



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE: INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**SISTEMA ELECTRÓNICO DE MONITOREO REMOTO PARA VARIACIONES DE
TEMPERATURA Y SUSPENSIÓN DE FLUIDO ELÉCTRICO EN LA SUBCENTRAL
TELEFÓNICA DE ZAMBIZA MEDIANTE UN MICROCONTROLADOR Y UNA
APLICACIÓN EN SMARTPHONE.**

AUTOR:

BRAULIO FABIÁN DÍAZ JAYA

TUTOR:

Mg. FRANCISCO XAVIER JURADO PRUNA

QUITO, ECUADOR

2018

RESUMEN

El presente proyecto se basa en un Sistema electrónico de monitoreo remoto para variaciones de temperatura y suspensión de fluido eléctrico en la central telefónica de Zambiza mediante un microcontrolador y una aplicación en Smartphone, para el personal analista del área de energía y climatización de la CNT. EP con la finalidad de optimizar el tiempo de respuesta en la subcentral telefónica a fin tener un monitoreo en tiempo real de la temperatura, de igual forma si se presenta de forma repentina la suspensión de fluido eléctrico en el sector de manera que el área encargada del mantenimiento y supervisión de los equipos de climatización brinden el soporte técnico de manera rápida y oportuna para evitar la suspensión en el servicio por un tiempo muy prolongado que afecta de manera directa a la empresa. Para el efecto, se desarrolló una aplicación para Smartphone que permite observar en tiempo real valores de temperatura y que se programó en el microcontrolador ATmega 328. El hardware del prototipo está conformado por una tarjeta desarrollada con el microcontrolador conectada a un módulo GSM y Shield Ethernet para proporcionar comunicación.

El sistema electrónico de monitoreo está desarrollado bajo los siguientes parámetros que cuando se presente temperaturas elevadas en la central de manera inmediata el sensor detecta el inconveniente activa un ventilador de respaldo y de igual forma el dispositivo envía un mensaje de texto al celular que se encuentra registrado para que el área encargada pueda tomar los correctivos de caso a fin de evitar problemas mayores.

De igual forma el dispositivo está desarrollado para cuando de manera inesperada se presente un corte de energía en el nodo, el sistema procesa la información y de igual forma envía un mensaje de alerta sobre el percance que está sucediendo al celular que se encuentra registrado,

para lo cual el dispositivo cuenta con respaldo de energía para realizar todo el proceso de envío de datos de información.

El dispositivo dentro de la central va a estar conectada a un puerto Ethernet para el envío de información en tiempo real vía internet que se lo va a poder observar en la aplicación Smartphone que cuenta con dos opciones que es para visualizar “ON LINE” y la otra es pedir información GSM.

PALABRAS CLAVE: Smartphone, Microcontrolador ATmega 328, Módulo GSM sim 900, Módulo shield Ethernet, ThingSpeak.

ABSTRACT

The present project is based on an electronic remote monitoring system for temperature variations and electric fluid suspension in the Zambiza telephone central by means of a microcontroller and an application in Smartphone, for the CNT's energy and climate analyst staff. EP in order to optimize the response time in the telephone sub-center in order to have a real-time monitoring of the temperature, in the same way if there is a sudden suspension of electric fluid in the sector so that the area in charge of the maintenance and supervision of the air conditioning equipment provide technical support in a fast and timely manner to avoid suspension in the service for a very long time that directly affects the company. For this purpose, an application for Smartphone was developed that allows temperature values to be observed in real time and programmed in the ATmega 328 microcontroller. The prototype hardware consists of a card developed with the microcontroller connected to a GSM module and Ethernet Shield to provide communication.

The electronic monitoring system is developed low the following parameters that when high temperatures are present in the central immediately the sensor detects the active problem a backup fan and likewise the device sends a text message to the mobile phone that is registered so that the area in charge can take the corrective cases in order to avoid major problems.

In the same way, the device is developed so that when there is an unexpected power cut in the node, the system processes the information and likewise sends an alert message about the incident that is happening to the cell phone that is registered, for which the device has energy backup to perform the entire process of sending information data.

The device inside the central will be connected to an Ethernet port for the sending of information in real time via Internet that will be able to observe it in the Smartphone application that has two options that is to visualize "ON LINE" and another is to ask for GSM information.

Keywords: Smartphone, ATmega microcontroller 328, GSM module sim 900, Shield Ethernet module, ThingSpeak.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación **“SISTEMA ELECTRÓNICO DE MONITOREO REMOTO PARA VARIACIONES DE TEMPERATURA Y SUSPENSIÓN DE FLUIDO ELÉCTRICO EN LA SUBCENTRAL TELEFÓNICA DE ZAMBIZA MEDIANTE UN MICROCONTROLADOR Y UNA APLICACIÓN EN SMARTPHONE.”**, presentado por el Sr. Braulio Fabián Díaz Jaya, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D. M., Marzo del 2018

TUTOR

Ing. Francisco Xavier Jurado Pruna, Mg

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación dedico con mucho afecto a mis padres y a todos quienes aportaron positivamente a lo largo de este trabajo, dándome el apoyo e incentivo que necesitaba para trabajar día tras día, ya que son los testigos fieles del trabajo perseverante para lograr terminar este proyecto que me servirá en la vida profesional.

Por eso y por mucho más le dedico este proyecto que constituirá el cimiento fundamental en mi vida profesional y a través del cual forjare un nuevo presente en las labores que desempeño todos los días.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero y profundo agradecimiento a todos quienes hicieron posible culminar la presente investigación.

A la Universidad Tecnológica Israel, por la orientación recibida durante el transcurso de la carrera, tanto humana y técnica, así como a la Carrera de Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones; por la oportunidad de formarme profesionalmente, y un reconocimiento especial al Mg. Francisco Jurado, por sus valiosas sugerencias en esta investigación.

Nuestro reconocimiento a la “CORPORACIÓN NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES ZONA INTEGRAL 4 IÑAQUITO” por brindar total libertad para realizar la presente investigación.

ÍNDICE CONTENIDO

1	INTRODUCCION	1
1.1	OBJETIVOS	2
1.1.1	Objetivo General.....	2
1.1.2	Objetivos Específicos	2
2	CAPITULO I	3
2.1	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	3
2.1.1	Microcontrolador ATmega 328	3
2.1.2	Sensor DTH 11	4
2.1.3	Módulo GSM SIM 900.....	5
2.1.4	Tarjeta SIM.....	6
2.1.5	Cristal de cuarzo de 16 MHz.	7
2.1.6	Shield Ethernet W5100.....	8
2.1.7	Relé 12 Vd.	9
2.1.8	Adaptador 120Vac a 12Vdc.	9
2.1.9	Programa APP Inventor.....	10
2.1.10	Proteus	12
2.1.11	ThingSpeak.....	14
3	CAPITULO II	15
3.1	PROPUESTA DE DISEÑO.....	15
3.1.1	Diseño Electrónico	16
3.1.2	Diseño Mecánico	19
3.2	DESARROLLO DEL PROYECTO	20
3.2.1	Diseño del circuito electrónico en Proteus	20
3.2.2	Programación en Arduino Uno.....	24
3.2.3	Programación en APP Inventor	29
4	CAPÍTULO III	37
4.1	IMPLEMENTACION	37
4.1.1	Desarrollo montaje prototipo.....	37
4.2	PRUEBAS Y RESULTADOS.....	42

4.2.1	Pruebas	42
4.2.2	Análisis y resultados	44
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
5.1	Conclusiones	46
5.2	Recomendaciones	47
	REFERENCIAS	48
	BIBLIOGRAFÍA	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1.1: Atmega 328 con microcontrolador en formato DIP.	4
Figura 1.2: Sensor DTH 11	4
Figura 1.3: Conexión de pines del sensor DTH 11.	5
Figura 1.4: Conexión tarjeta SIM900	6
Figura 1.5: Tarjeta SIM.....	7
Figura 1.6: Cristal de cuarzo de 16 MHz.....	7
Figura 1.7: Conexión tarjeta Shield Ethernet.....	11
Figura 1.8: Conexión Relé.....	13
Figura 1.9: Adaptador de 120 Vac a 12 Vdc.....	16
Figura 1.10: Pantalla principal App Inventor.....	17
Figura 1.11: Pantalla inicial del Software Proteus 8.....	13
Figura 1.12: Pantalla grafica de Proteus 8	19
Figura 1.13: Pantalla grafica ThingSpeak.....	14
Figura 2.1: Diagrama de bloques del sistema electrónico de monitoreo	16
Figura 2.2: Etapas de funcionamiento del prototipo electrónico de monitoreo	17
Figura 2.3: Flujograma de funcionamiento del sistema de monitoreo.....	18
Figura 2.4: Estructura del Prototipo Mecánico	19
Figura 2.5: Planteamiento mecánico del prototipo de monitoreo	19
Figura 2.6: Vista frontal de la estructura del sistema.....	20
Figura 2.7: Entradas y salidas del microcontrolador.....	21
Figura 2.8: Pines 0 y 1 comunicación serial del hardware.....	21
Figura 2.9: Etapa de transición de voltajes	22
Figura 2.10: Etapa de accionamiento del ventilador.....	22
Figura 2.11: Entrada analógica	23
Figura 2.12: Shield GSM en Proteus	23
Figura 2.13: Simulación de envió de mensajes por el chip GSM	24
Figura 2.14: Inclusión de las librerías determinados del proyecto.....	25
Figura 2.15: Asignación de variables.....	26
Figura 2.16: Inicialización de configuración del programa	27
Figura 2.17: Configuración del programa para el SIM900.....	27
Figura 2.18: Configuración del programa para el SIM900 para el envío de mensajes de texto	28
Figura 2.19: Configuración del programa para rangos de temperatura	29
Figura 2.20: Pantalla de inicialización para la creación de la aplicación.....	30
Figura 2.21: Etapa de Lógica para la conexión de bloques para la pantalla de inicialización	31
Figura 2.22: Etapa de solicitud de mensajes de texto.	32
Figura 2.23: Etapa de solicitud de visualización ON LINE.....	33
Figura 2.24: Determinación de las variables de control en la programación de la aplicación.....	34
Figura 2.25: Pantalla de visualización de control de temperatura	34
Figura 2.26: Pantalla de visualización de envió de mensajes de texto.....	35
Figura 2.27: Pantalla de visualización de control de temperatura	35
Figura 2.28: Esquema grafico de envió de datos de información On Line.....	36
Figura 3.1: Placa del Microcontrolador ATmega 328	37
Figura 3.2: Placa del Microcontrolador ATmega 328 y demás elementos electrónicos.....	38

Figura 3.3: Conexiones del módulo GSM.....	38
Figura 3.4: Montaje del microcontrolador sobre la palca Arduino Uno para su respectiva configuración.....	39
Figura 3.5: Módulo Shield Ethernet anclada a placa del microcontrolador.....	39
Figura 3.6: Módulo Shield Ethernet y Modulo GSM montados sobre la placa del microcontrolador .	40
Figura 3.7: Prototipo localizador terminado	40
Figura 3.8: Dispositivo de monitoreo ubicados dentro de la caja de acrílico	41
Figura 3.9: Colocación de tapa en la parte superior de la caja.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Parámetros técnicos del microcontrolador ATmega 328	3
Tabla 1.2: Especificaciones Técnicas del sensor DTH 11	5
Tabla 1.3: Especificaciones Técnicas del Módulo GSM SIM900	6
Tabla 1.4: Especificaciones Técnicas del Cristal de cuarzo de 16 MHz.....	7
Tabla 1.5: Especificaciones Técnicas de la tarjeta Shield Ethernet	8
Tabla 3.1: Pruebas de monitoreo de distintas centrales telefónicas realizada por el técnico sin el dispositivo	43
Tabla 3.2: Pruebas de monitoreo de distintas centrales telefónicas realizada por el técnico con el dispositivo	43
Tabla 3.3: Pruebas de funcionamiento del dispositivo electrónico	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Colocación de pistas sobre la baquelita	51
Anexo 2: Diagrama de pistas sobre baquelita.....	51
Anexo 3: Quema de baquelita y producto terminado	52
Anexo 4: Perforación de la placa de baquelita para la colocación de los elementos y producto terminado.....	53
Anexo 5: Colocación de elementos en la placa para soldar.....	54
Anexo 6: Producto terminado	55
Anexo 7: Pruebas de funcionamiento del módulo GSM Sim 900	55
Anexo 8: Temperatura elevada sin funcionamiento equipos de aire acondicionado.....	56
Anexo 9: Equipos GPON dentro de la central Zambiza	57
Anexo 10: Rack HUAWEI B803 equipos DSLAM	58
Anexo 11: Regletas de Lens y red primaria central Zambiza.....	59
Anexo 12: Central Zambiza sin energía eléctrica	60
Anexo 13: Central Zambiza Aire acondicionado 1 sin operar interruptores en corto	61
Anexo 14: Configuración de instrucciones para el microcontrolador Atmega328.....	62

1 INTRODUCCIÓN

La Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP, se estableció como empresa pública el 14 de Enero del 2010 resultado de la fusión de las extintas Andinatel S.A. y Pacifictel S.A. Posteriormente el 30 de julio del 2010 se oficializó la fusión de la empresa ALEGRO, permitiendo potenciar los servicios en telecomunicaciones en el empaquetamiento de servicios y en convergencia de tecnologías, en beneficio de la sociedad debido a años anteriores el servicio no llegaba a todos los lugares.

Para lograr cubrir los servicios que brinda la CNT EP en la ciudad de Quito, la empresa optó por dividir estratégicamente a los sectores del sur y norte de Quito así como en los Valles en zonas técnicas, de manera que se pueda cubrir la demanda de servicios de telefonía fija, internet y atender los requerimientos de los usuarios ya que en los años 90 y a inicio del año 2000 era imposible atender la gran demanda de nuevos servicios, para lo cual la empresa pública realizó un estudio de factibilidad previo para la creación e implementación subcentrales telefónicas para cumplir con la demanda de abonados las cuales se encuentran en zonas alejadas o en terrenos que fueron donados por los respectivos municipios en donde se permitió la construcción de las centrales y cada una de ellas poseen equipos de climatización para el enfriamiento del nodo y generadores de energía eléctrica como respaldo si se presenta corte del fluido eléctrico en el sector.

En las centrales por lo general las variaciones en la temperaturas provienen de los mismos equipos porque no hay el espacio necesario y adecuado por donde disipen el calor generado ya que la infraestructura es hermética, algunas de las centrales no se las realizaron con los respectivos estudios para su implementación es decir en algunos nodos los equipos de climatización no son más que un simple equipo de aire acondicionado que no cubre en su totalidad el enfriamiento de los dispositivos ahí instalados, de igual forma algunos de los nodos no disponen de generadores eléctricos los cuales cuando se detecta la suspensión del fluido eléctrico pasan varios minutos hasta que entren en funcionamiento los equipos UPS, en este momento se presenta un corte repentino del servicio para los abonados y eso significa pérdida económica para la empresa.

El área encargada del mantenimiento y soporte de los equipos de enfriamiento no están al tanto del problema generado en la central porque no disponen de algún equipo de monitoreo.

La provincia de Pichincha tiene alrededor de 80 nodos las cuales no constan con personal de planta para realizar revisiones frecuentes y constante de los equipos ya que el área encargada poseen alrededor de 18 técnicos analistas los cuales no poseen la información actual del funcionamiento de cada uno de los nodos en tiempo real por lo general realizan una vista cada 2 meses en el mejor de los casos o cada vez que el personal del área técnica de aviso a su jefe inmediato del mal funcionamiento de los equipos para que de forma inmediata informen al área respectiva y puedan tomar acciones inmediatas a fin de que se pueda trasladar personal y verificar el inconveniente.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Implementar un sistema electrónico de monitoreo remoto para variaciones de temperatura y suspensión de fluido eléctrico en la subcentral telefónica de Zambiza mediante un microcontrolador y una aplicación en Smartphone.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Establecer parámetros de funcionamiento de los elementos electrónicos.
- Diseñar un dispositivo electrónico de monitoreo remoto para variaciones de temperatura y suspensión de fluido eléctrico.
- Implementar el dispositivo electrónico para el nodo de Zambiza.
- Evaluar la funcionalidad del dispositivo electrónico en campo de trabajo.

2 CAPITULO I

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Para la elaboración del prototipo de localización será necesario la utilización de varios elementos electrónicos y componentes de software que ayudarán en el desarrollo de dicho prototipo.

2.1.1 Microcontrolador ATmega 328

El microcontrolador ATmega 328 es un circuito integrado con arquitectura RISC (Computador con Conjunto de Instrucciones Reducidas) que dispone de 28 pines I/O, posee una memoria flash de 32 KB con la capacidad de leer mientras escribe, el microcontrolador es de alto rendimiento que opera entre el rango de 1.8 y 5.5 voltios, desarrollado por ATmega para su uso en automatización industrial, viviendas y edificios como se observa en la figura 1.1.

Tabla 1.1: Parámetros técnicos del microcontrolador ATmega 328.

PARÁMETROS	VALORES
Flash	32 Kbytes
SRAM	2 Kbytes
Cantidad Pines	28
Frecuencia máxima de operación	20 MHz
CPU	8-bit AVIR
Pines máximos de E/S	23
Interrupciones internas	24
SPI	1
UART	1
Canales ADC	8
Resolución de ADC	10
Eeprom	1K
Canales PWM	6
Voltaje de operación	1.8-5.5 v
Timers	3

Fuente: Alvarado, R., (2013). Características técnicas de la placa Arduino Uno (p. 2).

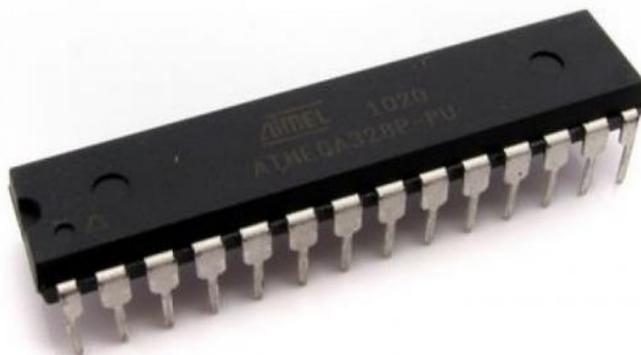


Figura 1.1: ATmega 328 con microcontrolador en formato DIP.
Fuente: (Alvarado, 2013)

2.1.2 Sensor DTH 11

DTH 11 es un sensor digital de temperatura y humedad, posee en su interior un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circundante, muestra los datos mediante una señal digital en el pin de datos.

DHT11 se caracteriza principalmente por tener la señal digital calibrada, proporcionando alta fiabilidad y en el transcurso del tiempo. Puede medir la humedad que va en el rango desde 20% hasta un 90% y la temperatura va en el rango de 0°C a 50°C.

En la figura 1.2 el sensor DHT11 es básicamente calibrado en laboratorio, que presenta una extrema precisión en su calibración.

Su protocolo de comunicación utiliza un único hilo o cable, por lo tanto facilita que la integración del sensor en los proyectos sea rápida y sencilla.

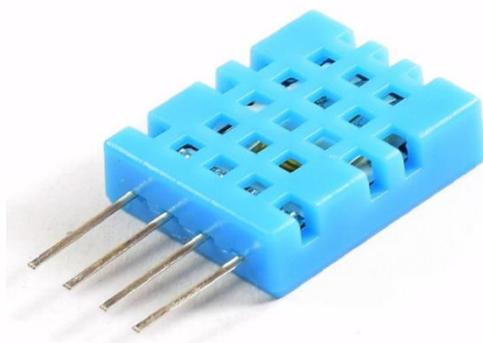


Figura 1.2: Sensor DTH 11
Fuente: (Prometec, s.f.)

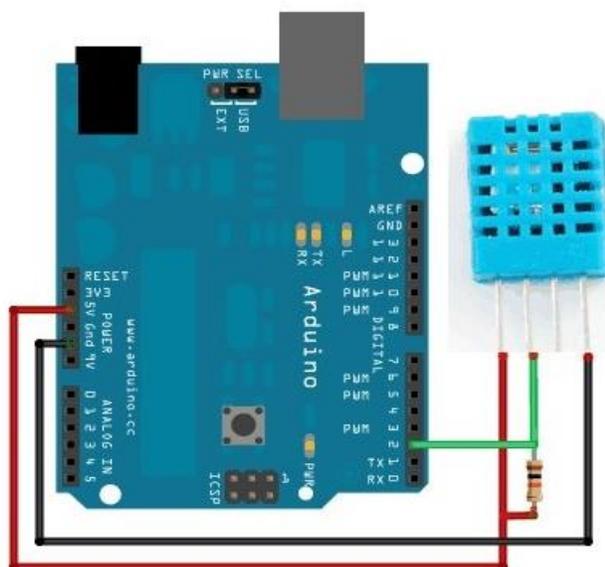


Figura 1.3: Conexión de pines del sensor DTH 11.
Fuente: (Prometec, s.f.)

Tabla 1.2: Especificaciones Técnicas del sensor DTH 11

Model	DHT11	
Power supply	3-5.5V DC	
Output signal	digital signal via single-bus	
Sensing element	Polymer resistor	
Measuring range	humidity 20-90%RH; temperature 0-50 Celsius	
Accuracy	humidity $\pm 4\%$ RH (Max $\pm 5\%$ RH); temperature ± 2.0 Celsius	
Resolution or sensitivity	humidity 1% RH;	temperature 0.1 Celsius
Repeatability	humidity $\pm 1\%$ RH;	temperature ± 1 Celsius
Humidity hysteresis	$\pm 1\%$ RH	
Long-term Stability	$\pm 0.5\%$ RH/year	
Sensing period	Average: 2s	
Interchangeability	fully interchangeable	
Dimensions	size 12*15.5*5.5mm	

Fuente: Electrónicos Caldas, (2013).

