font-size: 17px;");
        client.println("    line-height: 20px;");

```

```

client.println("    margin: 9px 0 20px;");
client.println("    border: solid 1px #a9abae;");
client.println("    padding: 11px 3px 12px 3px;");
client.println("    margin-left:auto;");
client.println("    margin-right:auto;");

client.println("    -moz-transform :scale(1);"); //Code for
Mozilla Firefox
client.println("    -moz-transform-origin: 0 0;");

client.println("    });");
client.println("");

//how the green (ON) LED will look
client.println(".green-circle {");
client.println("    display: block;");
client.println("    height: 23px;");
client.println("    width: 23px;");
client.println("    background-color: #0f0;");//#0f0

client.println("    -moz-border-radius: 11px;");
client.println("    -webkit-border-radius: 11px;");
client.println("    -khtml-border-radius: 11px;");
client.println("    border-radius: 11px;");
client.println("    margin-left: 1px;");

client.println("    background-image: -webkit-
gradient(linear, 0% 0%, 0% 90%, from(rgba(46, 184, 0, 0.8)),
to(rgba(148, 255, 112, .9)));@");
client.println("    border: 2px solid #ccc;");
client.println("    -webkit-box-shadow: rgba(11, 140, 27,
0.5) 0px 10px 16px;");
client.println("    -moz-box-shadow: rgba(11, 140, 27, 0.5)
0px 10px 16px; /* FF 3.5+ */");
client.println("    box-shadow: rgba(11, 140, 27, 0.5) 0px
10px 16px; /* FF 3.5+ */");

client.println("    });");
client.println("");

client.println(".black-circle {");
client.println("    display: block;");
client.println("    height: 23px;");
client.println("    width: 23px;");
client.println("    background-color: #040;");
client.println("    -moz-border-radius: 11px;");
client.println("    -webkit-border-radius: 11px;");
client.println("    -khtml-border-radius: 11px;");
client.println("    border-radius: 11px;");
client.println("    margin-left: 1px;");

client.println("    });");
client.println("");

//this will add the glare to both of the LEDs gotitsa de
reflejo
client.println("    .glare {");
client.println("        position: relative;");

```

```

        client.println("        top: 1;");
        client.println("        left: 5px;");
        client.println("        -webkit-border-radius: 10px;");
        client.println("        -moz-border-radius: 10px;");
        client.println("        -khtml-border-radius: 10px;");
        client.println("        border-radius: 10px;");
        client.println("        height: 1px;");
        client.println("        width: 13px;");
        client.println("        padding: 5px 0;");
        client.println("        background-color: rgba(200, 200, 200,
0.25);");
        client.println("        background-image: -webkit-
gradient(linear, 0% 0%, 0% 95%, from(rgba(255, 255, 255, 0.7)),
to(rgba(255, 255, 255, 0)));");
        client.println("    }");
        client.println("");

//and finally this is the end of the style data and header
client.println("</style>");
client.println("</head>");

//now printing the page itself
client.println("<body>");
client.println("<div class=\"view\">");
client.println("    <div class=\"header-wrapper\">");
client.println("        <h1>Control Actuadores</h1>");
client.println("    </div>");

/////

} //end of htmlHeader

////////////////////////////////////
//
//htmlFooter Function
////////////////////////////////////
//
//Prints html footer
void printHtmlFooter(EthernetClient client){
    //Set Variables Before Exiting
    printLastCommandOnce = false;
    printButtonMenuOnce = false;
    allOn = "";
    allOff = "";

    delay(1); // give the web browser time to receive the data

    client.stop(); // close the connection:

    Serial.println(" - Done, Closing Connection.");

    delay (2);

} //end of htmlFooter

////////////////////////////////////
//
//printHtmlButtonTitle Function
////////////////////////////////////
//

