

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Desarrollo de equipos de monitoreo de parámetros operativos de los armarios semaforicos de la ATM con integración a la plataforma Iris Traffic, basado en IoT.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en Telecomunicaciones

Presentado por:

Jean Carlos Lucas Marcillo

José Andrés García García

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mis padres que siempre se han esforzado para brindarme todos los recursos necesarios para mis estudios,

José Andrés García García

El presente proyecto va dedicado a mi familia, que ha sido un soporte importante a lo largo de mi formación personal y académica, también a mis amigos, que han estado en buenos momentos y malos momentos a lo largo de mi vida personal y universitaria.

Jean Carlos Lucas Marcillo

AGRADECIMIENTOS

Estoy agradecido con Dios por las bendiciones que me ha dado toda la vida, agradezco a mis padres por el apoyo que siempre me han brindado para tener una buena formación tanto personal como profesional, a mi compañero de proyecto por brindarme una amistad sincera y por el esfuerzo entregado para cumplir con nuestra meta. Finalmente le agradezco a mi esposa por el apoyo y compañía durante estas largas horas de estudios y esfuerzo para mi formación profesional.

José Andrés García García

Mi más sincero agradecimiento a todos los profesores desde la escuela hasta la universidad por formarme como persona y educarme con sus conocimientos, también agradezco a mi familia y a cada persona cercana de mi vida que ha hecho de mí una mejor persona cada día.

Jean Carlos Lucas Marcillo

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *JEAN CARLOS LUCAS MARCILLO* y *JOSÉ ANDRÉS GARCÍA GARCÍA* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Jean Lucas

José García

EVALUADORES

PhD. Francisco Novillo

PROFESOR DE LA MATERIA

MsC. Alfredo Núñez

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Últimamente en la ciudad de Guayaquil se han incrementado los accidentes vehiculares debido a ciertos factores como la lluvia, exceso de velocidad y demás factores climáticos, además de los daños que sufren los armarios semafóricos y que terminan con fallas en los semáforos, estos sucesos tienen como consecuencia una respuesta física y no inmediata por parte de los técnicos de la ATM para resolver el inconveniente, es así que para evitar estos eventos es necesario el diseño e integración de un sistema automático para la medición de los parámetros de funcionamiento de los armarios semafóricos. El diseño de este sistema se basó en diferentes módulos, tanto de medición, como de comunicación, que se encargan de captar y enviar datos de manera continua con la ayuda de un microcontrolador Arduino que se conecta a una red LAN y a una pantalla LCD para el envío de estos parámetros hacia una plataforma basada en IoT que almacena los datos de manera inteligente dependiendo el día y la hora se tendrán distintos valores. Al realizar todas las pruebas, se visualizó los datos llegaban tanto a la pantalla LCD, como a la red LAN, a la que se conectó el sistema de monitoreo y control, entre los datos enviados están los de temperatura, humedad, factor de potencia y el consumo de voltaje, corriente y potencia que tiene el armario semafórico. Además de la implementación de un control de corte y reconexión, que servirá para que en casos de haber un apagón o que el equipo se reinicie, poder encenderlo de manera remota y no haya la necesidad de ir presencial, lo que gasta recursos y no es eficiente. Todas las pruebas y resultados se obtuvieron de manera experimental para tener mayor precisión y seguridad en el funcionamiento y tener constancia de que los módulos de comunicación transmiten información actualizada y a la red conectada en ese momento. Con esto se logra un mejor rendimiento de los equipos de medición, mayor información en la plataforma IoT "Iris traffic", además de una integración que utiliza un solo microcontrolador y no varios como se hacía antes, finalmente con el uso del nuevo microcontrolador se deja la posibilidad de poder incluir futuros módulos de medición en caso de que el cliente lo requiera.

Palabras claves: Automatizado, módulos, armarios semafóricos, IoT.