2.1.3 Módulo GSM SIM 900

El módulo SIM 900, está basado en una comunicación controlada por vía UART que trabaja en las bandas de 900, 1800 y 1900 MHz, el cual soporta GPRS/GSM utilizado para el envío de mensajes SMS. Este módulo está diseñado para colocarlo por encima de la placa Arduino Uno, de manera que pueda acoplarse al tamaño de la misma (Guerra y Pérez, p.4, s.f.). Las especificaciones técnicas del módulo GSM SIM900 se ilustran en la tabla 1.3.

Tabla 1.3: Especificaciones Técnicas del Módulo GSM SIM900

Compatibilidad	Arduino
Conexión	Puerto serial
Quad-Band	850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz y 1900 MHz
GPRS	Multi-slot clase 10/8
GPRS	Mobile station clase B
Compatible	GSM fase 2/2+
Clase 4	2 W (AT) 850 MHz a 900 MHz
Clase 1	1 W (AT) 1800 MHz a 1900 MHz
TCP/UP	Embebido
Soporta	Soporta RTC
Consumo	1.5 mA.

Fuente: Adaptado de Lara, E. (2015). Sim900 GSM GPRS Shield con Arduino Uno

La tarjeta es conectada al microcontrolador ATmega 328 para realizar la conectividad en los pines de transmisión y éste comienza a comunicar a través de comandos AT y realice la llamada de activación de la alarma cuando el sensor PIR detecte movimiento. La figura 1.4 indica la conexión del módulo SIM900 con la placa Arduino Uno para el funcionamiento en el modo alarma



Figura 1.4: Conexión tarjeta SIM900.

Fuente: (Elaborado por el autor)

2.1.4 Tarjeta SIM

La figura 1.5 “Es una tarjeta inteligente desmontable usada en teléfonos móviles y módems HSPA o LTE que se conectan al puerto USB” (González, 2015). La tarjeta SIM alojada en el prototipo electrónico que almacena de forma segura la clave de servicio del cliente que es usada para identificarse ante la red, de forma que sea posible realizar una llamada de un terminal a otro.



Figura 1.5: Tarjeta SIM
Fuente: (González, 2015)

2.1.5 Cristal de cuarzo de 16 MHz.

Cristal de cuarzo en la figura 1.6 es un elemento oscilador electrónico de alta calidad y de un bajo perfil con una frecuencia de 16Mhz, esta frecuencia se utiliza para controlar el tiempo, para proporcionar una señal de reloj estable para circuitos electrónico y estabilizar las frecuencias de los receptores de radio y transmisores.

El cristal de cuarzo de 16 MHz se caracteriza en su estabilidad de frecuencia y la pureza de fase, entregada por el resonador.



Figura 1.6: Cristal de cuarzo de 16 MHz.
Fuente: (ElectroBiomedical, s.f)

En la tabla 1.4 se detallan las características técnicas del Cristal de cuarzo de 16 MHz para utilizar en el sistema.

Tabla 1.4: Especificaciones Técnicas del Cristal de cuarzo de 16 MHz.

Frecuencia: 16 MHz
Material: Cuarzo
Capacitancia: 20pF
Estabilidad: +/- 50ppm
Distancia entre pines: 13mm/0.5"
Package: HC49/US
Trough hole

Fuente: ElectroBiomedical, (s.f.). Oscilador de cristal (p. 1-2)

2.1.6 Shield Ethernet W5100

El Shield Ethernet da la capacidad para conectar un módulo Arduino a una red Ethernet, de igual forma es la parte física que implementa los protocolos TCP/IP.

Este módulo está basado en el chip Ethernet Wiznet W5100. Este chip W5100 brinda una pila de red IP que es capaz de soportar protocolos TCP y UDP.

Admite cuatro conexiones de sockets simultáneas. Para su configuración utiliza la librería Ethernet para poder leer y escribir en su interior los diferentes flujos de datos que viajan por el puerto Ethernet.

En la figura 1.7 el módulo posee un conector Ethernet estándar RJ45, de igual forma dispone de varios pines que permiten conectar otras placas sobre el mismo y conectarlas sobre una placa Arduino.

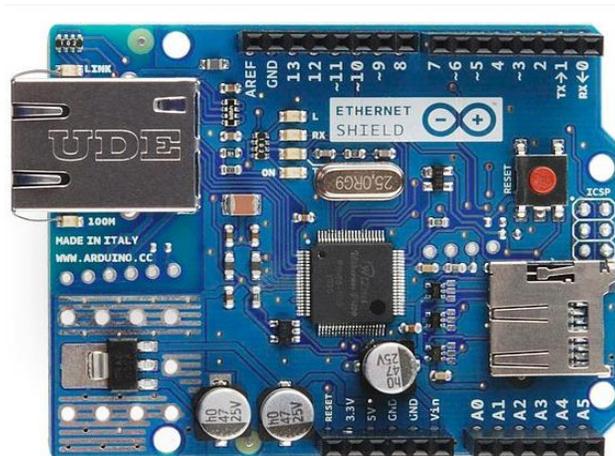


Figura 1.7: Conexión tarjeta Shield Ethernet.

Fuente: (PatagoniaTec, s.f.)

Tabla 1.5: Especificaciones Técnicas de la tarjeta Shield Ethernet.

Chip Ethernet W5500
Dimensiones: 2,7 x 2,1 pulg.
Lector de tarjeta / ranura para tarjeta MicroSD
Conector jack Ethernet RJ45
5 LEDs de estado
9V Output

Fuente: (PatagoniaTec, s.f.)

2.1.7 Relé 12 Vd.

En la figura 1.8 es un dispositivo electrónico el cual funciona como un interruptor controlado por medio de una bobina y un electro imán que es un circuito eléctrico que acciona uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros diferentes circuitos electromagnéticos.

Un relé permite la conmutación de una línea eléctrica de media o de alta potencia mediante un circuito electrónico que es de baja potencia. Su principal ventaja motivo por el que se usa bastante en la electrónica es que la línea eléctrica está debidamente y completamente aislada de la parte electrónica que controla el relé. Por ende, se puede construir un circuito electrónico y, mediante un relé, controlar todo tipo de aparato conectado a la red eléctrica.

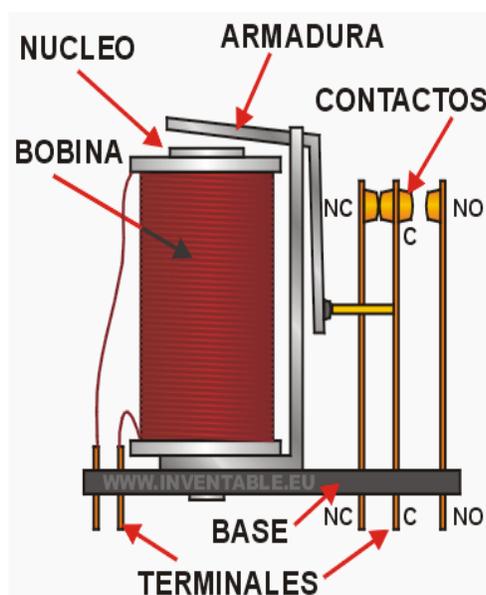


Figura 1.8: Conexión Relé.
Fuente: (PatagoniaTec, s.f.)

2.1.8 Adaptador 120Vac a 12Vdc.

El adaptador de corriente alterna es un convertidor de AC/DC, se utiliza en dispositivos electrónicos que no contienen su propia fuente de alimentación interna. Los adaptadores convierten la corriente alterna de alto voltaje que se toma del enchufe de la pared y la transforma a corriente directa de bajo voltaje.

En la figura 1.9 es un adaptador CA se encuentra dos bobinas de alambre que envuelven un núcleo de hierro. En primera instancia la primera bobina recibe la corriente alterna de 120 V proveniente del enchufe de corriente que genera un campo eléctrico sobre núcleo de hierro. Por otro lado la segunda bobina transforma al nuevo campo eléctrico generado en una corriente más reducida.

Los adaptadores de corriente AC/DC, se someten continuamente a rigurosas y exigentes pruebas de seguridad y fiabilidad.



Figura 1.9: Adaptador de 120 Vac a 12 Vdc.

Fuente: (PatagoniaTec, s.f.)

2.1.9 Programa APP Inventor

El programa “App Inventor es un entorno de desarrollo de software gratuito desarrollado por la empresa reconocida a nivel mundial Google Labs para la creación y desarrollo en línea de aplicaciones para el sistema operativo Android que consta de una parte visual y de un conjunto de herramientas básicas para enlazar bloques de configuración para las aplicaciones” (Barahona y Rubiano, 2016). En la figura 1.10, se explican las ventanas que contiene el programa App Inventor y por la que está compuesta la interfaz gráfica para el entorno de desarrollo de las aplicaciones.



Figura 1.10: Pantalla principal App Inventor
Fuente: (Elaborado por el autor)

La figura 1.10 muestra que el programa App Inventor contiene un conjunto de herramientas básicas que permiten desarrollar una aplicación de manera ágil, rápida, fácil e intuitiva. Además cada ventana que se encuentra en su interfaz, permite agregar, eliminar y editar elementos según requiera la funcionalidad de la aplicación Android. Cabe recalcar que App Inventor es totalmente gratuito y fácil de descargar en el internet.

A continuación, se enlistan las características que contribuyen en el diseño y creación de la aplicación Android.

- ✓ El editor de bloques de la plataforma App Inventor, utiliza la librería Open Blocks de Java para crear un lenguaje visual a partir de bloques (Barahona y Rubiano, 2016).

- ✓ El compilador que traduce el lenguaje visual de los bloques para la aplicación en Android, utiliza Kawa como lenguaje de programación para el entorno de desarrollo (Barahona y Rubiano, 2016).
- ✓ App Inventor permite desarrollar una aplicación en un corto tiempo, para programar aplicaciones complejas se necesita menos tiempo que con lenguajes tradicionales, basados en texto (Barahona y Rubiano, 2016).
- ✓ La interfaz gráfica del App Inventor permite al usuario desarrollar aplicaciones con mayores funcionalidades y aplicaciones sin necesidad de ser programador (Barahona y Rubiano, 2016).

2.1.10 Proteus

La figura 1.11 es un programa de simulación de circuitos electrónicos con una variedad de elementos, componentes y equipos que cuenta con animaciones para las simulaciones (Rossano, 2013, p. 14).

Por medio de este programa se realiza el diseño del sistema electrónico a implementar de forma virtual, con la principal ventaja de simular el funcionamiento, de esta forma se puede observar, simular y depurar las posibles fallas que se presenten en el diseño, dependiendo de qué tan complejo sea el desarrollado del circuito, integrándolo a varios compiladores con el cuál se puede comprobar su óptimo funcionamiento.

Proteus posee un módulo para el desarrollo avanzado de esquemas y circuitos electrónicos, que tiene una librería con más de 6.000 modelos de elementos digitales y analógicos.

Proteus tiene módulo de gestión de la lista de materiales, módulo de programación y simulación en tiempo real de microcontroladores para visualizar de manera inmediata el funcionamiento del proyecto desarrollado.

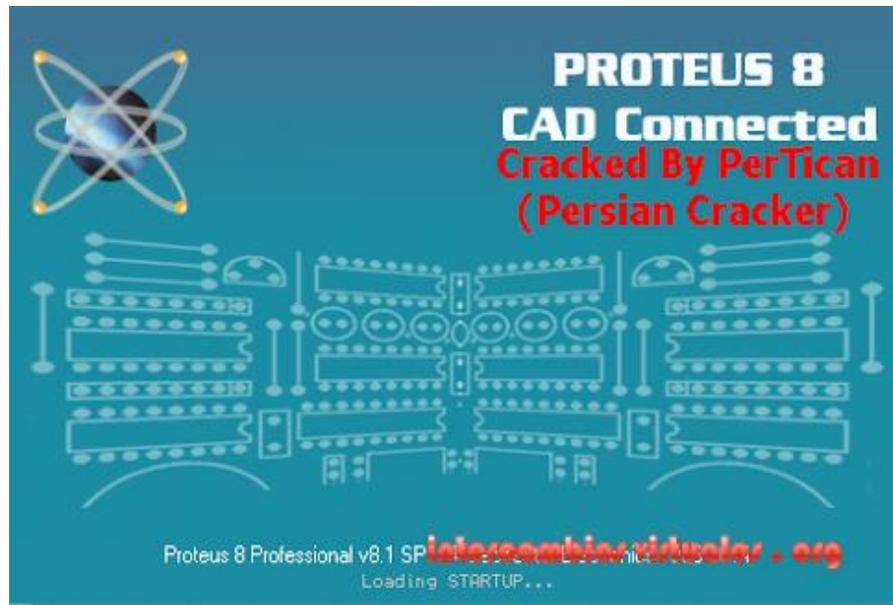


Figura 1.11: Pantalla inicial del Software Proteus 8
Fuente: (Reyes, 2015)

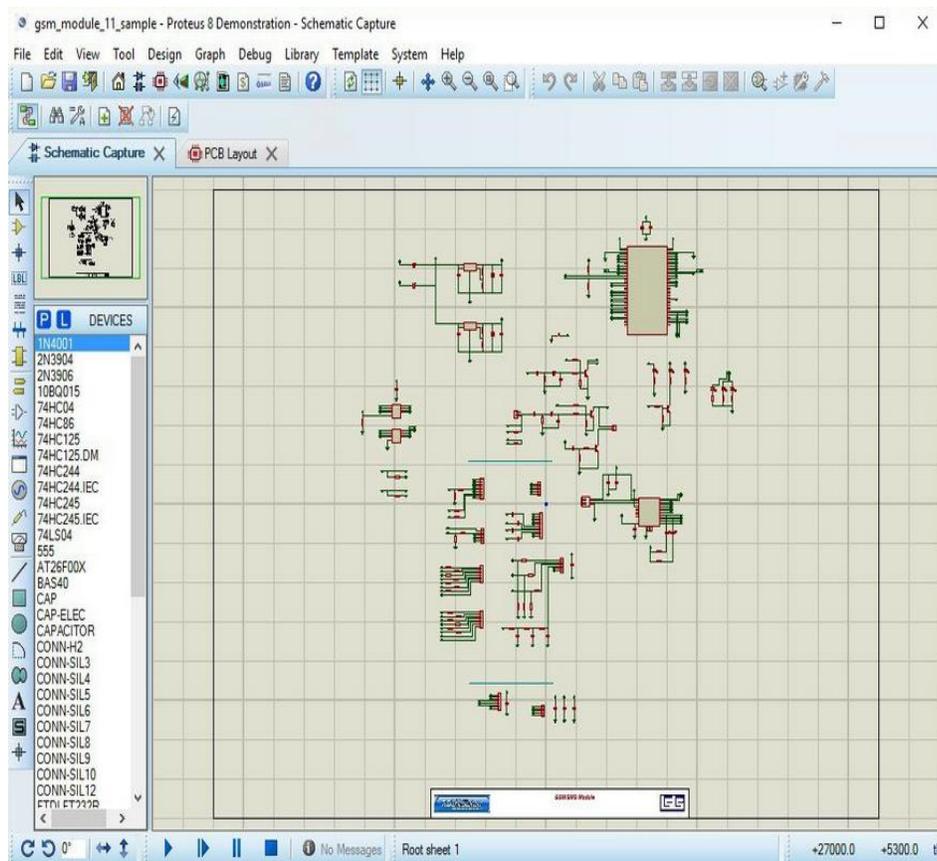


Figura 1.12: Pantalla grafica de Proteus 8
Fuente: (Elaborado por el autor)

2.1.11 ThingSpeak

Es una plataforma de libre acceso que permite interactuar con dispositivos utilizando tecnología Web estándar que funciona a través de un host gratuito en servidores personales el cual posee una base de datos que permite almacenar y transmitir datos información usando el protocolo HTTP.

Varios de los aspectos de la plataforma ThingSpeak poseen proceso, registro y distribución de información, servicios enfocados a la localización, ubicación, actualizaciones, integración con redes sociales y aplicaciones.

La característica principal de ThingSpeak en la figura 1.13 es la sencillez, y que permite elaborar una aplicación visual para presentar datos de información en un tiempo muy corto y de esta manera se centra para el desarrollo en la parte Hardware.

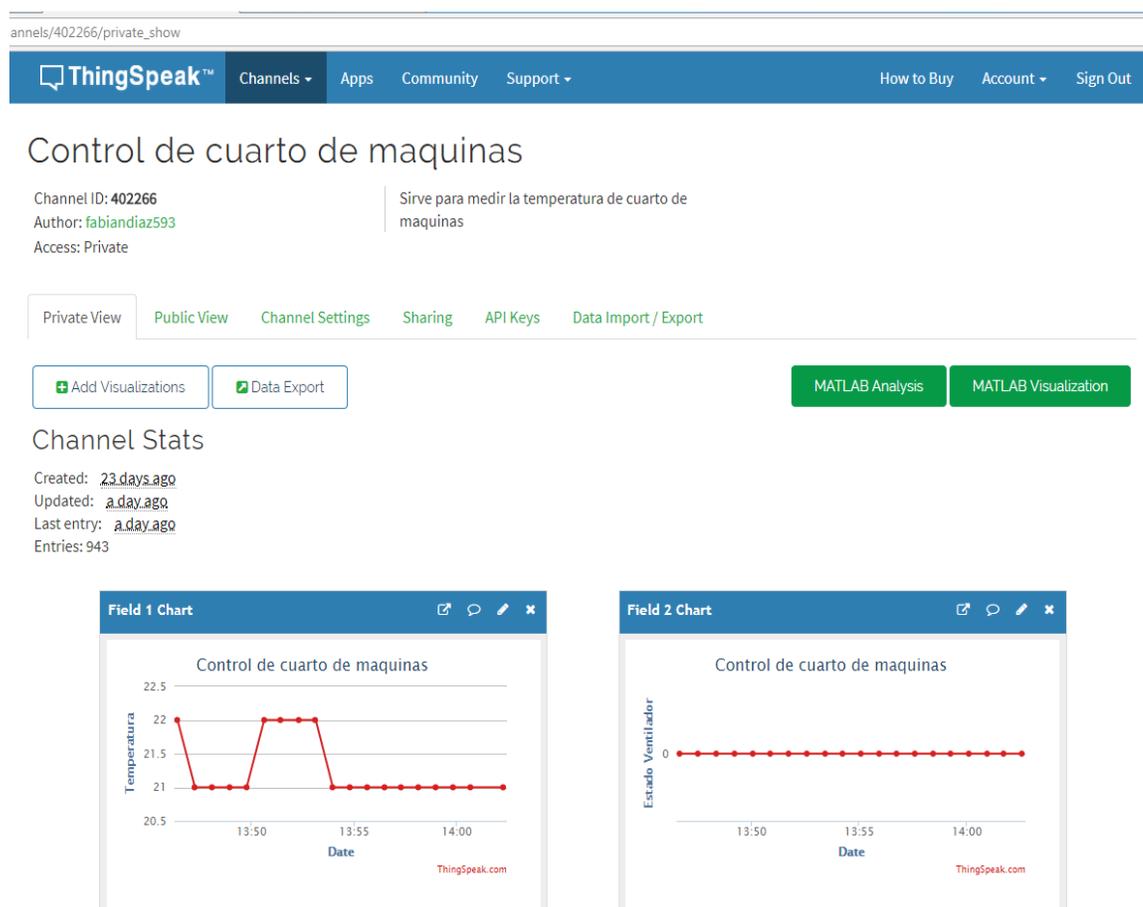


Figura 1.13: Pantalla grafica ThingSpeak
Fuente: (Elaborado por el autor)

3 CAPITULO II

3.1 PROPUESTA DE DISEÑO

El presente proyecto tiene como objetivo proponer a la Corporación Nacional de Telecomunicaciones E.P en el área de energía y climatización, un sistema electrónico, que tiene la finalidad de monitorear variaciones de temperatura y suspensión de fluido eléctrico, en el nodo Zambiza y brindar información en tiempo real de lo que está ocurriendo en ese preciso momento, a fin de que el personal técnico encargado esté al tanto de lo que está sucediendo y puedan trasladarse de manera inmediata al lugar a fin de corregir los errores y evitar la suspensión general del servicio en el sector.

De tal manera que no afecte a clientes que están anclados o pertenecen al nodo y obtener resultados deseados ya que los nodos poseen equipos de aire acondicionado para el enfriamiento de los dispositivos instalados ahí, pero en ocasiones no están funcionando de manera correcta por lo general siempre permanecen alarmados pero no llegan a enterarse de lo sucedido el área encargada, por ende carecen de un sistema de monitoreo de estas características, por lo cual el personal realiza un cronograma de mantenimientos de forma esporádica.

Este sistema será de gran ayuda para el personal del área técnica encargada del mantenimiento de estos equipos a fin de obtener y visualizar información en tiempo real.

Para el proceso de funcionamiento del sistema electrónico se plantea un diagrama de bloques que se muestra en la figura 2.1, el cual está compuesto por: software, hardware, parte mecánica y parte electrónica.

La parte de software está compuesta por el compilador de microcontrolador ATmega 328 y App Inventor. La parte mecánica contiene a la parte electrónica y a la parte de hardware. A su vez, esta última está compuesta por tres procesos:

1. Entrada.- formada por los elementos electrónicos sensor de temperatura.
2. Control.- compuesta por el microcontrolador.
3. Salida.- que constituye visualización en celular.