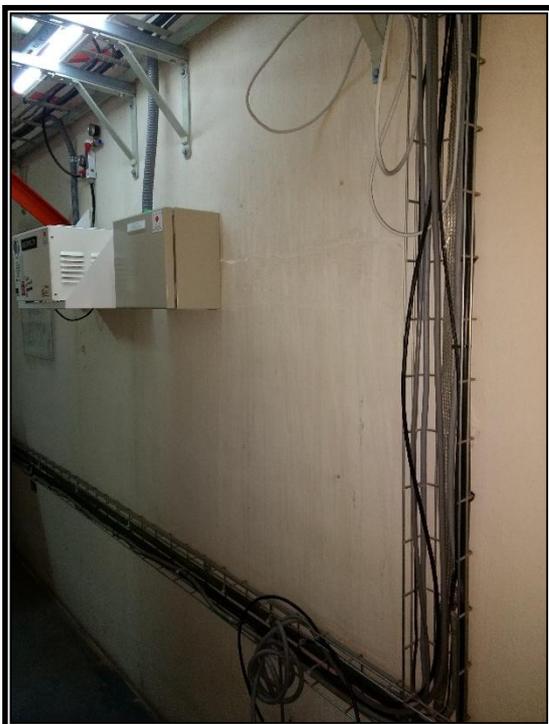
```

```
//Prints html button title
void printHtmlButtonTitle(EthernetClient client){
    client.println("<div class=\"group-wrapper\">");
    client.println("    <h3>Tiempo de Actualizacion 5
segundos.</h3>");
    client.println();
}

/////////////////////////////////////////////////////////////////
//
//printLoginTitle Function
/////////////////////////////////////////////////////////////////
//
//Prints html button title