ABSTRACT

Lately in the city of Guayaquil vehicular accidents have increased due to certain factors such as rain, speeding and other climatic factors, in addition to the damage suffered by the traffic light cabinets and that end with failures in the traffic lights, these events have as consequence, a physical and not immediate response by the ATM technicians to resolve the problem, so to avoid these events it is necessary to design and integrate an automatic system for measuring the operating parameters of the traffic light cabinets. The design of this system was based on different modules, both measurement and communication, which are responsible for capturing and sending data continuously with the help of an Arduino microcontroller that is connected to a LAN network and to an LCD screen for monitoring. Sending these parameters to an IoT-based platform that intelligently stores the data depending on the day and time will have different values. When carrying out all the tests, the data that arrives both to the LCD screen and to the LAN network, to which the monitoring and control system was connected, was visualized. Among the data sent are those of temperature, humidity, power factor and the voltage, current and power consumption of the traffic light cabinet. In addition to the implementation of a cut-off and reconnection control, which will serve so that in the event of a blackout or the equipment restarts, it can be turned on remotely and there is no need to go in person, which wastes resources and is not effervescent. All tests and results were obtained experimentally for greater accuracy and reliability in operation and to ensure that the communication modules transmit updated information and to the network connected at that time. With this, a better performance of the measurement equipment is achieved, more information in the IoT platform "Iris traffic", in addition to an integration that uses a single microcontroller and not several as was done before, finally with the use of the new microcontroller it is left the possibility of being able to include future measurement modules in case the client requires it.

Keywords: automated, modules, traffic light boxes, IoT

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO 1	1
1.1 Introducción	1
1.2 Descripción del problema.....	2
1.3 Justificación del problema.....	3
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos	3
1.5 Metodología	4
1.6 Resultados esperados	5
CAPÍTULO 2	6
2. Marco teórico	6
2.1 Internet de las cosas	6
2.2 Armarios semafóricos	6
2.3 Sensores de Temperatura y Humedad	6
2.4 Microcontroladores	7
2.5 Módulo LAN	8

2.6	Módulo LANTRONIX XPort.....	8
2.7	Módulo ESP-32.....	9
2.8	Módulo PZEM-004T	10
CAPÍTULO 3		11
3.	Descripción del escenario	11
3.1	Descripción del sistema:	12
3.2	DIAGRAMAS DE FUNCIONAMIENTO:	13
Capítulo.....		17
4.	resultados.....	17
4.1	PRUEBAS.....	17
4.2	RESULTADOS.....	22
CAPÍTULO 4		24
5.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	24
Conclusiones.....		24
Recomendaciones		25
BIBLIOGRAFÍA		26
6.	Bibliografía	26
7.	Anexos	27

ABREVIATURAS

ATM	Autoridad de Tránsito Municipal
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
GND	Ground
IoT	Internet de las cosas
IP	Protocolo de internet
LAN	Red de área local
Rx	Recepción
TCP	Protocolo de control de transmisión
TX	Transmisión
USB	Universal Serial Bus

SIMBOLOGÍA

H	Hertz
I	Intensidad de corriente
KwH	Kilo watts por hora
m	Metro
V	Voltaje
W	Vatio

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Armario semafórico de la ATM.....	6
Figura 2.2 Sensor de temperatura DHT22	7
Figura 2.3 Microcontrolador Arduino Mega 2560	8
Figura 2.4 Módulo LANTRONIX XPort.....	9
Figura 2.5 Módulo ESP32	10
Figura 2.6 Módulo PZEM-004T	10
Figura 3.1 Descripción del escenario	11
Figura 3.2 Diagrama de dispositivo para establecer mediciones y comunicación	12
Figura 3.3 Conexión de los módulos de medición.....	13
Figura 3.4 Diagrama de conexión del módulo WIFI/BT.....	13
Figura 3.5 Diagrama de conexión a la red de la ATM	14
Figura 3.6 Diagrama de conexión del RELAY y DRIVER para corte y reconexión del sistema.....	14
Figura 3.7 Diagrama final de la solución	15
Figura 3.8 Diagrama de conexiones del sistema.....	16
Figura 4.1 Pruebas de conectividad y medición de parámetros de temperatura y humedad.....	17
Figura 4.2 Valores de medición cuando el celular no está conectado.....	18
Figura 4.3 Valores de medición cuando el celular está conectado.....	18
Figura 4.4 Módulo LANTRONIX conectado a la red.....	19
Figura 4.5 Configuración de IP al lantronix	19
Figura 4.6 Configuración del puerto y demás factores para la comunicación .	20
Figura 4.7 Conexión a la dirección 192.168.1.30:10001	21
Figura 4.8 Resultados de recepción y envío de datos desde el serial de Arduino.....	22
Figura 4.9 Resultados de la medición de energía en el armario semafórico...	22
Figura 4.10 Envío de información desde el armario hacia la dirección 192.168.1.30	23
Figura 7.1 Formato de la trama enviada	27