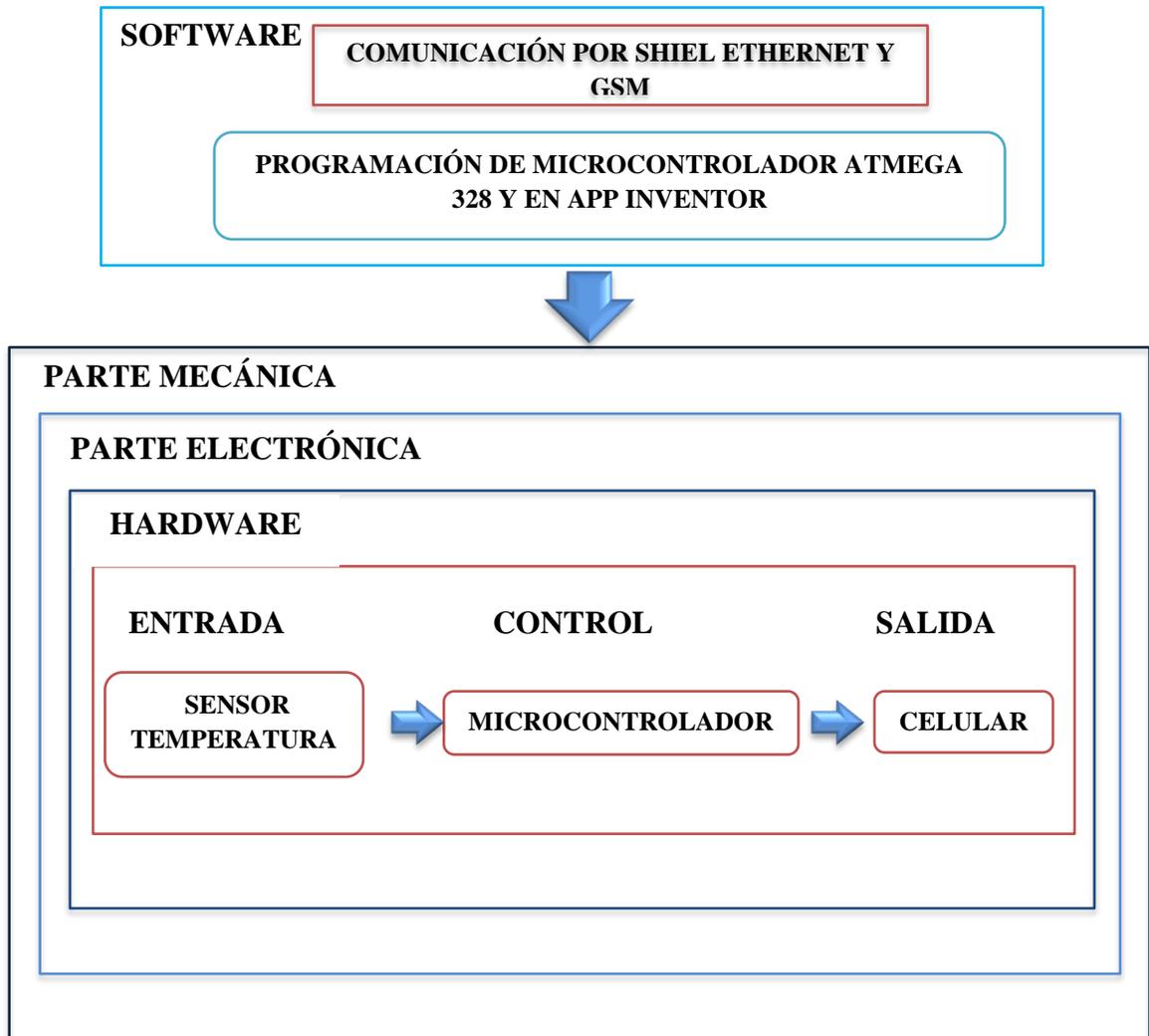


Figura 2.1: Diagrama de bloques del sistema electrónico de monitoreo
Fuente: (Elaborado por el autor)

3.1.1 Diseño Electrónico

En la figura 2.2 se presentan un diagrama esquemático de las etapas que integran el software y hardware del sistema de monitoreo electrónico.

Conjuntamente se ilustra los distintos elementos que se utilizan en el desarrollo del sistema electrónico y que están conectados a la placa donde se halla el microcontrolador ATmega 328 que es el encargado de la operatividad del circuito y en donde se desarrolla todo el proceso de programación para el funcionamiento del dispositivo.

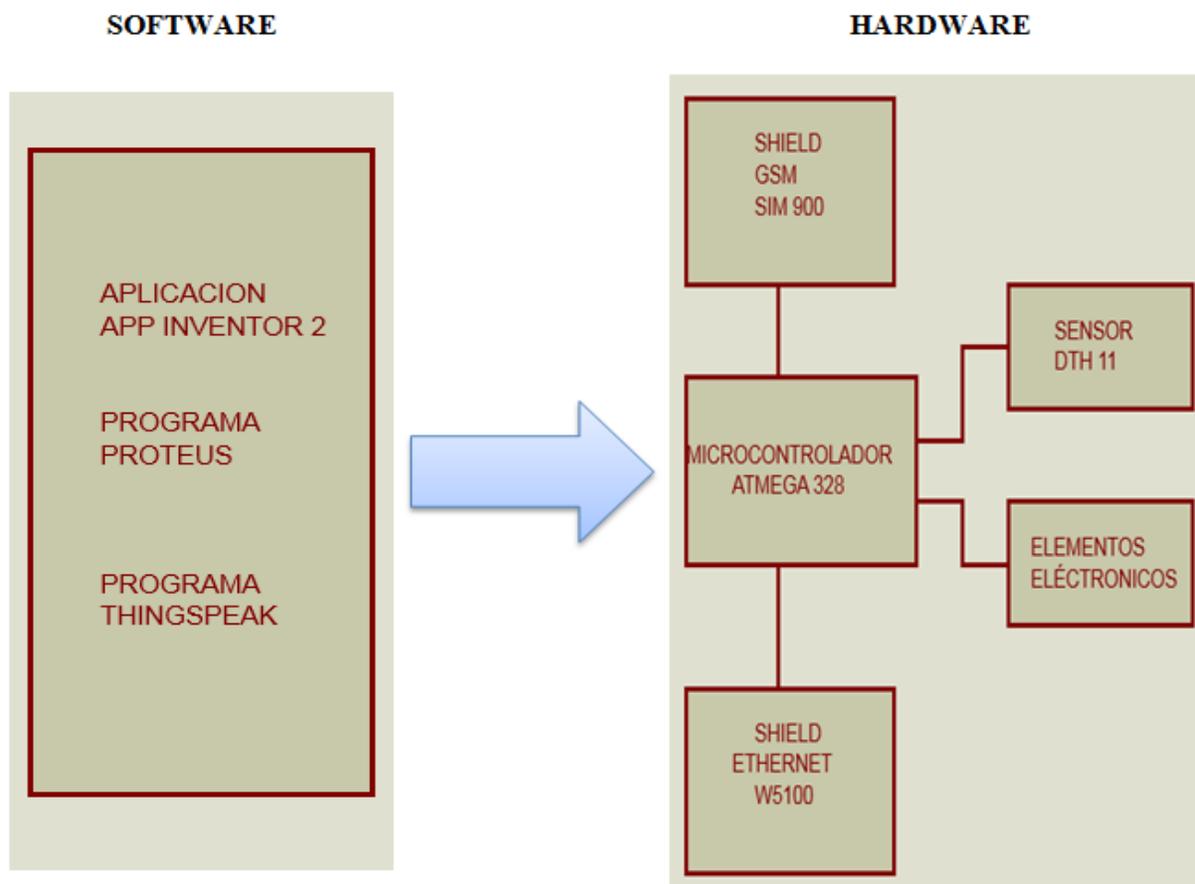


Figura 2.2: Etapas de funcionamiento del prototipo electrónico de monitoreo

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 2.3, se muestra en un flujograma el proceso que conlleva la programación en Arduino del microcontrolador y de la aplicación en App Inventor, que permite el funcionamiento del sistema electrónico, el cual va a realizar el monitoreo de variaciones de temperatura y suspensión de fluido eléctrico en el nodo de Zambiza que son muy habituales, por lo cual si detecta cualquiera de las dos anomalías el dispositivo realiza su función de alertar de manera inmediata al personal técnico encargado del mantenimiento de estos equipos, a fin de que tomen las acciones del caso y puedan desplazar al personal idóneo para dar la solución del caso de igual manera se puede visualizar mediante la aplicación en Smartphone en tiempo real del funcionamiento, si en algún momento el área encargada no se percatan seguirá llegando el mensaje de alerta porque no habido la solución necesaria.

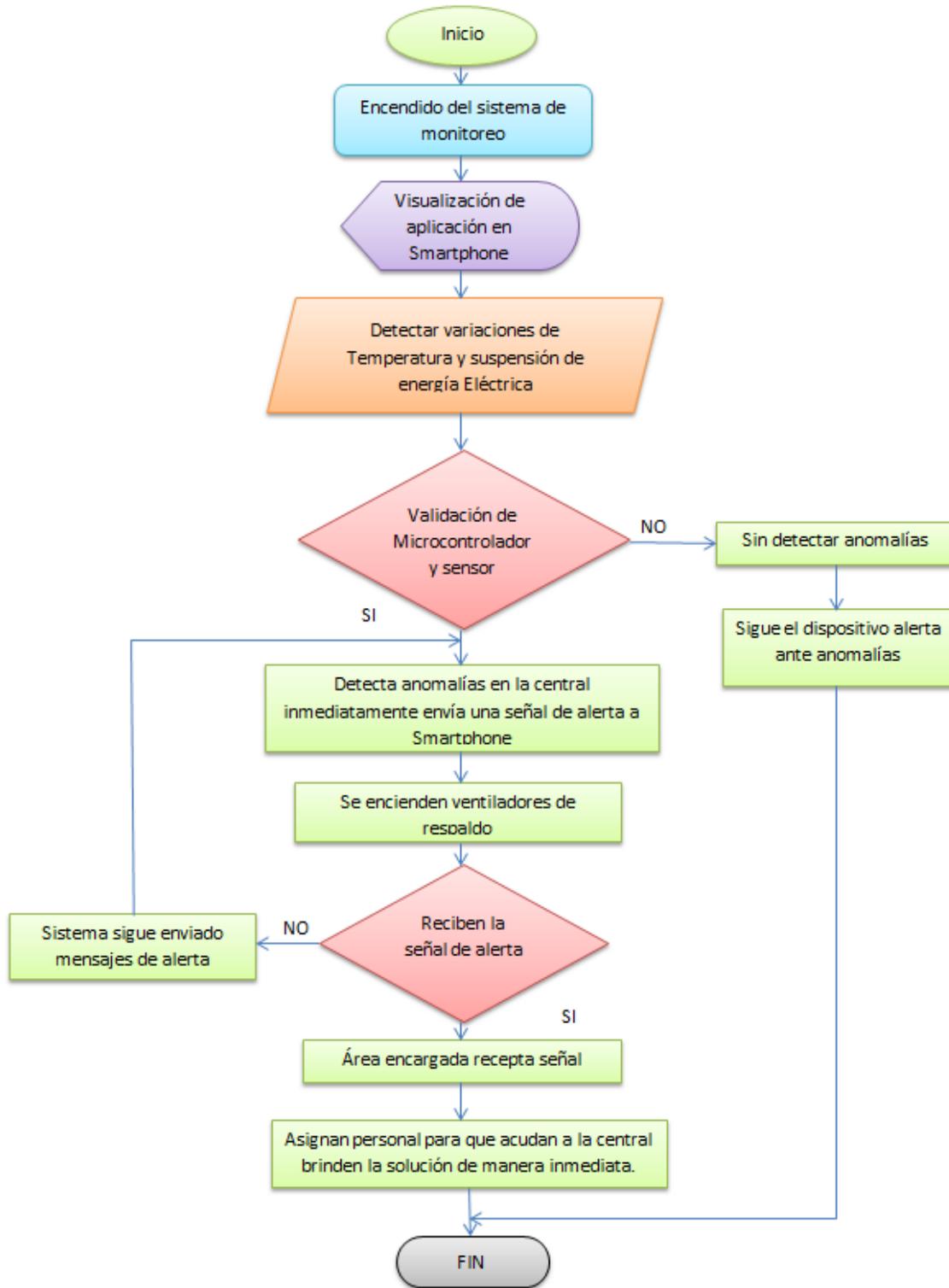


Figura 2.3: Flujograma de funcionamiento del sistema de monitoreo
Fuente: (Elaborado por el autor)

3.1.2 Diseño Mecánico

En las figuras 2.4 y 2.5 se visualizan en 3D el diseño de la estructura de la carcasa para su fabricación en material de acrílico y donde se van a ubicar los módulos electrónicos, respectivamente.

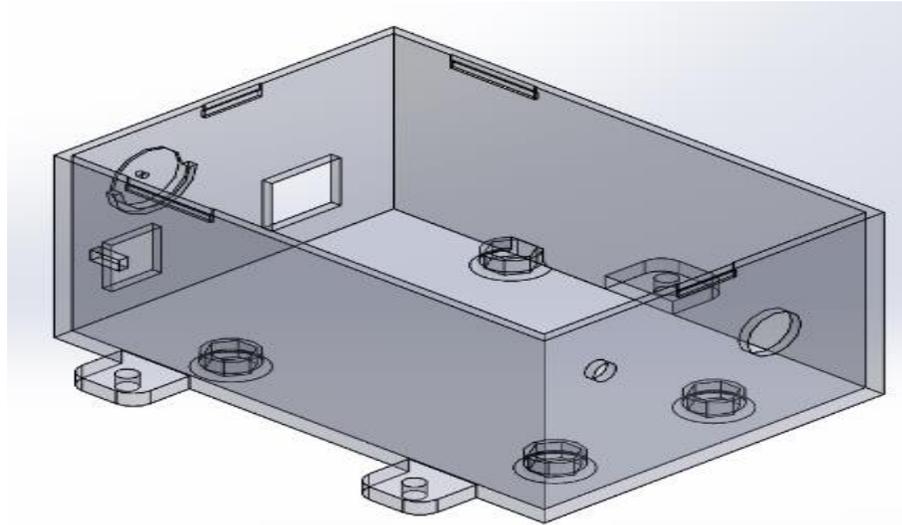


Figura 2.4: Estructura del Prototipo Mecánico
Fuente: (Elaborado por el autor)

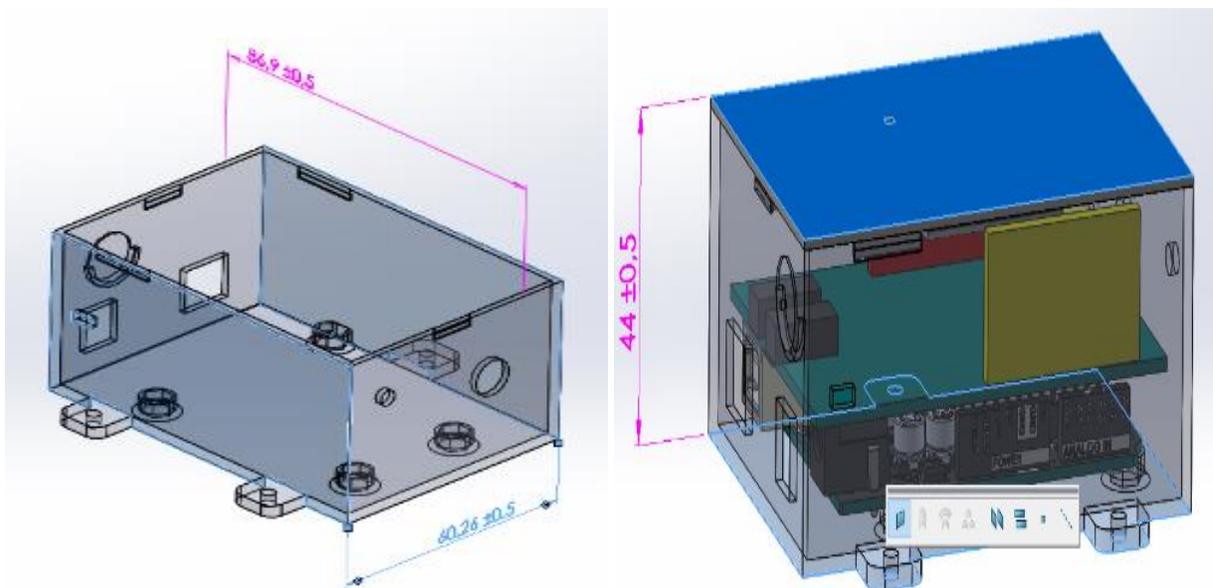


Figura 2.5: Planteamiento mecánico del prototipo de monitoreo
Fuente: (Elaborado por el autor)

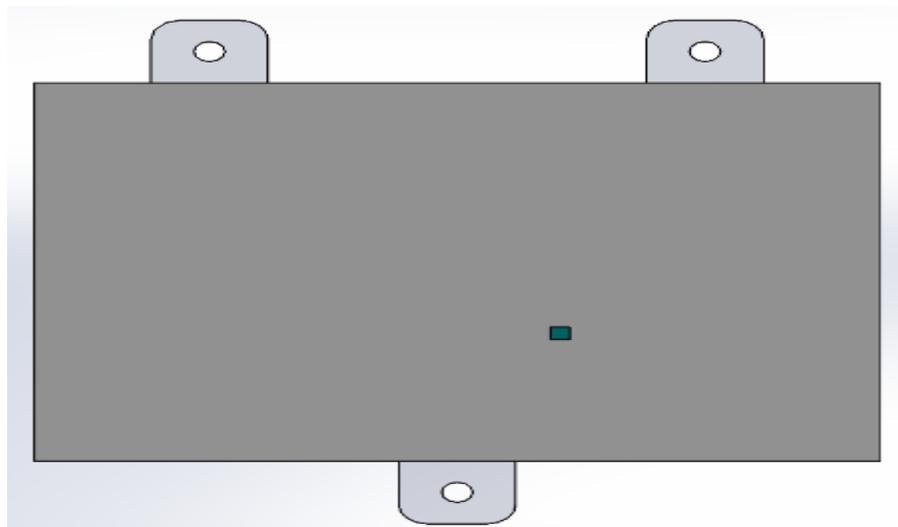


Figura 2.6: Vista frontal de la estructura del sistema
Fuente: (Elaborado por el autor)

En las figuras 2.6 se visualiza la perspectiva de la superior de la carcasa para la ubicación del sistema de monitoreo el cual también posee unas hendidijas para la sujeción del mismo en donde se lo vaya a ubicar.

3.2 DESARROLLO DEL PROYECTO

3.2.1 Diseño del circuito electrónico en Proteus

Se desarrolla la simulación del circuito electrónico del sistema de monitoreo remoto, asociando los elementos necesarios en el programa de simulación para el funcionamiento del mismo. Adicional, para este proyecto se diseña una aplicación para Smartphone en Android para el monitoreo del sistema.

En la figura 2.7 se detalla el desarrollo de la simulación de funcionamiento en el programa Proteus en el cuál se identifica las entradas y salidas del microcontrolador con la respectiva nomenclatura y que se encarga de proporcionar la alimentación en el módulo Shield Ethernet W5100 y GSM para el funcionamiento del prototipo electrónico y demás elementos.

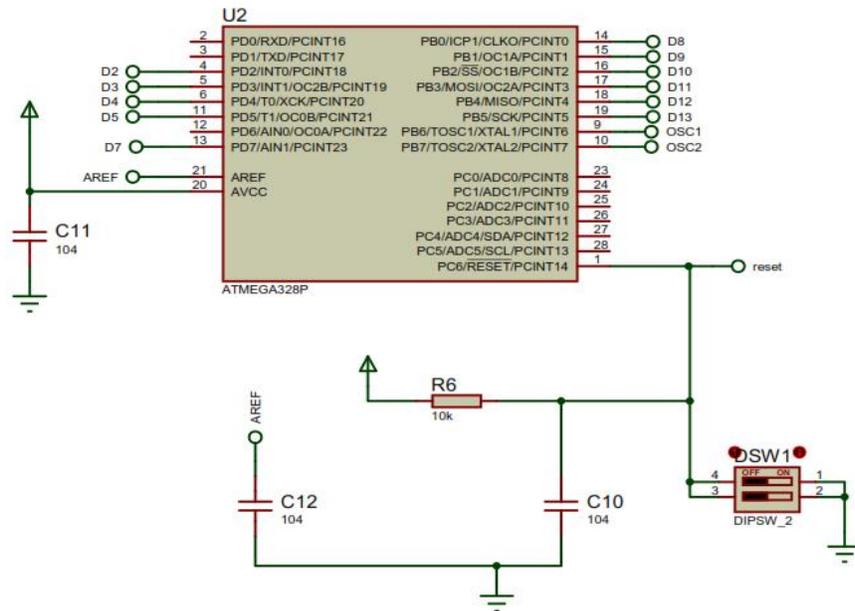


Figura 2.7: Entradas y salidas del microcontrolador
Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 2.8 se muestran las salidas 0 y 1 que son pines de (RX – TX) se conectan al módulo Shield GSM SIM900 para la comunicación serial del hardware y la que va a ser el encargado de enviar los mensajes de texto que es la información de alerta que llegara al dispositivo celular cuando se presente anomalías en la central a la cual se está monitoreando.