void printLoginTitle(EthernetClient client){
    //    client.println("<div class=\"group-wrapper\">");
    client.println("    <h2>Please enter the user data to
login.</h2>");
    client.println();
}
```

ANEXO 5. Imágenes de instalación en la filial Arequipa



ANTES DE INSTALACION



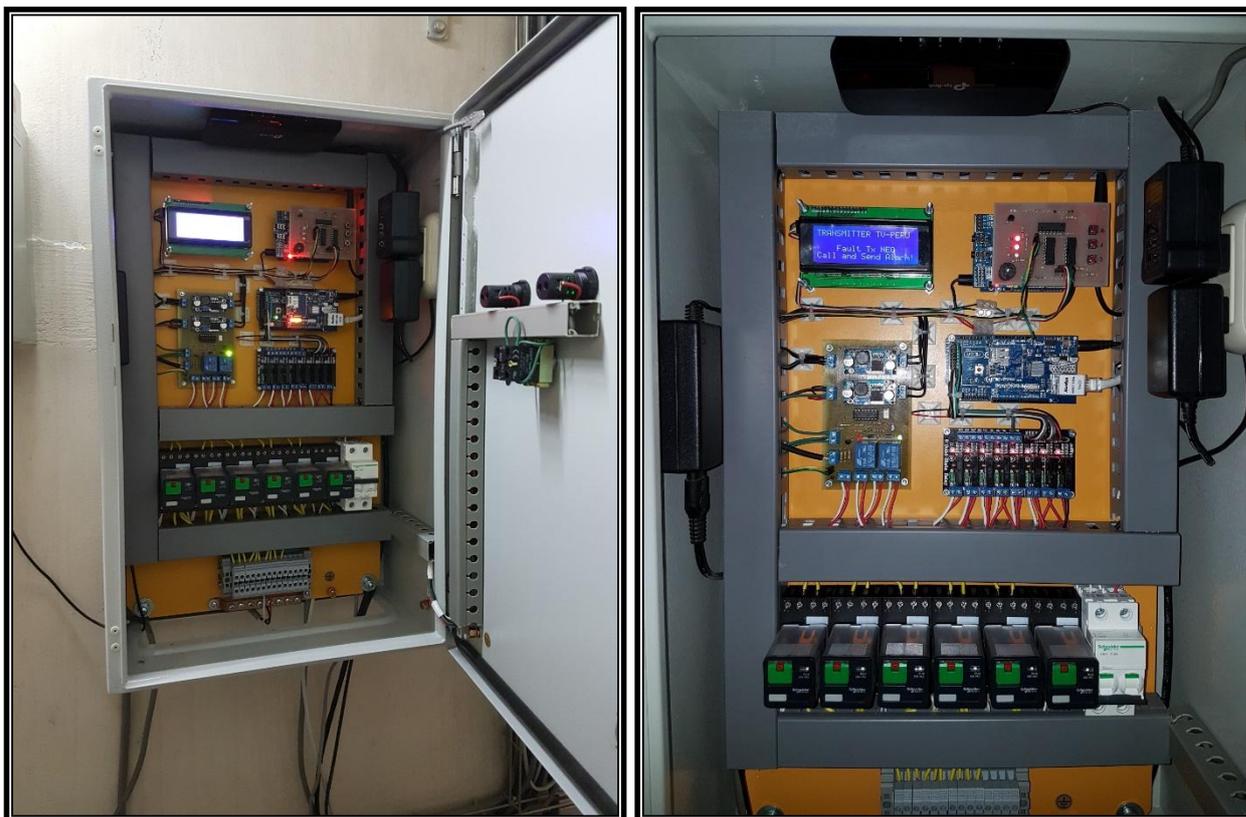
DESPUES DE INSTALACION



Tablero de control de Extractor de aire



Sensor de Corriente no Invasivo



Vista Frontal De Tablero Electrónico



Vista Lcd 20 X4 Todo El Sistema Ok



Alarma De Cambio Automático A Manual



Alarma Falla en TX Control



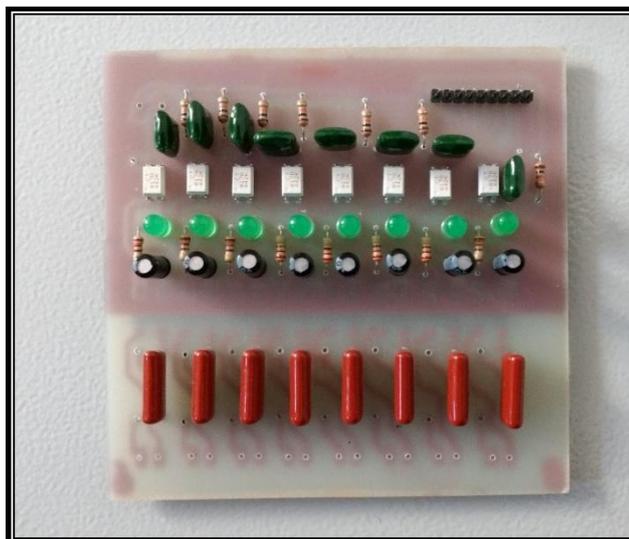
Alarma Falla Energía



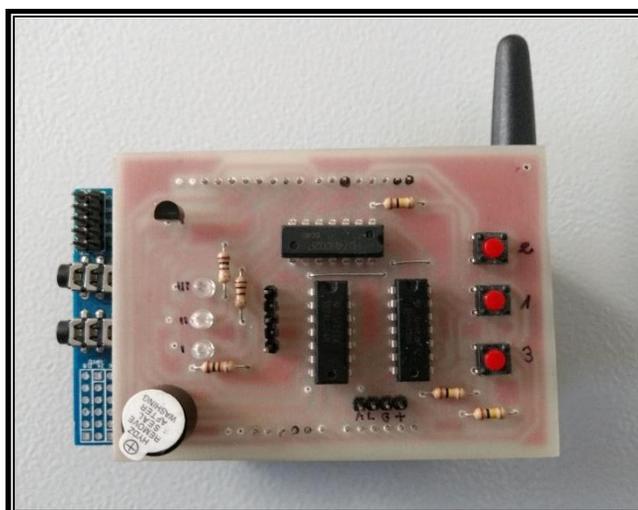
Fuentes de poder para alimentación de módulos en general



Switch Giga Ethernet TP Link



Módulo sensor 220 AC



Módulo GSM sensor



Módulos reguladores de tensión