Figura 7.2 Arduino con la placa lo2 conectada	28
Figura 7.3 Prototipo final, parte interior y exterior.....	29
Figura 7.4 Relay implementado para el sistema de corte y reconexión	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Comparación de mediciones de energía	Error!	Bookmark	not defined.
Tabla 7.1 Presupuesto total desglosado			31

CAPÍTULO 1

1.1 Introducción

Actualmente dentro del mundo y desarrollo tecnológico que se vive en todo el planeta es indispensable que cualquier tipo de implementación de proyectos tenga la capacidad de contar con un sistema autónomo e inteligente y que cuente con la facilidad de poder interconectarse con redes y dispositivos a su alrededor, además, de tener capacidades para tomar decisiones de manera proactiva, con la finalidad de auto organizarse, corregirse y aprender, por lo contrario es inaceptable que algún tipo de implementación en estos días carezca de automatizaciones y conectividad [1].

Estos sistemas o equipos logran tener estas capacidades a través de mecanismos y dispositivos que le permitan aprender y adaptarse al ambiente y tipo de trabajo donde sean requeridos, es el caso de los sensores, actuadores, switches, alarmas, etc. Estos se caracterizan por ser elementos de repuesta inmediata basados en IoT con capacidad de conectarse con alguna tecnología de comunicación tomando en cuenta que las funcionalidades de internet de las cosas se multiplican conforme la tecnología evoluciona y se expande por diferentes escenarios [2]. De esta manera ahorran el antiguo trabajo de manera física-presencial de técnicos, reemplazando este trabajo por una solución remota en caso ocurra algún tipo de siniestro, incluso ayudan a tomar medidas de prevención mediante el contante monitoreo y control que realizaran estos dispositivos en los armarios. Es así como estos sistemas inteligentes son implementados en varios proyectos con la finalidad de mejorar y facilitar el trabajo de las personas.

De esta manera la ATM dentro de la ciudad de Guayaquil mantiene un plan de seguridad vial algo diferente a lo tradicional a través de sus semáforos que son controlados y monitoreados mediante armarios semaforicos, ubicados alrededor de toda la ciudad. Estos armarios semaforicos están compuestos de varios circuitos que cumplen una serie de funciones y que muchas veces suelen inhibirse [3] debido las condiciones de trabajo a la que están sometidos (ambiente hostil), es decir que tienen problema en su funcionamiento ya que no son capaces de corregir los errores que surgen debido a factores externos que muchas veces no se conocen si no es hasta descubrirlo de manera presencial como mediante los técnicos.

Mediante este proyecto se pretende realizar una mejora a los armarios semafóricos en la ciudad de Guayaquil teniendo como misión principal la implementación de un equipo de monitoreo de parámetros operativos de los armarios semafóricos de la ATM integrándose además a una plataforma para la transmisión y recolección de información basado en IoT, además el desarrollo de estos equipos en los armarios semafóricos proporciona una ayuda para mejorar el control de cortes y reconexiones eléctricas de manera automatizada y a su vez al control del consumo de estos parámetros.

1.2 Descripción del problema

A lo largo del año 2021 se encontraron varios problemas dentro de los armarios semafóricos de la ATM, uno de esos problemas encontrados consiste en que los equipos de medición de temperatura, humedad y energía activa (que miden KWH, Voltaje, Factor de Potencia, Intensidad) tienden a apagarse y esto afecta al funcionamiento de los semáforos que debido al apagón de esos módulos afectan al correcto funcionamiento de estos.

La anterior problemática se debe a que los módulos de temperatura, humedad y energía activa trabajan de manera independiente, son módulos distintos y cuando se apagan debido a los factores climáticos o ambientales se deja de medir la información para la cual están programadas. Esto causa que se tenga una falta de información en la plataforma Iris Traffic, la cual es una plataforma basada en IoT, en donde se envían y almacenan todos los datos que midan los módulos de medición dentro de los armarios semafóricos. Esta información es de vital importancia para la ATM y al haber estos apagones en los equipos se tiene un problema al momento de querer saber cómo ha funcionado el armario semafórico a lo largo del tiempo.

Además, la reactivación de estos equipos se debe hacer de forma manual, por lo que es una pérdida de recursos al tener que ir a determinadas ubicaciones a lo largo de la ciudad de Guayaquil cuando uno de estos equipos sufre un apagón.