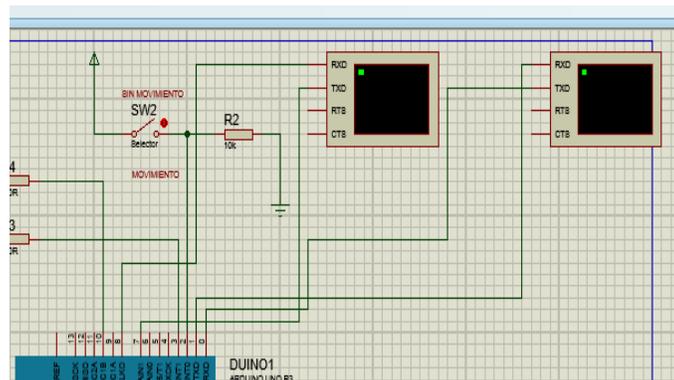


Figura 2.8: Pines 0 y 1 comunicación serial del hardware
Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 2.9 se observa la etapa de transición por donde ingresa el voltaje de 110 VAC y mediante un transformador se logra obtener el voltaje de funcionamiento para los elementos que 12 VDC y es conectada en una bornera etiquetada como J3 y que mediante los reguladores de voltaje, diodos también se obtiene de igual manera 5 VDC para el resto de elementos que trabajan con este valor.

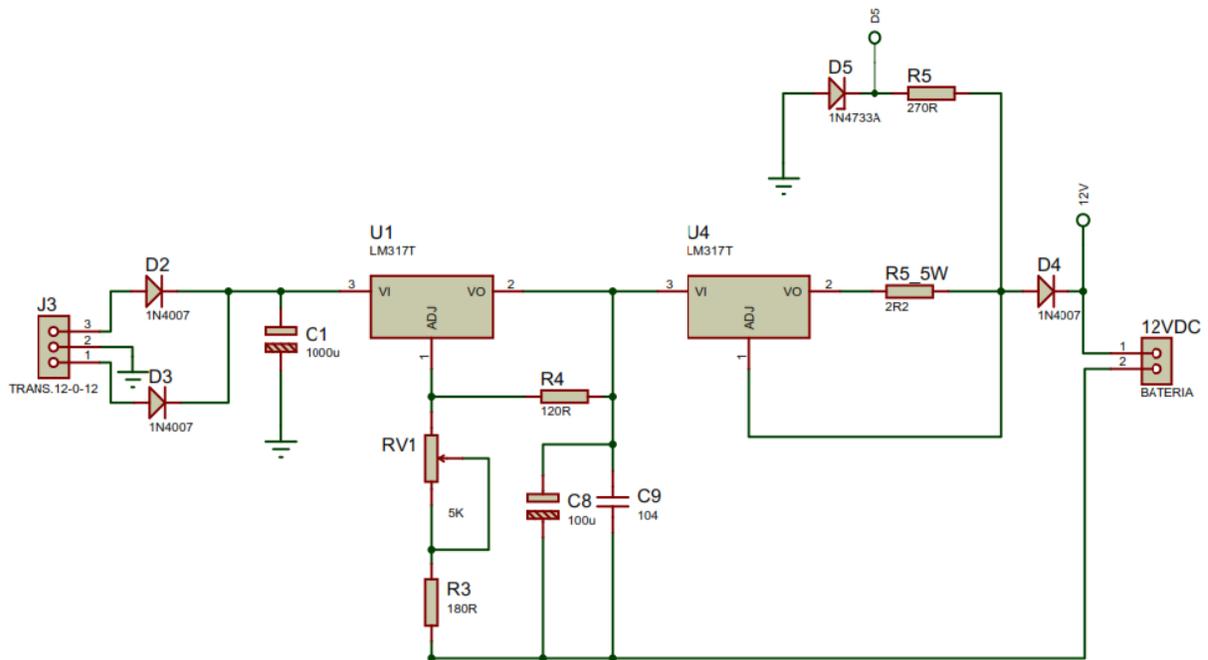


Figura 2.9: Etapa de transición de voltajes
Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 2.10 se visualiza la etapa funcionamiento del ventilador que es el que se activa cuando la temperatura en la central está fuera de rango y que está controlado por el relé que va a ser el encargado de accionar el dispositivo cuando se presente variaciones de temperatura y de igual forma lo desactiva cuando la temperatura tienda a normalice esta etapa está operando con 12 VDC.

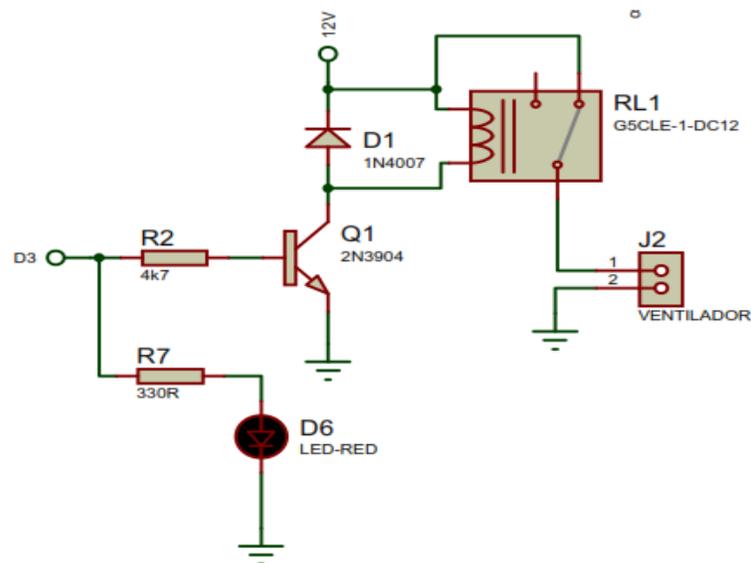


Figura 2.10: Etapa de accionamiento del ventilador
Fuente: (Elaborado por el autor)

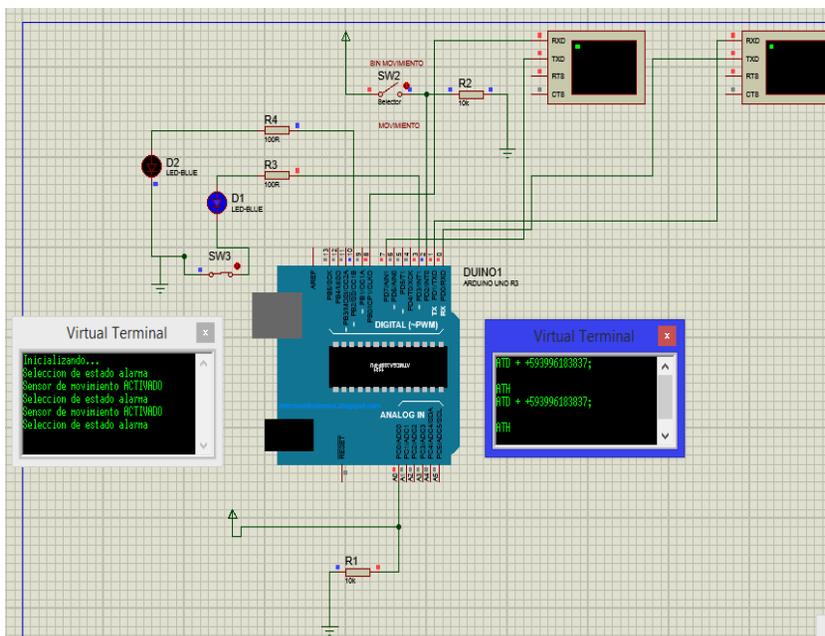


Figura 2.13: Simulación de envío de mensajes por el chip GSM
Fuente: (Elaborado por el autor)

3.2.2 Programación en Arduino Uno

En la figura 2.14 se muestran las variables de programación que se van a utilizar para la determinación de librerías que son sub programas o sub rutinas que facilitan la programación del microcontrolador para que se comuniquen dentro del programa con las instrucciones del sensor de temperatura DTH11 y para el software ThingSpeak.

ThingSpeak va ser el encargado de la visualización en línea de la variación de temperatura o si se presenta suspensión del fluido eléctrico y va almacenar información en línea de los dispositivos que estamos utilizando a esta servidor gratuito a través de un nombre de usuario y contraseña que al ingresar nos permite visualizar la transición de datos en tiempo real que luego los plasma en grafica de plano cartesiano que está en función del tiempo y la cual plasma una curva de respuesta.

También se incluye una librería de comunicación serial y para la comunicación del Shield Ethernet que se va a comunicar de manera serial, en igual forma se está definiendo para el conversor análogo digital para el envío de mensajes de texto.

```

control
//USER fabiandiaz593
//Abcd1234
#include <DHT11.h>

#include "ThingSpeak.h"
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED};
EthernetClient client;
// On Arduino: 0 - 1023 maps to 0 - 5 volts
#define VOLTAGE_MAX 5.0
#define VOLTAGE_MAXCOUNTS 1023.0

unsigned long myChannelNumber = 402266;
const char * myWriteAPIKey = "1MOIUIIY5LXW35VD";

#include <SoftwareSerial.h>
char inchar; // Will hold the incoming character from the GSM shield
SoftwareSerial SIM900(7, 8);//jumper 2 a tx y 3 a RX

```

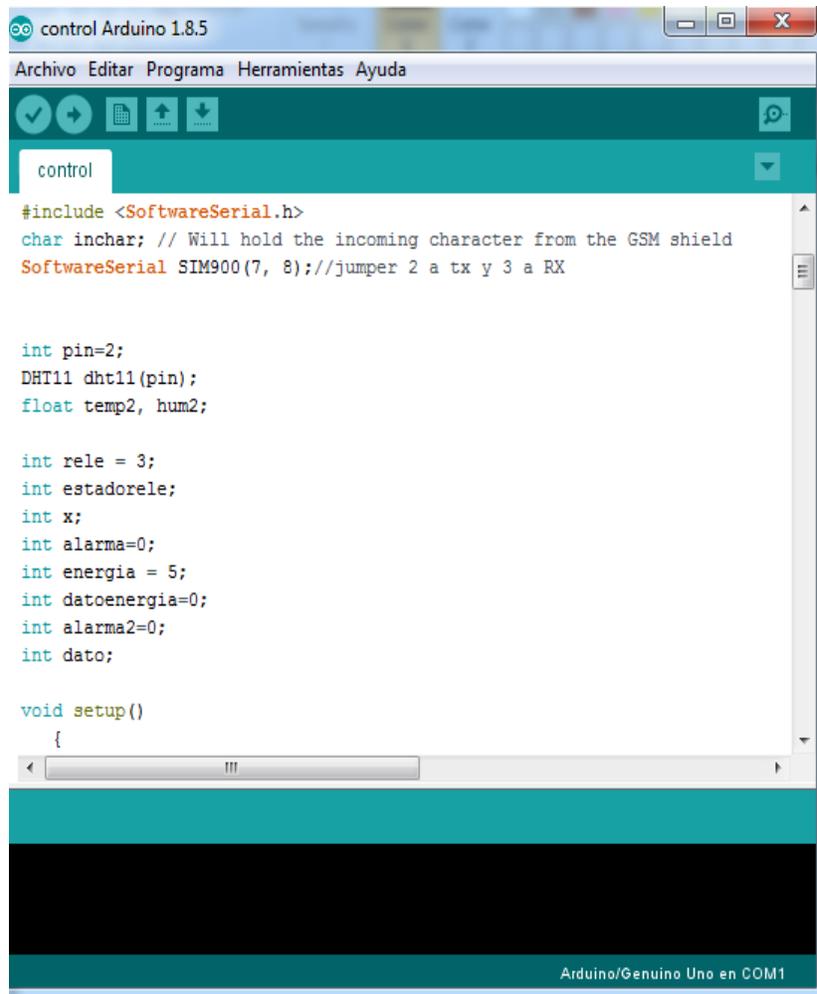
Arduino/Genuino Uno en COM1

Figura 2.14: Inclusión de las librerías determinados del proyecto.

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 2.15 se observa de igual manera la inclusión de otra librería que para la comunicación serial por software para que mediante los pines de Tx y Rx que en el Arduino son los pines 7 y 8 para la comunicación con la tarjeta del microcontrolador ATmega 328.

De igual manera se está creando las variables que son pequeños espacio de memoria que son los que van recibir los valores de temperatura los que van a ser censados por el DHT11 de igual forma esta parte se realiza el renombre de los pines.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE 1.8.5 interface. The window title is "control Arduino 1.8.5". The menu bar includes "Archivo", "Editar", "Programa", "Herramientas", and "Ayuda". Below the menu bar is a toolbar with icons for check, run, upload, and download. The main editor area shows a C++ program with the following code:

```
control
#include <SoftwareSerial.h>
char inchar; // Will hold the incoming character from the GSM shield
SoftwareSerial SIM900(7, 8);//jumper 2 a tx y 3 a RX

int pin=2;
DHT11 dht11(pin);
float temp2, hum2;

int rele = 3;
int estadorele;
int x;
int alarma=0;
int energia = 5;
int datoenergia=0;
int alarma2=0;
int dato;

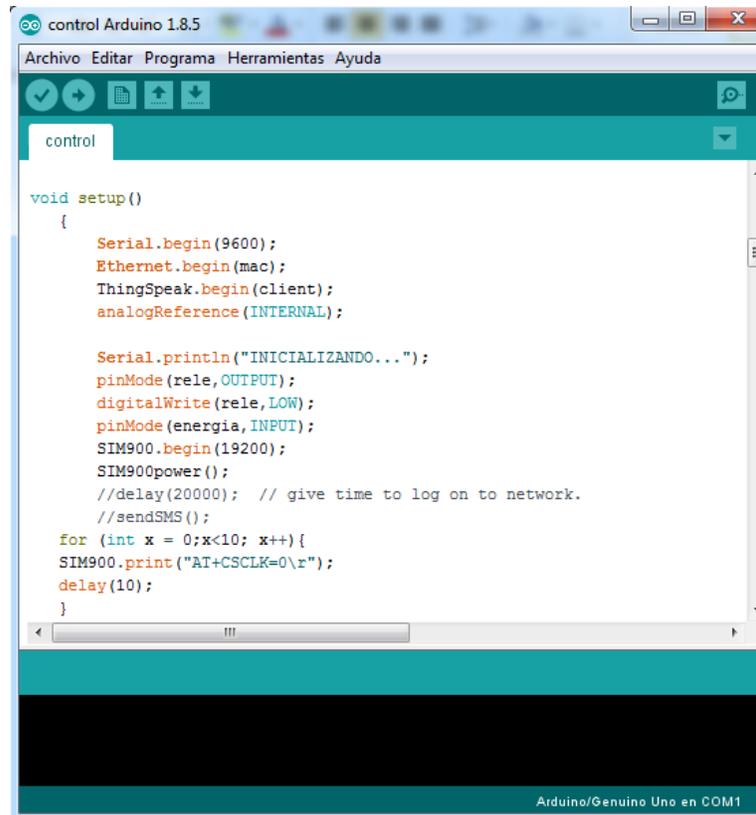
void setup()
{
```

The status bar at the bottom right indicates "Arduino/Genuino Uno en COM1".

Figura 2.15: Asignación de variables
Fuente: (Elaborado por el autor)

En las figura 2.16 y 2.17 es la inicialización del programa para la compilación en el microcontrolador en esta sección se está configurando la parte de la comunicación del Shield GSM SIM900.

El cual se lo realiza mediante comandos AT propios para su programación que vienen establecidos en el DATA SHIELD, el cual va estar enfocado en el envío de mensajes de texto al dispositivo Smartphone que se ha registrado.



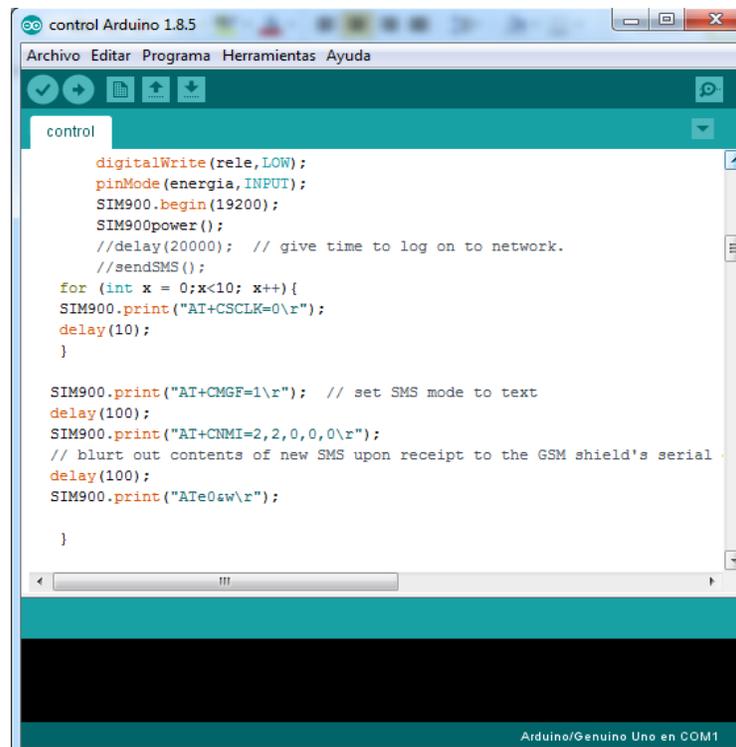
```

control Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
control
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Ethernet.begin(mac);
  ThingSpeak.begin(client);
  analogReference(INTERNAL);

  Serial.println("INICIALIZANDO...");
  pinMode(rele, OUTPUT);
  digitalWrite(rele, LOW);
  pinMode(energia, INPUT);
  SIM900.begin(19200);
  SIM900power();
  //delay(20000); // give time to log on to network.
  //sendSMS();
  for (int x = 0; x < 10; x++) {
    SIM900.print("AT+CSCLK=0\r");
    delay(10);
  }
}
Arduino/Genuino Uno en COM1

```

Figura 2.16: Inicialización de configuración del programa
Fuente: (Elaborado por el autor)



```

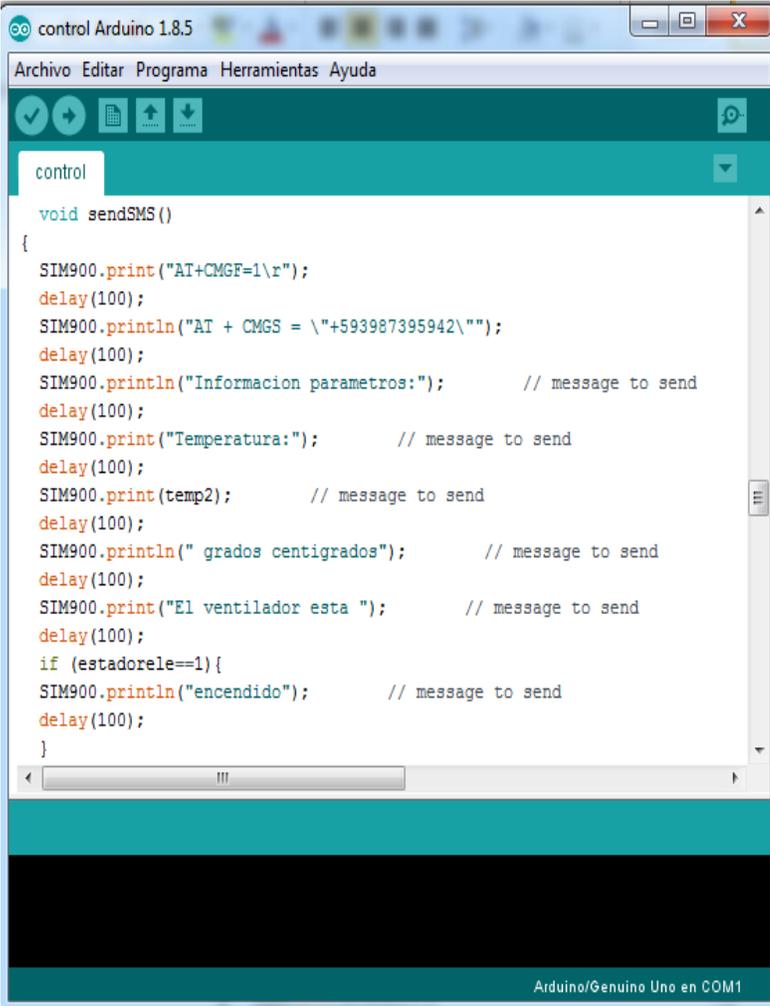
control Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
control
digitalWrite(rele, LOW);
pinMode(energia, INPUT);
SIM900.begin(19200);
SIM900power();
//delay(20000); // give time to log on to network.
//sendSMS();
for (int x = 0; x < 10; x++) {
  SIM900.print("AT+CSCLK=0\r");
  delay(10);
}

SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // set SMS mode to text
delay(100);
SIM900.print("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r");
// blurt out contents of new SMS upon receipt to the GSM shield's serial
delay(100);
SIM900.print("ATE0sw\r");
}
Arduino/Genuino Uno en COM1

```

Figura 2.17: Configuración del programa para el SIM900
Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 2.18 está la etapa de configuración en donde se envía el mensaje de texto al celular establecido con anterioridad cuando haya determinado anomalías en la temperatura o a su vez si hay suspensión de energía eléctrica en la central entonces automáticamente cumplirá la función establecida del envío consecutivo de mensajes de texto.



```

control Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
control
void sendSMS ()
{
  SIM900.print("AT+CMGF=1\r");
  delay(100);
  SIM900.println("AT + CMGS = \"+593987395942\"");
  delay(100);
  SIM900.println("Informacion parametros:"); // message to send
  delay(100);
  SIM900.print("Temperatura:"); // message to send
  delay(100);
  SIM900.print(temp2); // message to send
  delay(100);
  SIM900.println(" grados centigrados"); // message to send
  delay(100);
  SIM900.print("El ventilador esta "); // message to send
  delay(100);
  if (estadorele==1){
  SIM900.println("encendido"); // message to send
  delay(100);
  }
}
  
```

Arduino/Genuino Uno en COM1

Figura 2.18: Configuración del programa para el SIM900 para el envío de mensajes de texto

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 2.19 se visualiza las variables de temperatura a la cual va estar configura de manera que si sobre pasa los 27 grados centígrados en la central de Zambiza de manera inmediata enviara una alerta mediante mensaje de texto al Smartphone, de igual cuando se presente una temperatura de 26 grados centígrados el funcionamiento será normal y no enviara ninguna alerta por el motivo que está dentro del rango.

```

control Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

control
// ... void loop

void analisis temperatura() {

  if (temp2 > 27) {
    digitalWrite(rele , HIGH);
    estadorele=1;
    if(alarma==0){
      alarmasms();
    }
  }

  if (temp2 < 26) {
    digitalWrite(rele , LOW);
    estadorele=0;
    alarma=0;
  }

}

void SIM900power()

```

Error compilando para la tarjeta Arduino/Genuino Uno. Copiar mensajes de error

exit status 1
Error compilando para la tarjeta Arduino/Genuino Uno.

224 Arduino/Genuino Uno en COM1

Figura 2.19: Configuración del programa para rangos de temperatura
Fuente: (Elaborado por el autor)

3.2.3 Programación en APP Inventor

Para el presente proyecto se utilizó APP Inventor 2 que es un software libre para la creación de aplicaciones de acuerdo a las necesidades planteadas para nuestro proyecto de sistema de monitoreo en línea.

La figura 2.20 se observa la pantalla principal en donde se va a realizar la aplicación que posee dos etapas la primera es el diseño que es la interfaz gráfica que se va a visualizar en el celular y la segunda parte es la de bloques que es la encargada netamente de la programación de la aplicación.

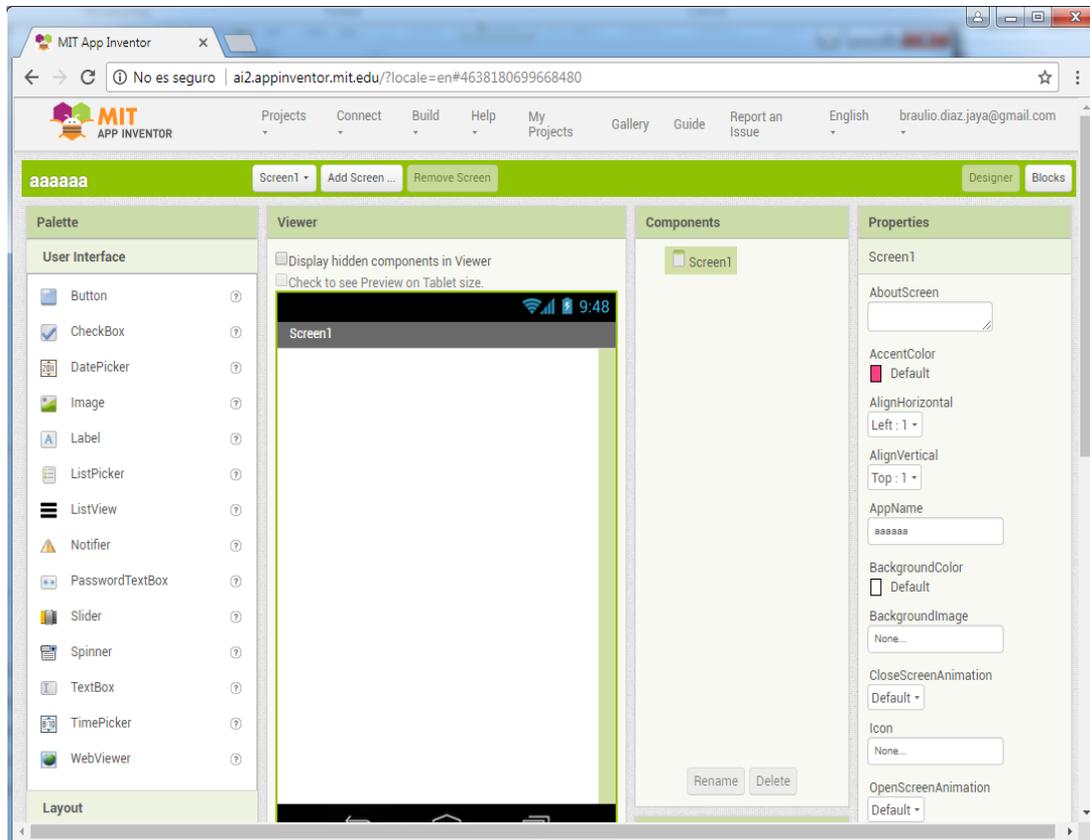


Figura 2.20: Pantalla de inicialización para la creación de la aplicación.

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 2.21 se visualiza la programación lógica utilizada para la inicialización de la pantalla una vez que se abre la página del App.

Donde se utiliza la parte de variables de control conjuntamente con las de texto que es donde se observa de manera global la aplicación con las respectivas imágenes que se las exporta desde la galería del computador.

En la pantalla de inicialización las 2 botones que van a ser las encargadas de llamar a nuestro programa para que nos permita enviar el mensaje de texto o la visualización en tiempo real de las variaciones de temperatura o si se presenta el corte inesperado de energía.

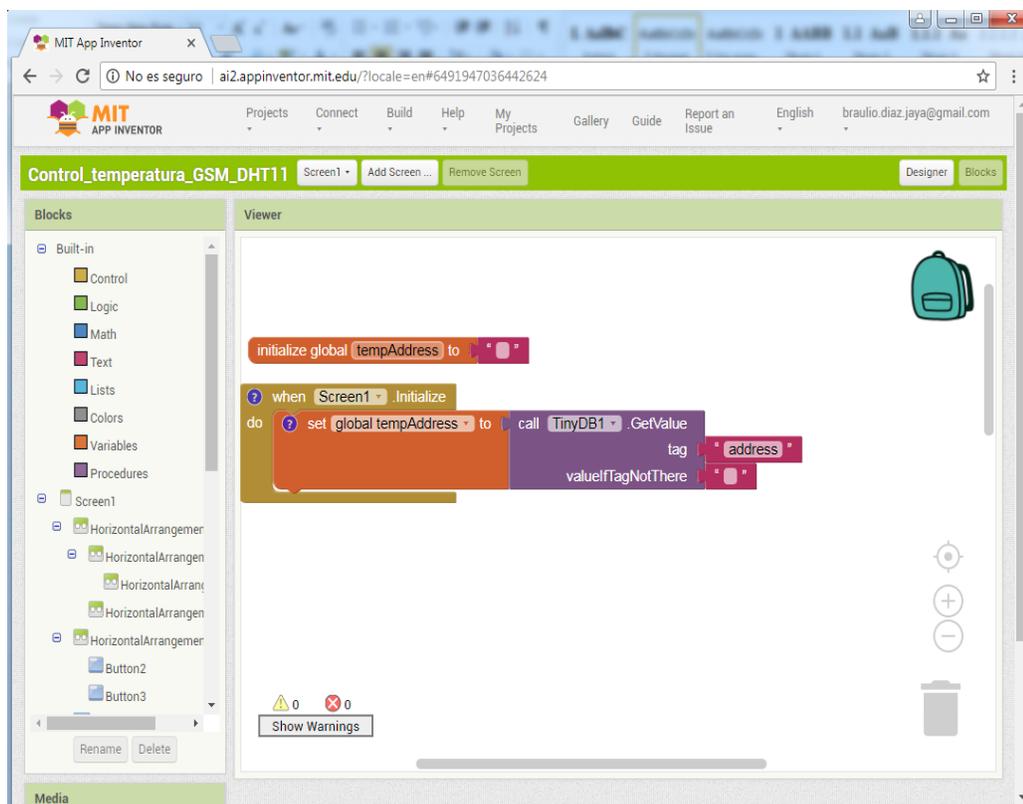


Figura 2.21: Etapa de Lógica para la conexión de bloques para la pantalla de inicialización

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 2.22 se visualiza el enlace para el botón 2 que es el encargado cuando se lo presione solicitar mediante al dispositivo el envío de un mensaje de texto que es la alerta ante posibles anomalías dentro de la central que se encuentra monitoreando y que es enviado al número registrado en el programa el cual va a receptor la información del estado actual de la temperatura y suministro eléctrico de la central telefónica de Zambiza y el sistema responderá de manera inmediata con el requerimiento solicitado es decir con los valores actuales.

En esta parte de la programación en bloques se utiliza de igual manera la etapa lógica y de control que van a ser los encargados de procesar toda la información dentro del programa.

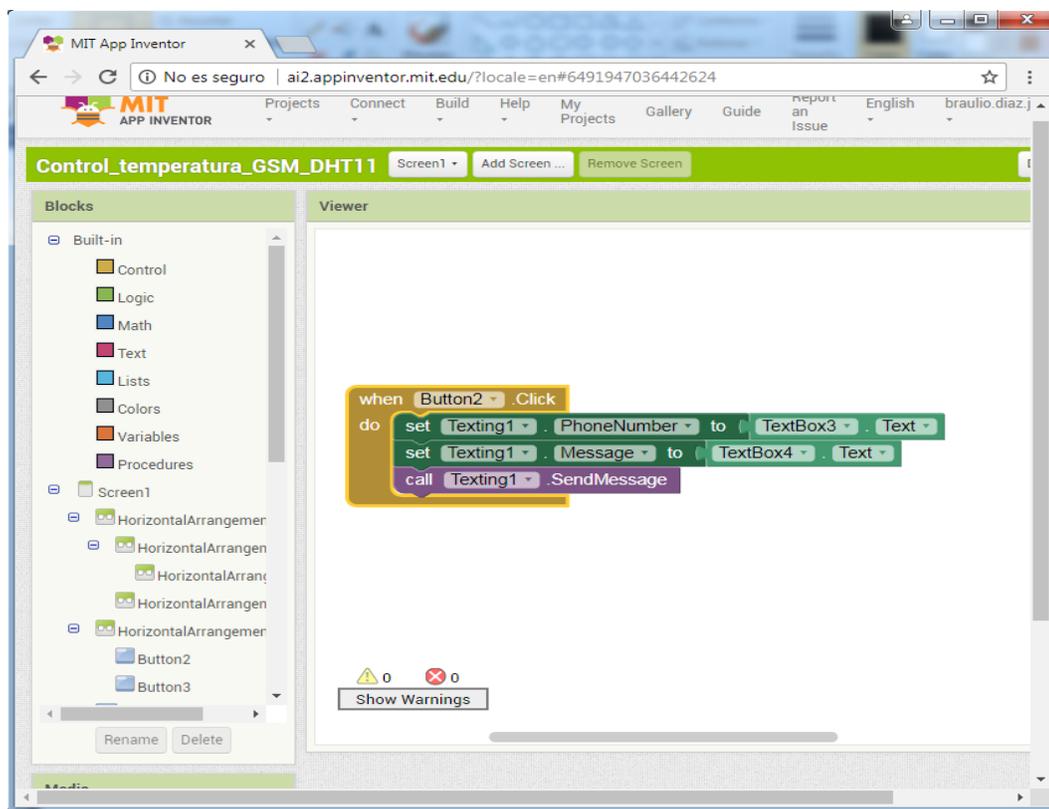


Figura 2.22: Etapa de solicitud de mensajes de texto.

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 2.23 se determinan las variables para el Botón 3 mediante las etapas de control, procedimiento y texto que va a ser la encargada cuando se presiones este botón automáticamente va a solicitar que se enlace a la página de internet perteneciente a ThingSpeak, para que nos despliegue en tiempo real de una forma gráfica mediante un plano cartesiano que va a estar en función del tiempo, el estado de funcionamiento de la temperatura en cuantos grados centígrados está operando en ese momento la central y si a su vez también el estado de suministro de energía eléctrica.

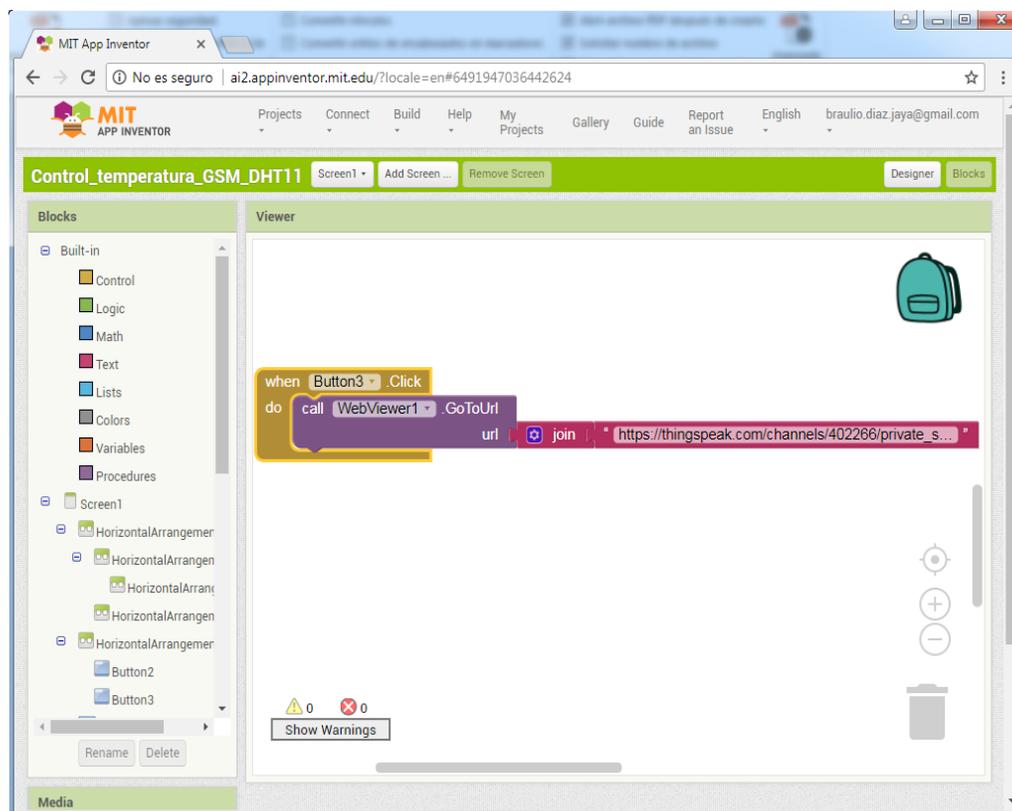


Figura 2.23: Etapa de solicitud de visualización ON LINE.
Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 2.24 se visualiza el desarrollo general del programa en donde se encuentra la parte central de la programación de la aplicación que va a ser la encargada de todo el proceso de desarrollo cuando solicite información desde el Smartphone al sistema de monitoreo.

Es decir cuando sufra alguna alteración de temperatura que estén fuera del rango programado o se presente suspensión de energía eléctrica se podrá observar dentro de la aplicación estos requerimientos en tiempo real para poder llevar un registro diario de estos datos de información.

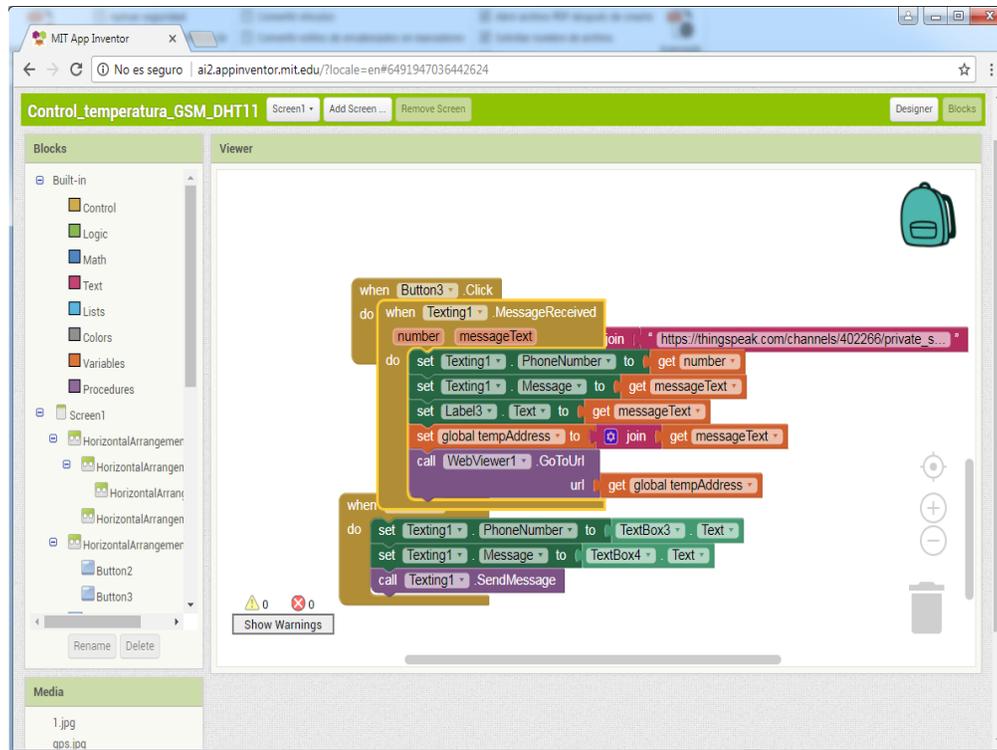


Figura 2.24: Determinación de las variables de control en la programación de la aplicación
Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 2.25 se observa la pantalla que se va a visualizar ya en el teléfono celular para seleccionar cualquiera de las dos opciones en la aplicación.

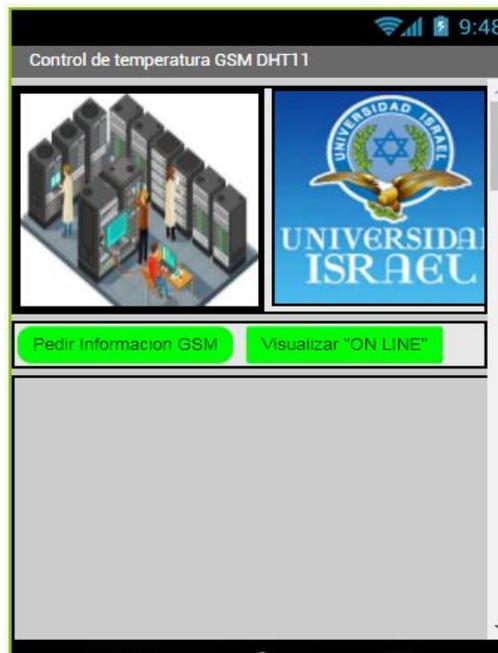


Figura 2.25: Pantalla de visualización de control de temperatura
Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 2.26 se observa cuando el dispositivo de monitoreo a enviado de manera inmediata los mensajes de texto al Smartphone registrado en la programación del sistema, que es la alerta que reciben cuando está sucediendo alguna anomalía tanto de variación en la temperatura o si se suspendió de manera repentina el fluido eléctrico dentro de la central para que puedan tomar las medidas necesarias para solucionar el percance.

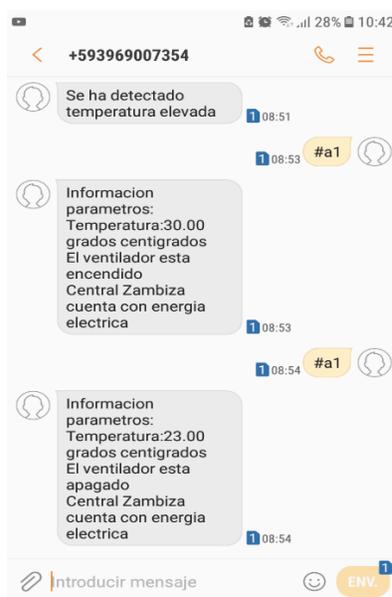


Figura 2.26: Pantalla de visualización de envío de mensajes de texto
Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 2.27 es la pantalla de visualización on line en el la aplicación desde el Smartphone donde explica en un periodo tiempo las variaciones de temperatura que han suscitado en la central donde han sobrepasado el rango de los 30 grados centígrados por ende enviara la alerta.

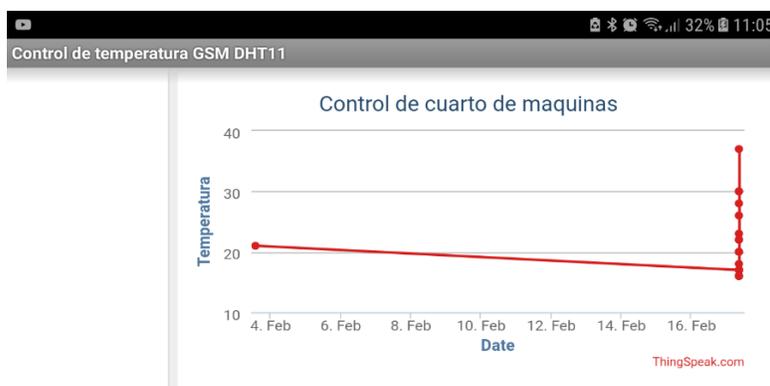


Figura 2.27: Pantalla de visualización de control de temperatura.
Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 2.28 es un esquema gráfico de la transmisión de información de datos que envía el sistema de monitoreo en tiempo real desde la central de Zambiza mediante el internet para que el área encargada pueda visualizar esos datos y observar si presenta algún problema, de igual manera el dispositivo cuenta con un módulo Shield GSM SIM 900 que va ser el cargado de enviar mensajes de texto mediante la red móvil al Smartphone de supervisión para la validación de la información si presenta algún problema en la central y tomar los correctivos del caso.