1.3 Justificación del problema

Es importante comprender los factores que influyen en el funcionamiento de los equipos de medición dentro de los armarios semafóricos porque debido a los apagones que sufren se tiene una pérdida de información durante todo el tiempo de inactividad de los equipos, además de representar una pérdida de recursos para la ATM.

La implementación de equipos de medición de los parámetros antes mencionados ayudaría a mejorar el control de cortes y reconexiones eléctricas de manera automatizada basado en IoT, además de mejorar el envío de la información recolectada mediante una plataforma informática (Iris Traffic) usando una conexión LAN que envía la información a la plataforma y con un valor agregado al momento de implementar todo en un solo módulo con un rediseño que mejoraría las fallas que causan los apagones de los equipos, además agregarle un módulo de comunicación Wi-Fi para tener una alternativa extra por si la red LAN falla. Esto solucionaría los problemas antes mencionados, además de tener un sistema automatizado que en la actualidad es de mucha importancia para mejorar la eficiencia de trabajo en todos los armarios semafóricos de la ATM.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Implementar un equipo de control y medición de parámetros de temperatura, humedad y energía para los armarios semafóricos con conexión directa a una red LAN TCP/IP.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Integrar la incorporación de otros medios de comunicación en donde se le agregará al equipo módulos Wi-Fi y Bluetooth.
- Configurar la red para el envío de información desde el equipo hacia la plataforma Iris Traffic.
- Realizar el diseño y configuración de los equipos de medición con su debida integración en el microcontrolador.

1.5 Metodología

Para la problemática presentada se tiene una solución que consiste en el desarrollo de un equipo sofisticado que permita el control y monitoreo de un sistema con la finalidad de mejorar su rendimiento y esto es mediante la aplicación de conocimientos de programación, electrónica y telecomunicaciones.

Para describir de manera clara el proceso que conlleva esta metodología se optó por dividir en etapas cada una de las implementaciones que son necesarias para realizar el proyecto, es así, que la metodología a implementar consiste en el estudio y toma de datos del sistema actual de los armarios semafóricos, selección de los microcontroladores, elección de los diferentes módulos, programación de equipos y finalmente realizar las respectivas pruebas de conectividad y comunicación entre los armarios semafóricos y las oficinas de la ATM.

Dentro de la primera etapa que consiste en el estudio del actual sistema de los armarios semafóricos se obtiene información acerca del funcionamiento, envío de datos, conectividad y energización de estos armarios que ayuda a la selección de los microcontroladores, esta elección que está basada en los costos, capacidad y características de funcionamiento que estos presentan en relación al ambiente hostil en donde serán implementados, la elección del microcontrolador conlleva el escoger los diferentes módulos que se alineen con sus características y así puedan funcionar sin inconvenientes.

Luego se continúa con la respectiva programación de los equipos obtenidos partiendo con los conocimientos adquiridos e investigación previa de equipos orientados al tema del proyecto realizando simulaciones en software con lo cual permite tener una visualización de errores y mejorarlos para el correcto uso de equipos.

Finalmente se realiza las pruebas de conectividad, medición y control de parámetros con los microcontroladores y transmisión de datos entre los armarios semafóricos y la plataforma de monitoreo de la ATM; realizando cada una de estas pruebas por etapa y de manera independiente, es decir, conexión bluetooth, cortes y reconexión remota de energía de los armarios semafóricos.

1.6 Resultados esperados

Al finalizar el proyecto se espera contar con sistemas integrados que sean capaces de medir, controlar y transmitir información de manera eficiente para optimizar el trabajo de la ATM dándole facilidad para monitorear los armarios semafóricos que se encuentran alrededor de la ciudad de Guayaquil.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Internet de las cosas

El Internet de las cosas (IoT) permite conectar sistemas físicos al internet los cuales reciben y transfieren datos a través de redes inalámbricas con poca intervención humana. Los dispositivos llevan un proceso Machine to Machine (abreviado, M2M) en el cual ambos dispositivos se comunican entre sí usando cualquier tipo de conectividad como el Wifi, Bluetooth, cable, etc. La conexión entre dispositivos se realiza mediante sensores y chips que están incorporados en los dispositivos [4].

2.2 Armarios semafóricos

Como se puede apreciar en la **Figura 2.1** los armarios semafóricos son una caja que en su interior se encuentran distintos dispositivos que permiten el control de los semáforos alrededor. Dentro de estos encontramos: sensores, módulo LAN y microcontroladores.