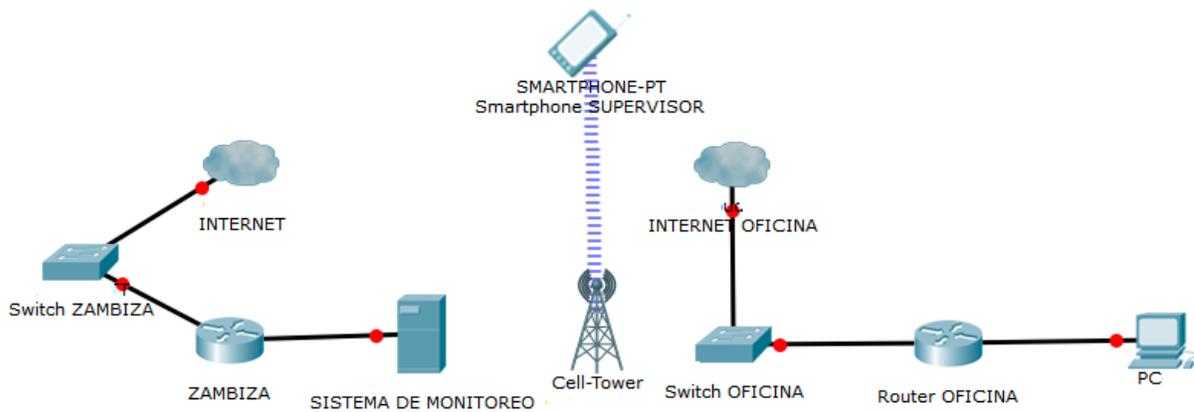


Figura 2.28: Esquema grafico de envío de datos de información On Line.

Fuente: (Elaborado por el autor)

4 CAPÍTULO III

4.1 IMPLEMENTACION

4.1.1 Montaje de prototipo

Se desarrolla el montaje de los elementos electrónicos para proceder a soldar en la placa para su funcionamiento y puesta en marcha del dispositivo electrónico de monitoreo remoto para variaciones de temperatura y suspensión repentina de fluido eléctrico una vez que ya se realizó el proceso de quemar la placa de baquelita con ácido clorhídrico y se haya realizado la limpieza y perforación de la misma.

En la figura 3.1 y 3.2 se detalla la placa desarrollada para el montaje del microcontrolador ATmega 328 y varios dispositivos electrónicos que engloba el desarrollo del proyecto.

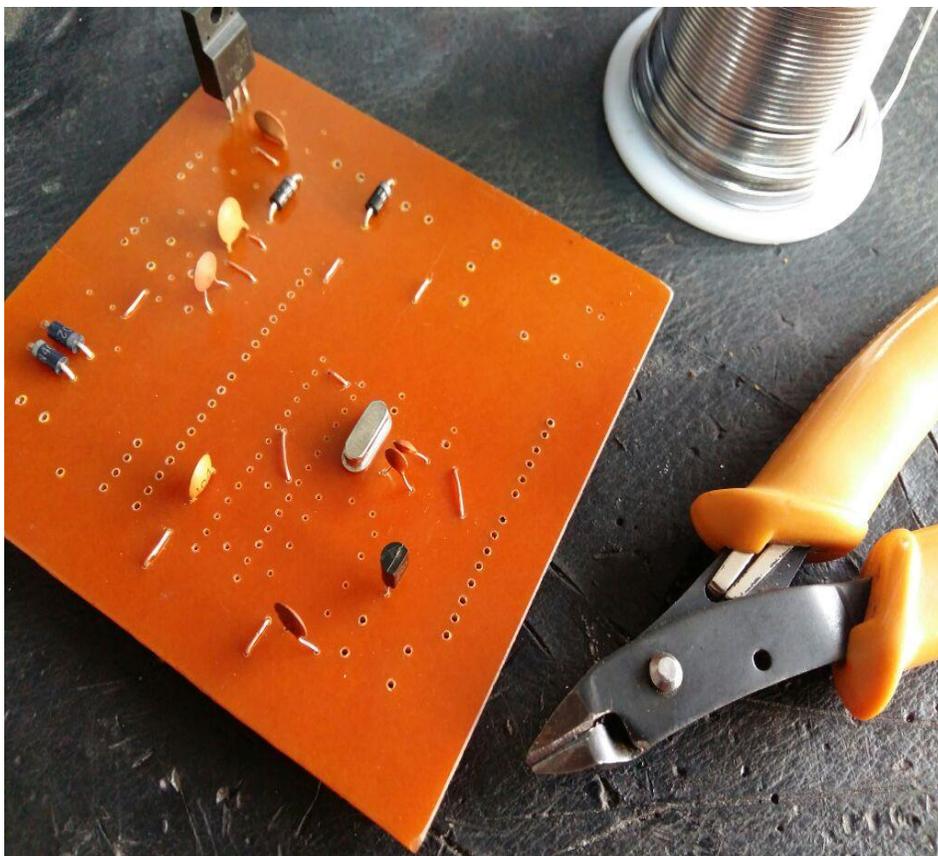


Figura 3.1: Placa del Microcontrolador ATmega 328
Fuente: (Elaborado por el autor)

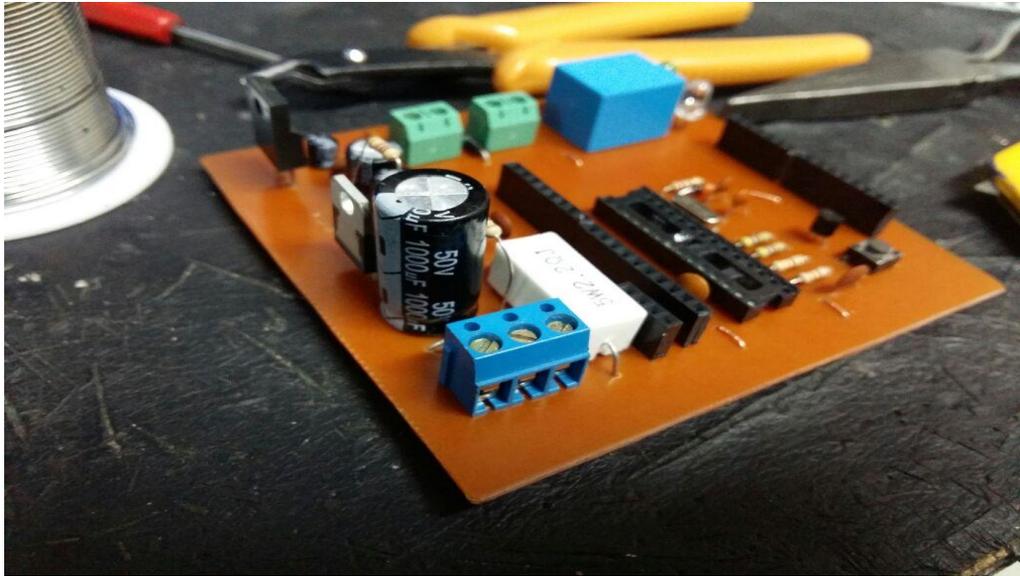


Figura 3.2: Placa del Microcontrolador ATmega 328 y demás elementos electrónicos

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 3.3 se visualiza las conexiones del módulo GSM SIM 900 para las entradas analógicas de la placa del microcontrolador ATmega 328 en los respectivos conectores hembra-macho.

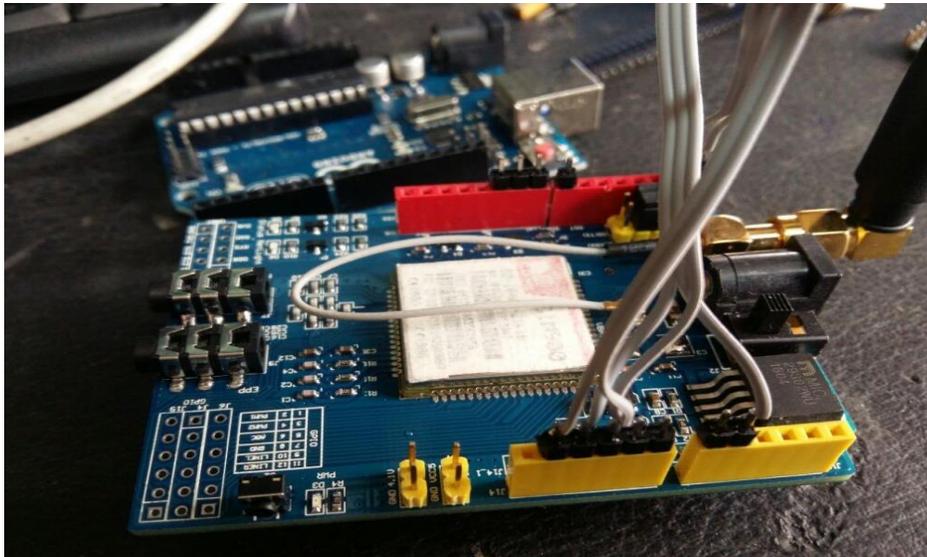


Figura 3.3: Conexiones del módulo GSM

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 3.4, se visualiza el microcontrolador Atmega 328 conectado con la placa del Arduino Uno en los pines que corresponden para su eventual configuración de las instrucciones que serán guardadas en el microcontrolador para el funcionamiento del sistema de monitoreo y que se lo realiza antes de ser colocados los módulos restantes.

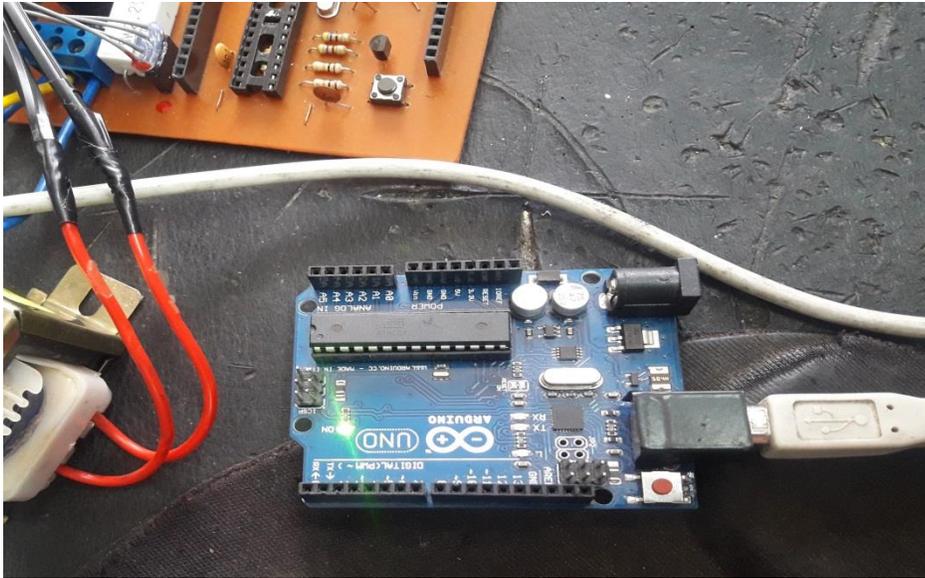


Figura 3.4: Montaje del microcontrolador sobre la placa Arduino Uno para su respectiva configuración
Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 3.5 y 3.6 se visualiza el montaje del Shield Ethernet W5100 en la parte superior de la placa del microcontrolador en los respectivos conectores del prototipo conjuntamente con el módulo GSM SIM 900 el cual va a realizar la función de enviar los mensajes de alerta a nuestro celular.

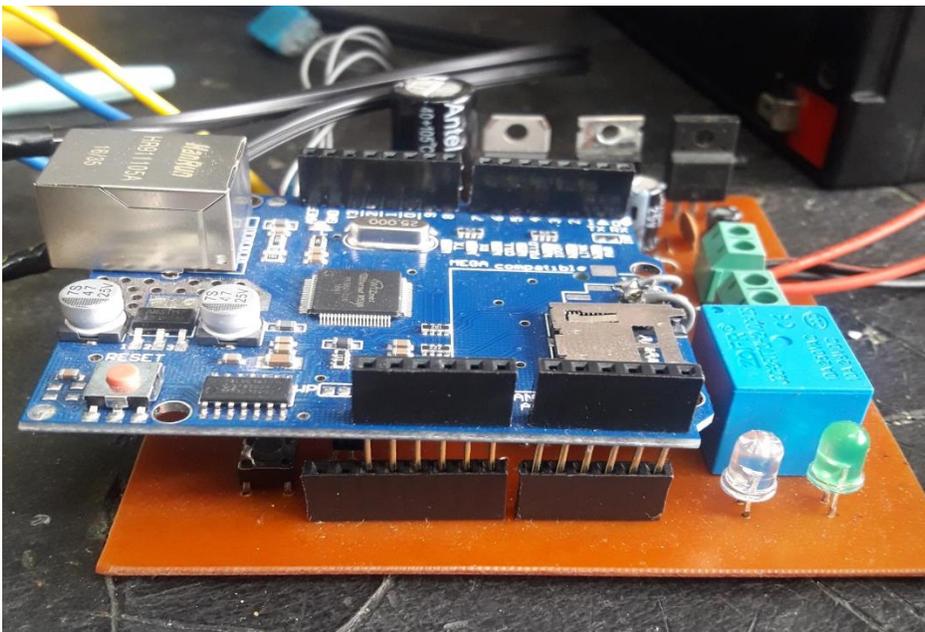


Figura 3.5: Módulo Shield Ethernet anclada a placa del microcontrolador
Fuente: (Elaborado por el autor)

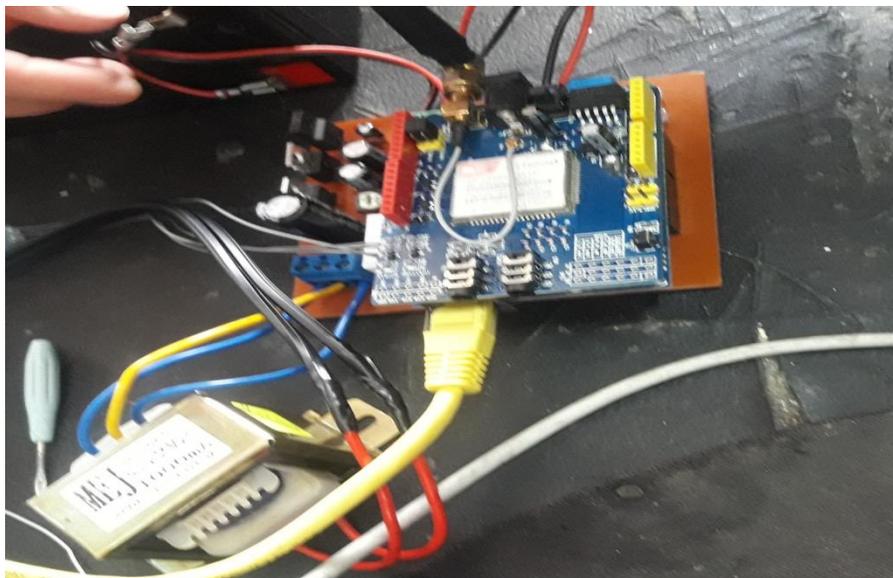


Figura 3.6: Módulo Shield Ethernet y Modulo GSM montados sobre la placa del microcontrolador
Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 3.7 se visualiza el dispositivo electrónico de monitoreo remoto ya colocados en la parte superior de la placa del microcontrolador los módulos de Ethernet W5100 y SIM 900 como etapa final de montaje del conjunto de elementos que componen el proyecto.

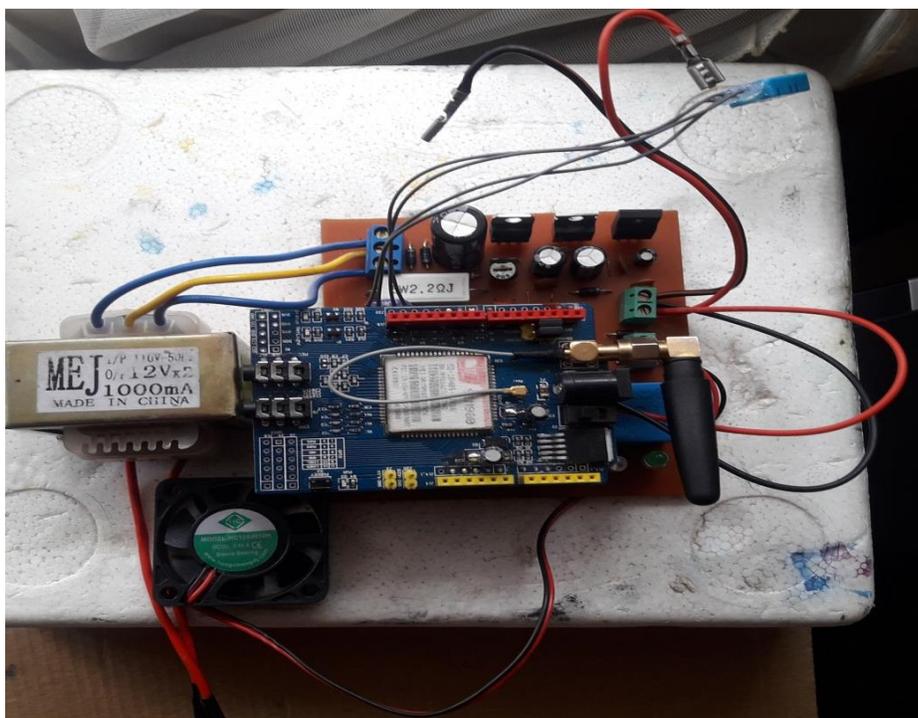


Figura 3.7: Prototipo localizador terminado
Fuente: (Elaborado por el autor)

En la figura 3.8 se observa el montaje de todos los elementos que conforman el sistema de monitoreo dentro de la una caja de acrílico de color bronce cuyas dimensiones son 23.5 cm x 18.5 cm con una altura de 10.5 cm donde van a estar alojados todos los elementos del circuito.

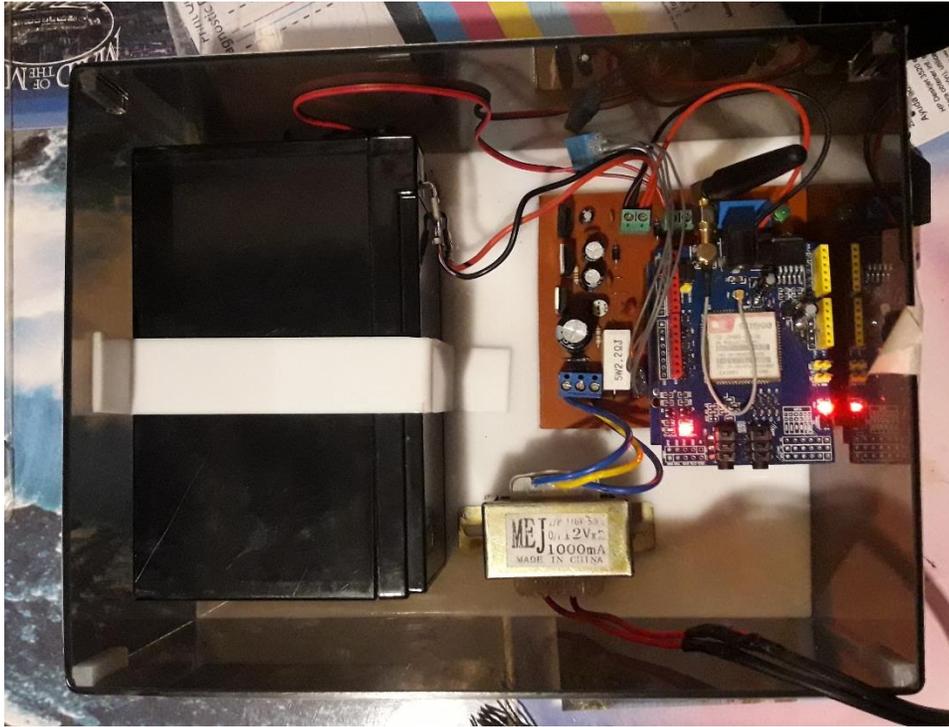


Figura 3.8: Dispositivo de monitoreo ubicados dentro de la caja de acrílico
Fuente: (Elaborado por el autor)

En las figuras 3.9 se observa el dispositivo encendido y operando después de que la batería, la placa de baquelita, el transformador se los ha fijado dentro de la caja para que no se muevan dentro de la carcasa a fin de evitar posibles daños de los elementos.

Después se procede con la colocación en la parte superior de la tapa que cubrirá los elementos dentro de la caja de acrílico y que estará sujeta por unos 4 tornillos para su fácil remoción y que están ubicados en cada esquina.

Este es el producto terminado el cual será el encargado de realizar las funciones para cual fue desarrollado.

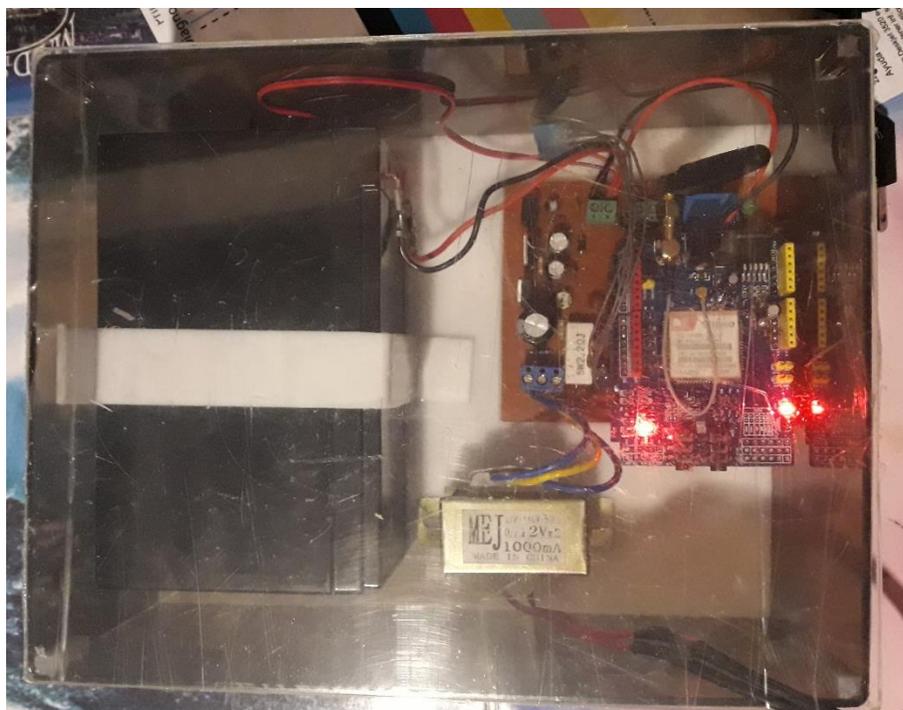


Figura 3.9: Colocación de tapa en la parte superior de la caja
Fuente: (Elaborado por el autor)

4.2 PRUEBAS Y RESULTADOS

4.2.1 Pruebas

Para determinar la efectividad del dispositivo electrónico desarrollado en función de monitoreo de variaciones de temperatura y suspensión de energía eléctrica en la central de Zambiza, se realiza conjuntamente con otros nodos a las cuales se permite el acceso por determinado tiempo para realizar pruebas de verificación que se describen en las tablas 3.1 y 3.2.

En la tabla 3.1, se observa que no posee el dispositivo de monitoreo en algunas de las centrales, no se presentó ninguna anomalía, pero en dos de las centrales a las cuales se permitió el acceso por tiempo determinado, si se presentaron irregularidades por las cuales se alarma el nodo pero la característica de estas centrales es que dan una señal de alerta constante, pero el personal encargado no recibe ninguna información de lo que está sucediendo, por ende va a presentarse de manera inesperada suspensión del servicio que provee la empresa por un tiempo indefinido.

Tabla 3.1: Pruebas de monitoreo de distintas centrales telefónicas realizada por el técnico sin el dispositivo

CENTRALES Y AMG'S	TIEMPO MONITOREO (min)	VARIACIONES DE TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS				SUSPENSION FLUIDO ELECTRICO	CENTRAL ALARMADA	TIEMPO ENVIO ALERTA (seg)
		10 a 15	16 a 21	22 a 26	27 a 31			
CARONDELET	30 min		X			NO	NO	0 seg
NAYÓN	45 min				X	NO	SI	0 seg
ZÁMBIZA	60 min				X	SI	SI	0 seg
PARQUE REAL	25 min			X		NO	NO	0 seg
LA CAROLINA	30 min			X		NO	NO	0 seg

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la tabla 3.2, se observa que ya dispone del dispositivo electrónico por ende en las centrales que se presentaron anomalías de manera inmediata realiza todo el proceso de validación a fin de enviar el mensaje de texto con los requerimientos necesarios a fin de que el área encargada del mantenimiento de estos equipos puedan tomar las acciones necesarias para poder solventar el percance de forma inmediata para que no afecte a los equipos que se hallan en la central con la finalidad de que no se produzca suspensión del servicio y de igual forma que no se vea afectado el giro del negocio.

Tabla 3.2: Pruebas de monitoreo de distintas centrales telefónicas realizada por el técnico con el dispositivo

CENTRALES Y AMG'S	TIEMPO MONITOREO (min)	VARIACIONES DE TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS				SUSPENSION FLUIDO ELECTRICO	CENTRAL ALARMADA	TIEMPO ENVIO ALERTA (seg)
		10 a 15	16 a 21	22 a 26	27 a 31			
CARONDELET	30 min		X			NO	NO	0 seg
NAYÓN	45 min				X	NO	SI	25 seg
ZÁMBIZA	60 min				X	SI	SI	30 seg
PARQUE REAL	25 min			X		NO	NO	0 seg
LA CAROLINA	30 min			X		NO	NO	0 seg

Fuente: (Elaborado por el autor)

En la tabla 3.3 se visualiza un check list de funcionamiento del dispositivo electrónico de monitoreo, mediante la realización de diferentes actividades con la finalidad de evaluar el trabajo general del sistema de monitoreo y si cumple o no con las necesidades para el cual fue desarrollado de manera que se pueda tener información de manera inmediata a fin de que se pueda tomar los correctivos del caso y evitar afectaciones en el servicio que brinda la empresa.

Tabla 3.3: Pruebas de funcionamiento del dispositivo electrónico

ITEM	ACTIVIDAD	CUMPLE	
		SI	NO
1	Prueba de encendido del dispositivo de monitoreo	X	
2	Prueba de detección de variaciones de temperatura	X	
3	Prueba de encendido del ventilador al detectar temperatura elevada	X	
4	Prueba de detección de suspensión de fluido eléctrico	X	
5	Respaldo de energía al dispositivo por parte de la batería	X	
6	Prueba de envío de mensajes del módulo GSM SIM 900	X	
7	Envío de Información del SHIELD ETHERNET W5100	X	
8	Visualización en línea de información enviada por el dispositivo	X	
9	Visualización de información en el SmartPhone	X	

Fuente: (Elaborado por el autor)

4.2.2 Análisis y resultados

En base al análisis de los datos obtenidos de las tablas 3.1 y 3.2 se determina que durante el monitoreo realizado, en distintas centrales telefónicas por un determinado tiempo, se observa que en dos nodos se presentaron anomalías de variación de temperatura y de suspensión momentánea de suministro eléctrico por un corto tiempo.

De tal manera una vez que se detecta estas fallas en los equipos de la central, automáticamente las centrales proceden a alarmarse emitiendo señal sonora dentro de las mismas, pero no emiten ninguna información al área encargada por ende no se enteran del percance suscitado en ese momento, por lo tanto, no habrá la respuesta de manera inmediata.

En la tabla 3.2 durante el monitoreo en las mismas centrales que presentaron problemas con el dispositivo de monitoreo, se evidencia que al momento de presentarse alguna emergencia dentro de la central el sistema electrónico, automáticamente envía la información de alerta mediante un mensaje de texto al celular registrado en un tiempo muy corto que no sobrepasa los 30 segundos.

De tal forma que el equipo de monitoreo es de vital importancia en estos inconvenientes, debido a que el área encargada de la supervisión de estos equipos tanto de climatización como de energía podrán recibir la información de manera temprana a fin de que

puedan desplazar al personal para solucionar de manera inmediata sin que se llegue a afectar el giro del negocio.

En la tabla 3.3 es un check list de actividades que realiza el sistema de monitoreo para el cual fue diseñado en donde los resultados que nos brinda en esta tabla es que cumple con las necesidades para el cual fue diseñado.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los elementos electrónicos implementados en el sistema de monitoreo son totalmente funcionales para centrales telefónicas que presentan constantemente variaciones de temperatura y suspensión de fluido eléctrico.
- El diseño realizado del dispositivo genera a satisfacción el monitoreo en tiempo real de variaciones de temperatura y suspensión de suministro eléctrico en la central telefónica debido a que el sistema fue desarrollado bajo estos parámetros.
- Se implementó el sistema electrónico en el Nodo Zambiza bajo los parámetros establecidos en el diseño del proyecto.
- Se evaluó y verifico el funcionamiento del dispositivo electrónico de monitoreo bajo las condiciones reales de trabajo dando como resultado una respuesta inmediata de la información requerida.
- Es posible programar el sistema de monitoreo a una temperatura mínima y máxima con la finalidad de enviar esos datos de información a nuestro Smartphone.

5.2 Recomendaciones

- Contratar un plan corporativo de mensajes de texto ilimitados con la empresa CNT EP con la finalidad de que el dispositivo no se quede sin saldo y pueda enviar la información.
- La empresa debe establecer una política de seguridad para el mantenimiento apropiado de los equipos generadores de energía eléctrica para que operen sin dificultad brindando de manera inmediata respaldo de energía en las centrales.
- Implementar el sistema de monitoreo en las demás centrales telefónicas que posee la empresa como herramienta de ayuda.
- Realizar un estudio y dimensionamiento técnico por parte de la empresa para la implementación de equipos de aire acondicionado en nodos que sufran constantemente de variaciones de temperatura.
- Llevar un registro diario de la información enviada por el dispositivo para realizar una evaluación mensual del funcionamiento de los equipos en la central.

REFERENCIAS

- Alvarado, R. (2013). *Características Técnicas del Arduino Uno*. Descargado de <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/ralvgon/files/2013/05/Caracter%C3%ADsticas-Arduino.pdf>
- Alvarado, R. (2013). Arduino Uno con microcontrolador en formato DIP. [Figura 1] Recuperado de <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/ralvgon/files/2013/05/Caracter%C3%ADsticas-Arduino.pdf>
- Barahona, A., Rubiano, I. (2016). *Manual APP Inventor*. Recuperado de <http://es.calameo.com/read/004927465d44a3c826160>
- Electrónicos Caldas. (2013). *El módulo Bluetooth HC-05*. Recuperado de <http://www.electronicoscaldas.com/modulos-rf/452-modulo-bluetooth-hc-05.html>
- ElectroBiomedical, (s.f.). *Sensor PIR*. [Figura 6] Recuperado de <http://www.electrobiomedical.com.co/download/datasheet/SEN0013.pdf>
- González, L., (2015). *Diferencias entre SIM, MicroSIM y nanoSIM*. Recuperado de <https://www.rankia.com/blog/tarifas-moviles/1988642-diferencias-sim-microsim-nanosim>
- González, L., (2015). *Tarjeta SIM*. [Figura 5]. Recuperado de <https://www.rankia.com/blog/tarifas-moviles/1988642-diferencias-sim-microsim-nanosim>
- Guerra, J. y Pérez, A. (s.f.). Implementación de un módulo de consulta y medición de ritmo cardíaco con envío de datos GSM usando Open Hardware. pp. 4. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Jorge_Guerra5/publication/276059928_Implementacion_de_un_modulo_de_consulta_y_medicion_de_ritmo_cardiaco_con_envio_de_datos_GSM_usando_Open_Hardware/links/554fd0ae08ae739bdb908810.pdf
- Lara, E., (2015). *SIM900 GSM GPRS Shield con Arduino Uno*. Recuperado de <http://hetprostore.com/TUTORIALES/sim900-gsm-shieldarduino/>
- PatagoniaTec, (s.f.). *Conexión tarjeta SIM900 y Arduino Uno*. [Figura 4]. Recuperado de <http://saber.patagoniatec.com/gprsgsm-shield-sim900-arduino-argentina-ptec-elecfreaks/>
- Prometec, (s.f.). Módulo Bluetooth HC-05. [Figura 2] Recuperado de <http://www.Prometec.net/bt-hc05/>
- Prometec, (s.f.). Conexión de pines Arduino Uno con Módulo Bluetooth HC-05. [Figura 3] Recuperado de <http://www.Prometec.net/bt-hc05/>
- Prometec, (s.f.). *Módulo GSM /GPRS: Llamar y enviar sms*. Empezando con el módulo GPRS. Recuperado de <http://www.Prometec.net/gprs-llamar-enviar-sms/>

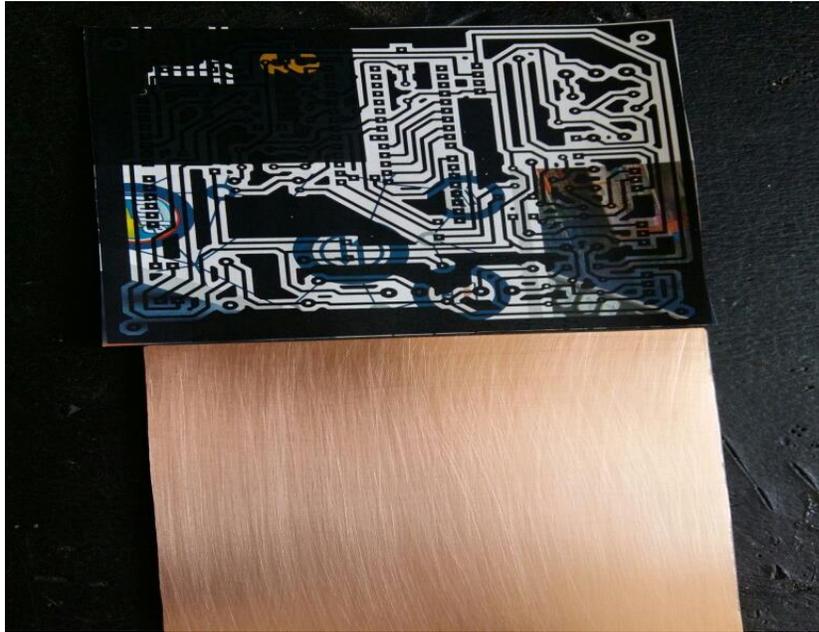
- Ransom, E., (2015). *Sensor PIR*. Recuperado de https://prezi.com/stap4_3jqdhd/sensor-pir/
- Reyes, I., (2015). *Software Proteus*. [Figura 8]. Recuperado de <http://www.tutorial.com/2015/10/tutorial-descargar-instalar-proteus-simulino-mega.html>
- Rossano, V., (2013). *Proteus VSM. Simulación de circuitos electrónicos*. [en línea] Buenos Aires: Fox Andina S.A. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=b1mivOB6_YMC&pg=PA14&dq=proteus&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjo34mMm6rSAhXKTCYKHfBXDCAQ6AEIWD AJ#v=onepage&q=proteus&f=false
- Valarezo, J. (2016). *Implementación de un sistema de monitoreo de temperatura de agua en una piscina camaronera* (Tesis de Ingeniería). Universidad Técnica de Machala, Machala. Recuperado de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7659/1/TCUAIC_2016_ISIST_CD0022.pdf

BIBLIOGRAFÍA

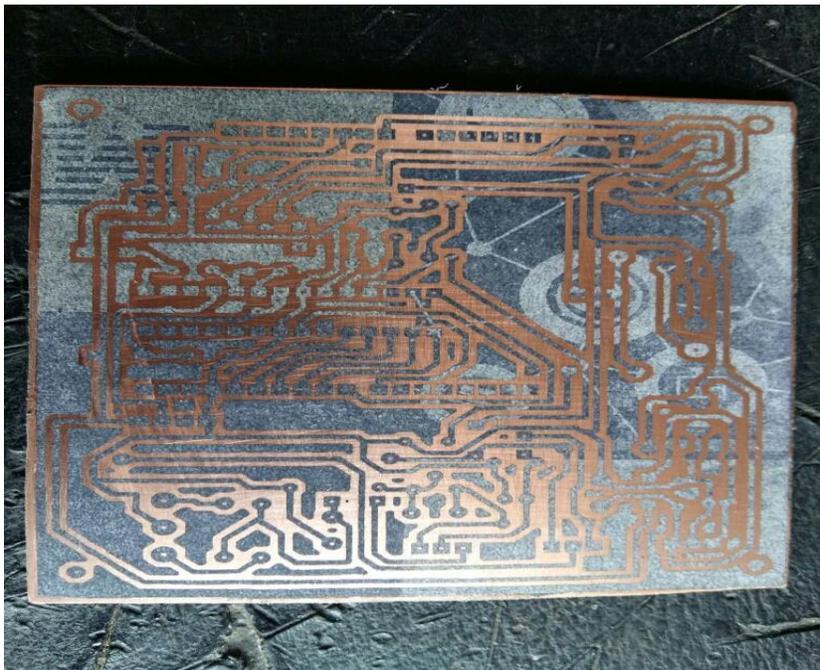
- Reyes, C., (2008). *Microcontroladores PIC Programación en Basic*. Recuperado de <https://docs.google.com/file/d/0B9ZdHftfjMafYVZWQTQyRjhvZlk/edit>
- Valdés, E.; Pallás, A, (2007). *Microcontroladores: fundamentos y aplicaciones con PIC*. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=ODenKGOHMRkC&printsec=frontcover&dq=libros+de+microcontroladores+pic&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjHybXXtarSAhWDVyYKHSzTAfYQ6AEIGDAA#v=onepage&q=libros%20de%20microcontroladores%20pic&f=false>
- García, E., (2009). *Compilador C CSS Y Simulador PROTEUS para Microcontroladores PIC*. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=k8vMKuRAyUC&printsec=frontcover&dq=libros+de+microcontroladores+pic&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjHybXXtarSAhWDVyYKHSzTAfYQ6AEIHzAB#v=onepage&q=libros%20de%20microcontroladores%20pic&f=false>
- Mandado, E., Menéndez, L., Ferreira, L., López, E., (2007). *Microcontroladores PIC. Sistema Integrado para el autoaprendizaje*. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=86uGLMp4vgAC&printsec=frontcover&dq=libros+de+microcontroladores+pic&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjHybXXtarSAhWDVyYKHSzTAfYQ6AEIKzAD#v=onepage&q=libros%20de%20microcontroladores%20pic&f=false>
- Goilav, N. y Loi, G., (2016). *Arduino Aprender a desarrollar para crear objetos inteligentes*. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=R6RCxQl_H6YC&pg=PA216&dq=arduino+uno&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiyvfOAtqrSAhWJ4SYKHWYAD0IQ6AEIGzAA#v=onepage&q=arduino%20uno&f=false

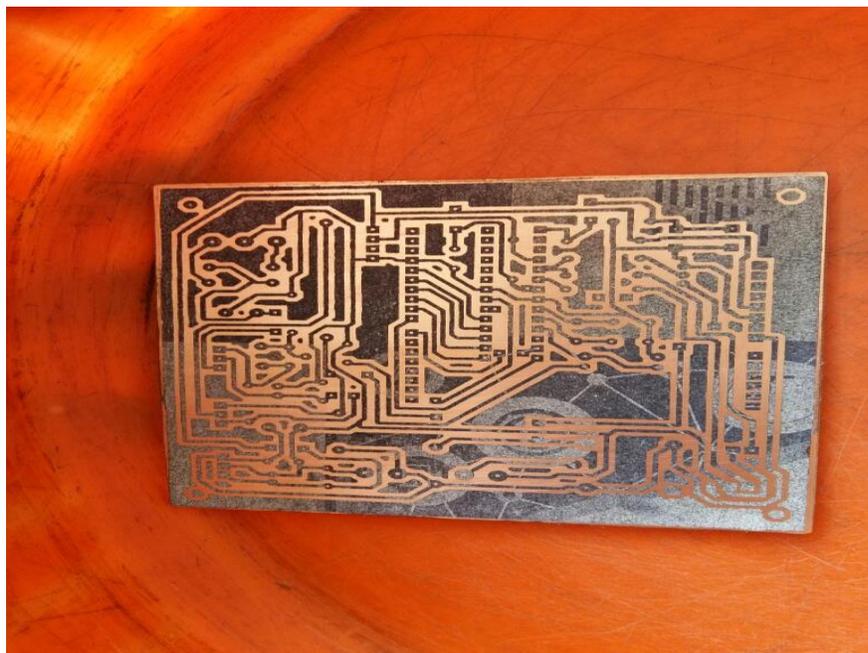
ANEXOS

Anexo 1: Colocación de pistas sobre la baquelita

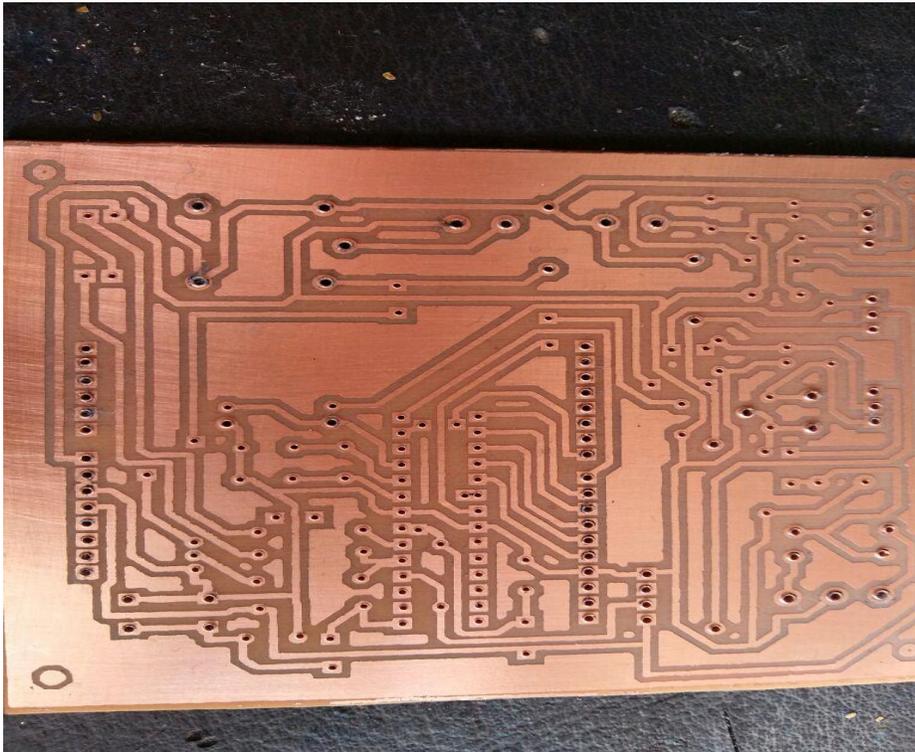
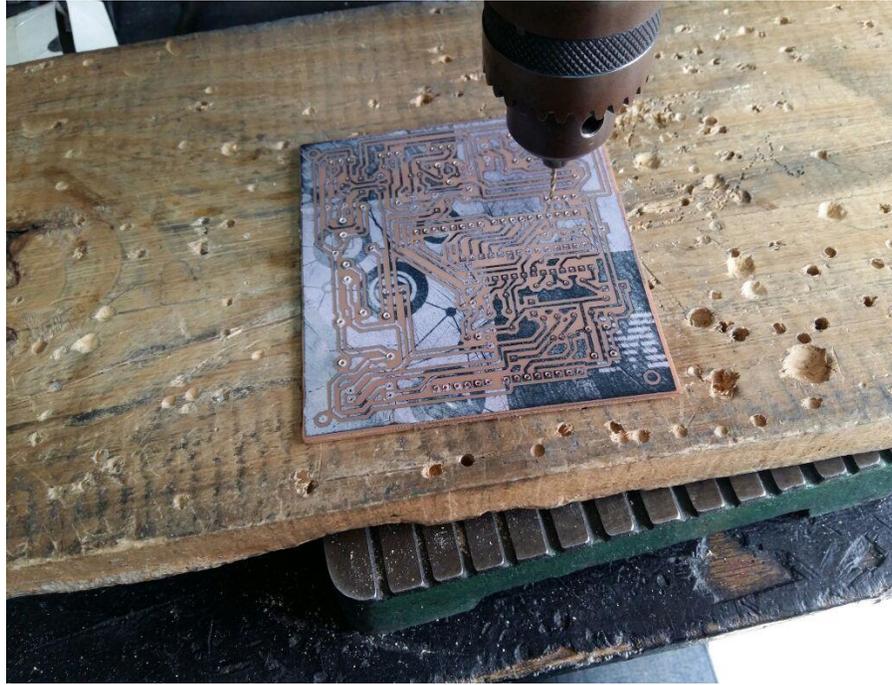