Figura 2.2 Armario semafórico de la ATM

2.3 Sensores de Temperatura y Humedad

Los sensores son componentes eléctricos capaces de medir la temperatura y humedad relativa en distintos ambientes mediante una señal eléctrica. El sensor mostrado en la **Figura 2.2** es capaz de obtener datos en tiempo real y es utilizado para el control de circuitos [5].

El DHT22 (AM2302) es un sensor digital de temperatura y humedad relativa de buen rendimiento y bajo costo. Se conecta a un Arduino mediante un pin VCC, pin GND a Tierra y un pin de datos a un pin digital. Este tipo de sensor debe ser protegido de la luz del sol por la radiación UV [5].

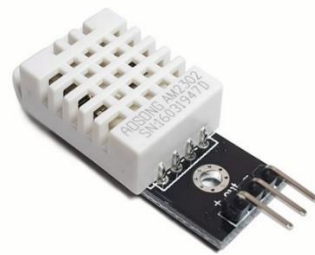


Figura 2.3 Sensor de temperatura DHT22

2.4 Microcontroladores

Son circuitos integrados que ejecutan instrucciones grabadas en memoria. Actúan como sistemas dentro de un chip, el cual está compuesto por un procesador, soporte, memoria y puertos E/S. El microcontrolador que se muestra en la **Figura 2.3** utiliza una memoria programable y no volátil en el que traduce a velocidad de reloj mucho más bajas y consumen menos energía. Dispone de tres unidades contador, con la que cuentan los ciclos de reloj en los que se ejecuta cada instrucción [6].

El protocolo de comunicación entre el sensor y los microcontroladores emplean una conexión mediante un hilo o cable.

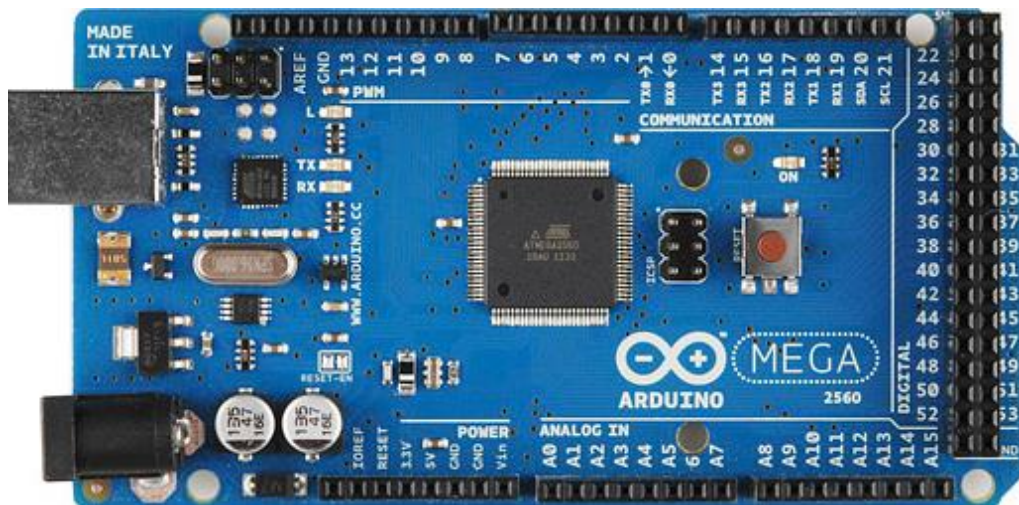


Figura 2.4 Microcontrolador Arduino Mega 2560

2.5 Módulo LAN

Una red de área local (Local Area Network o LAN) es un conjunto de dispositivos periféricos en el que comparten un enlace inalámbrico a un servidor dentro de un área geográfica específica o limitada. Una red LAN permite la conexión a servidores internos, sitios web y otras LAN que pertenecen a la misma red.

Este requiere de un cable Ethernet y conmutadores de Capa 2 junto con dispositivos que sean adaptables a un cable Ethernet [7].

2.6 Módulo LANTRONIX XPort

En la **Figura 2.4** se tiene a un módulo XPort que es una solución compacta e integrada para habilitar la web prácticamente cualquier dispositivo con capacidad serial. La incorporación de un dispositivo XPort en el diseño de un producto, los fabricantes de dispositivos pueden ofrecer conectividad de red rápida y fácilmente como una característica estándar, de modo que se pueda acceder a los equipos y controlarlos a través de la red [8].