Anexo 2: Diagrama de pistas sobre baquelita

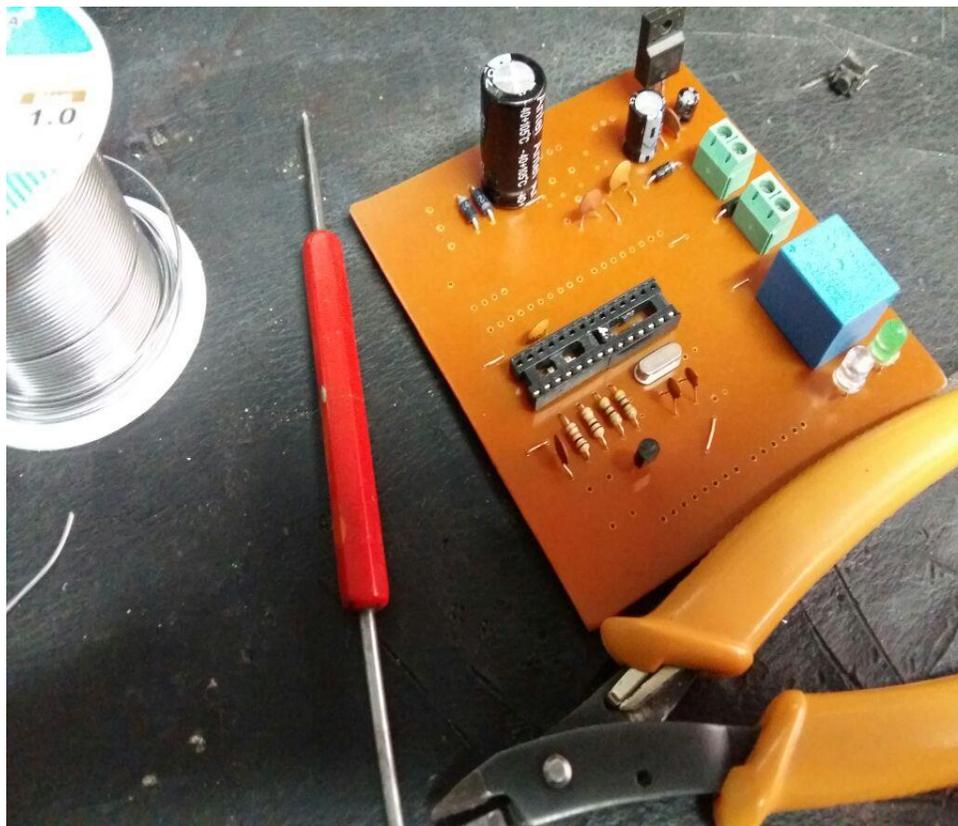
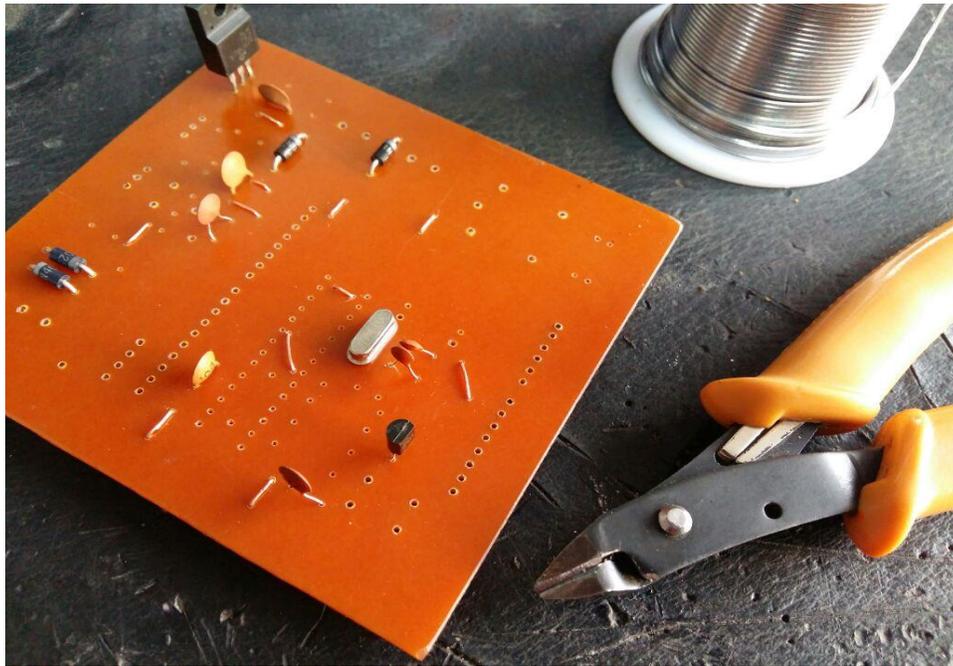


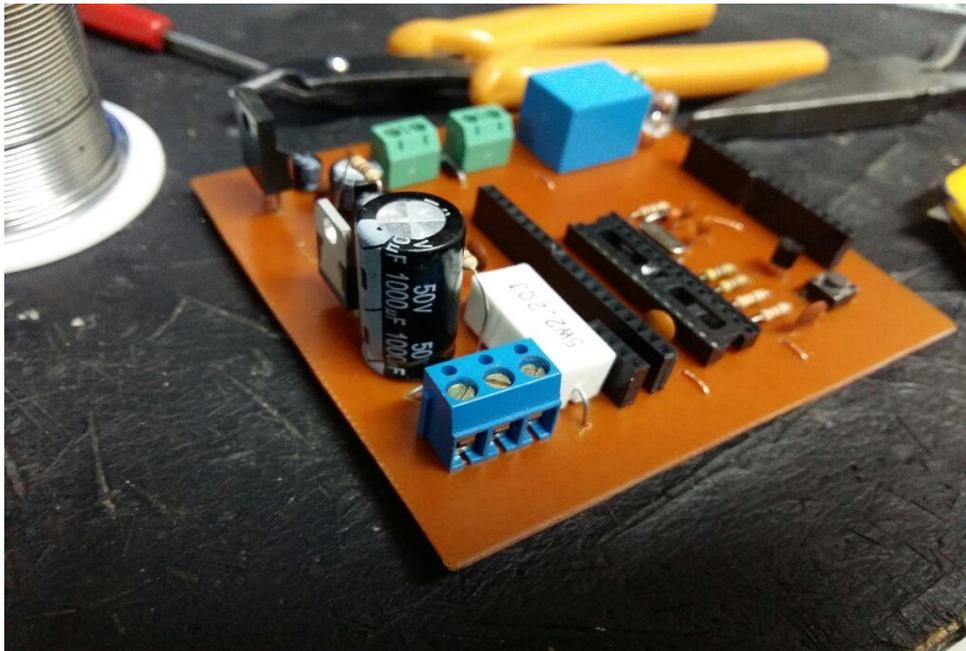
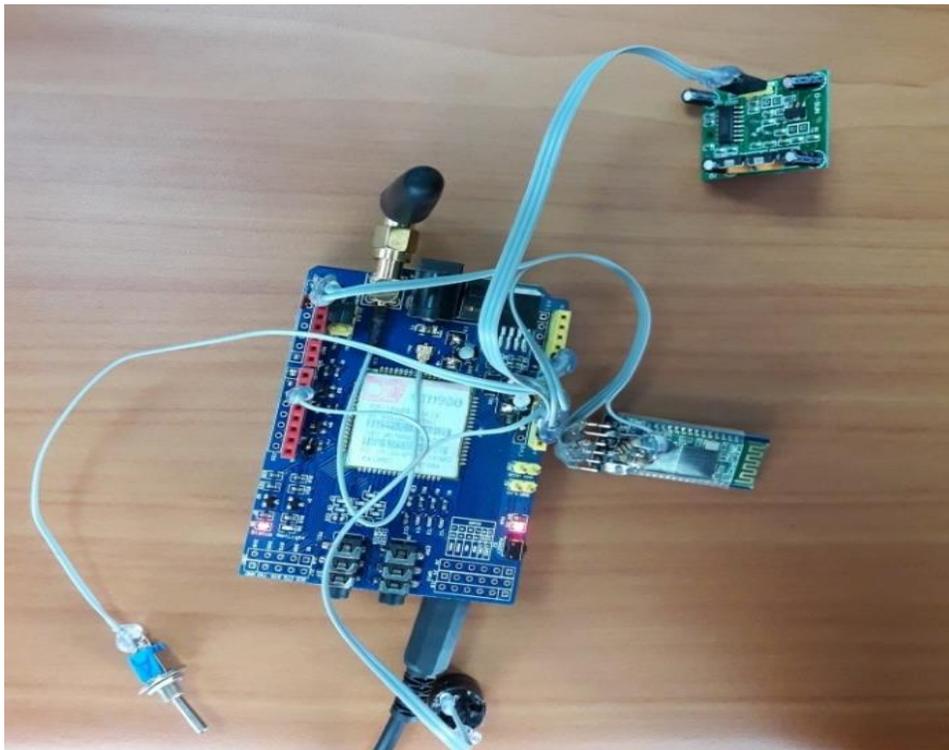
Anexo 3: Quema de baquelita y producto terminado

Anexo 4: Perforación de la placa de baquelita para la colocación de los elementos y producto terminado.

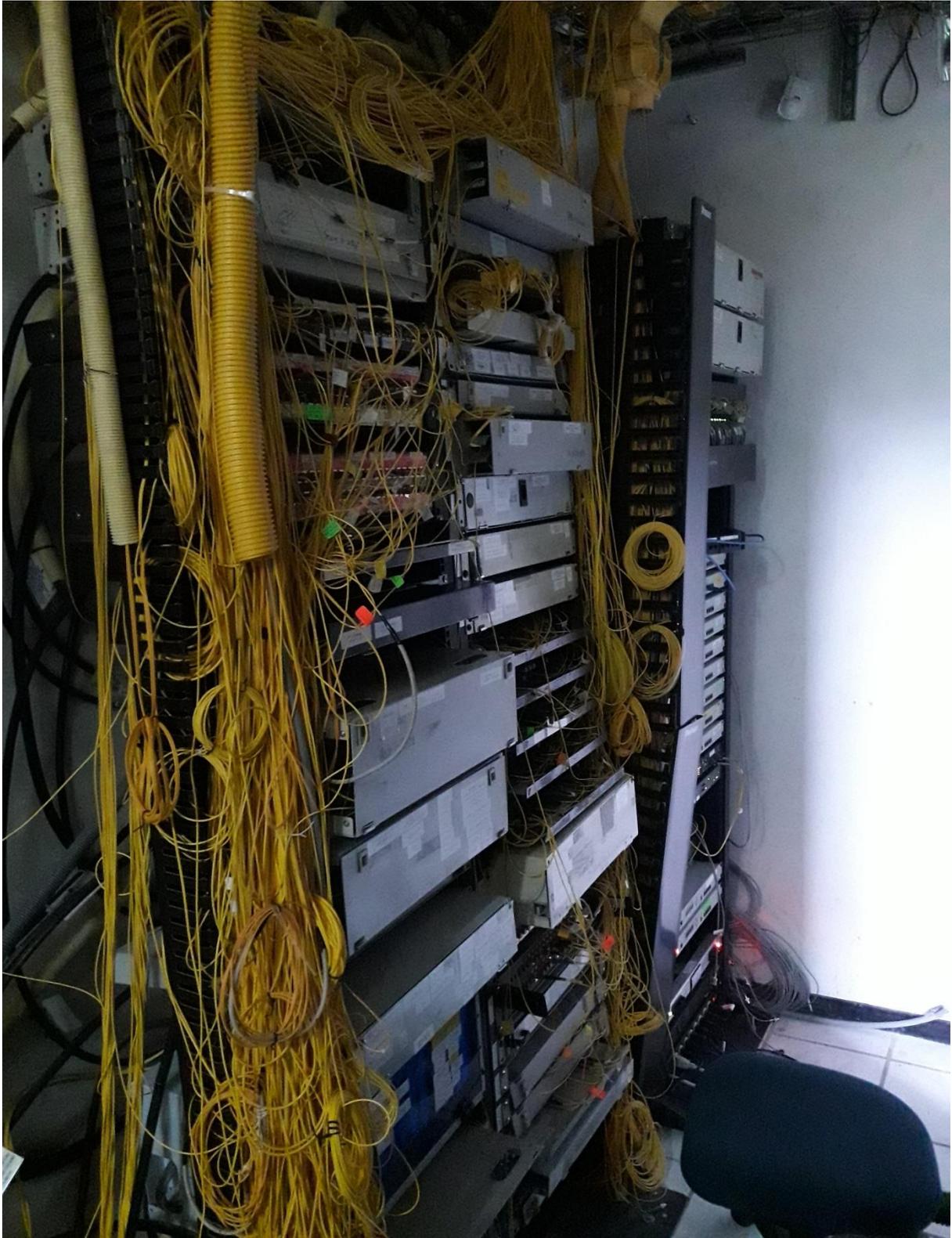


Anexo 5: Colocación de elementos en la placa para soldar



Anexo 6: Producto terminado**Anexo 7: Pruebas de funcionamiento del módulo GSM Sim 900**

Anexo 8: Temperatura elevada sin funcionamiento equipos de aire acondicionado

Anexo 9: Equipos GPON dentro de la central Zambiza

Anexo 10: Rack HUAWEI B803 equipos DSLAM



Anexo11: Regletas de Lens y red primaria central Zambiza

Anexo12: Central Zambiza sin energía eléctrica



Anexo13: Central Zambiza Aire acondicionado 1 sin operar interruptores en corto



Anexo 14: Configuración de instrucciones para el microcontrolador Atmega328

```
//USER fabiandiaz593

//Abcd1234

#include <DHT11.h>

#include "ThingSpeak.h"

#include <SPI.h>

#include <Ethernet.h>

byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };

EthernetClient client;

// On Arduino: 0 - 1023 maps to 0 - 5 volts

#define VOLTAGE_MAX 5.0

#define VOLTAGE_MAXCOUNTS 1023.0

unsigned long myChannelNumber = 402266;

const char * myWriteAPIKey = "1MOIUIIY5LXW35VD";

#include <SoftwareSerial.h>

char inchar; // Will hold the incoming character from the GSM shield

SoftwareSerial SIM900(7, 8); // jumper 2 a tx y 3 a RX

int pin=2;

DHT11 dht11(pin);

float temp2, hum2;

int rele = 3;

int estadorele;

int x;

int alarma=0;

int energia = 5;

int datoenergia=0;

int alarma2=0;

int dato;
```

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);

  Ethernet.begin(mac);

  ThingSpeak.begin(client);

  analogReference(INTERNAL);

  Serial.println("INICIALIZANDO...");

  pinMode(rele,OUTPUT);

  digitalWrite(rele,LOW);

  pinMode(energia,INPUT);

  SIM900.begin(19200);

  SIM900power();

  //delay(20000); // give time to log on to network.

  //sendSMS();

  for (int x = 0;x<10; x++){

  SIM900.print("AT+CSCLK=0\r");

  delay(10);

  }

  SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // set SMS mode to text

  delay(100);

  SIM900.print("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r");

  // blurt out contents of new SMS upon receipt to the GSM shield's serial out

  delay(100);

  SIM900.print("ATe0&w\r");

  }

void loop()
{

  analisistemperatura();

  analisisred();
```

```

int err;

float temp, hum;

if((err = dht11.read(hum, temp)) == 0) // Si devuelve 0 es que ha leído bien
{
    temp2=temp;

    hum2=hum;

    ThingSpeak.writeField(myChannelNumber, 1, temp2, myWriteAPIKey);

    //delay(15000);

    retardo();

    ThingSpeak.writeField(myChannelNumber, 2, estadorele, myWriteAPIKey);

    //delay(15000);

    retardo();

    ThingSpeak.writeField(myChannelNumber, 3, datoenergia, myWriteAPIKey);

    //delay(15000);

    retardo();
}

/* else
{
    Serial.println();

    Serial.print("Error Num :");

    Serial.print(err);

    Serial.println();
}
*/

//delay(1000); //Recordad que solo lee una vez por segundo

//If a character comes in from the cellular module...

//ThingSpeak.writeField(myChannelNumber, 1, 2, myWriteAPIKey);

//llave void loop

void analisis temperatura(){

if (temp2 > 27){

```

```
digitalWrite(rele , HIGH);
```

```
estadorele=1;
```

```
if(alarma==0){
```

```
  alarmasms();
```

```
  }
```

```
}
```

```
if (temp2 <26){
```

```
  digitalWrite(rele , LOW);
```

```
  estadorele=0;
```

```
  alarma=0;
```

```
  }
```

```
}
```

```
void SIM900power()
```

```
// software equivalent of pressing the GSM shield "power" button
```

```
{
```

```
  digitalWrite(9, HIGH);
```

```
  delay(1000);
```

```
  digitalWrite(9, LOW);
```

```
  delay(5000);
```

```
}
```

```
void sendSMS()
```

```
{
```

```
  SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT command to send SMS message
```

```
  delay(100);
```

```
  SIM900.println("AT + CMGS =\'+593987395942\'"); // recipient's mobile number, in international format
```

```
  delay(100);
```

```
  SIM900.println("Informacion parametros:"); // message to send
```

```
delay(100);

SIM900.print("Temperatura:"); // message to send

delay(100);

SIM900.print(temp2); // message to send

delay(100);

SIM900.println(" grados centigrados"); // message to send

delay(100);

SIM900.print("El ventilador esta "); // message to send

delay(100);

if (estadorele==1){

SIM900.println("encendido"); // message to send

delay(100);

}

if (estadorele==0){

SIM900.println("apagado"); // message to send

delay(100);

}

SIM900.print("Central Zambiza "); // message to send

delay(100);

if (datoenergia==1){

SIM900.println("cuenta con energia electrica"); // message to send

delay(100);

}

if (datoenergia==0){

SIM900.println("tiene corte se suministro electrico"); // message to send

delay(100);

}

SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26

delay(100);

SIM900.println();

delay(1000); // give module time to send SMS

//SIM900power(); // turn off module
```

```
}
```

```
void retardo(){  
  for (int x = 0;x<100; x++){  
    delay(150);  
    if(SIM900.available() >0)  
    {  
      inchar=SIM900.read();  
      Serial.print(inchar);  
      if (inchar=='#')  
      {  
        delay(10);  
  
        inchar=SIM900.read();  
        Serial.print(inchar);  
        if (inchar=='a')  
        {  
          delay(10);  
          inchar=SIM900.read();  
          Serial.println(inchar);  
          if (inchar=='1')  
          {  
            sendSMS();  
            x=150;  
          }  
        }  
      }  
  
      SIM900.println("AT+CMGD=1,4"); // delete all SMS  
      SIM900.print("ATe0&w\r");
```

```

    }

    }

}

}

void alarmasms()
{
    SIM900.println("AT+CMGF=1\r");           // AT command to send SMS message
    delay(100);

    SIM900.println("AT + CMGS =\`"+593987395942\`");           // recipient's mobile number, in international format
    delay(100);

    SIM900.println("Se ha detectado temperatura elevada"); // message to send
    delay(100);

    SIM900.println((char)26);           // End AT command with a ^Z, ASCII code 26

    delay(100);

    SIM900.println();

    delay(1000);           // give module time to send SMS

    //SIM900power();           // turn off module

    alarma=1;
}

void analisisred(){
    dato= digitalRead(energia);

    if(dato== HIGH){
        datoenergia=1;
        alarma2=0;
    }

    if(dato== LOW){
        datoenergia=0;

        if(alarma2==0){
            alarma2SMS();
        }
    }
}

```

```
}  
}  
  
}  
  
void alarma2SMS()  
{  
  
SIM900.println("AT+CMGF=1\r");           // AT command to send SMS message  
  
delay(100);  
  
SIM900.println("AT + CMGS = \"+593987395942\r"); // recipient's mobile number, in international format  
  
delay(100);  
  
SIM900.println("Se ha detectado corte de suministro electrico"); // message to send  
  
delay(100);  
  
SIM900.println((char)26);           // End AT command with a ^Z, ASCII code 26  
  
delay(100);  
  
SIM900.println();  
  
delay(1000);           // give module time to send SMS  
  
//SIM900power();           // turn off module  
  
alarma2=1;  
}
```