- Factor de forma patentado y pila de red lista para producción
- Cifrado AES de 256 bits para comunicaciones seguras
- Compatible con EMC / EMI; RoHS
- Conexión LAN directa mediante un adaptador RJ-45



Figura 2.5 Módulo LANTRONIX XPort

2.7 Módulo ESP-32

El módulo ESP32 presentado en la **Figura 2.5** está compuesto por una serie de microcontroladores de bajo costo y de bajo consumo con sistema en chip con Wi-Fi y Bluetooth de modo dual integrados, es una solución integrada usando comunicaciones Wi-Fi y Bluetooth que proporciona radio inalámbrica y a su vez un procesador integrado con interfaces para conectarse con varios periféricos. El procesador tiene dos núcleos de procesamiento cuyas frecuencias operativas pueden controlarse independientemente entre 80 MHz y 240 MHz. Los periféricos del procesador facilitan la conexión a una variedad de interfaces externas como la interfaz periférica central (SPI), ethernet, tarjeta SD, interfaces táctiles y capacitivas y transmisor receptor asincrónico universal (UART). La utilidad de este módulo radica en que, para sistemas nuevos como heredados, la conectividad inalámbrica a IoT mediante Wi-Fi o Bluetooth se ha hecho relativamente simple utilizando módulos y kits ESP32 [9].

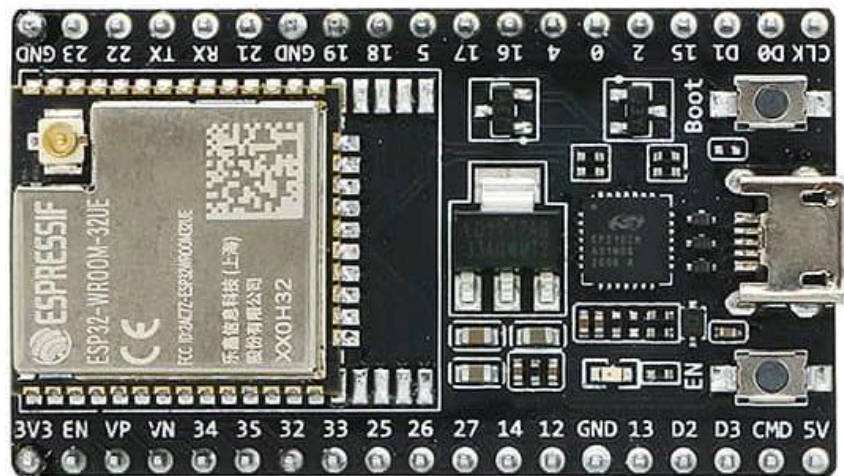


Figura 2.6 Módulo ESP32

2.8 Módulo PZEM-004T

El módulo PZEM-004T permite medir voltaje RMS, corriente RMS, potencia activa y energía asociada a una carga de línea monofásica de 110/220 V. La información captada por el módulo de la **Figura 2.6** puede ser enviada a un microcontrolador hacia la PC utilizando un adaptador USB a TTL con el uso de un módulo ESP o LANTRONIX antes mencionados. Cuenta con salidas optoacopladas, alarma de sobrecarga, almacenamiento de valores y botón de reinicio [10].



Figura 2.7 Módulo PZEM-004T

CAPÍTULO 3

3. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO

El equipo de medición que se desarrolló para la operación del sistema de la ATM está basado en las necesidades que surgen al controlar el funcionamiento de los armarios semafóricos que se encuentran alrededor de la ciudad de Guayaquil permitiendo que los mismos sean monitoreados de manera mucho más fácil mediante la constante transmisión de información en formato estadístico hacia la plataforma de la ATM, lo que optimiza la comunicación, operación y logística de los agentes encargados de verificar todo lo que sucede alrededor de los armarios semafóricos.

Los módulos utilizados en el equipo de manera estratégica ayudan a fortalecer el cuidado y el tiempo de vida de todos los dispositivos dentro de los armarios semafóricos debido a que estos parámetros se ven afectados directamente por el ambiente hostil en el que trabajan. Por otra parte el equipo está diseñado para ayudar a los técnicos encargados de solucionar cualquier inconveniente o falla de los armarios gracias a la proyección directa de los parámetros operativos del armario mediante una pantalla LCD tal como se muestra en la **Figura 3.1**, además de la fácil conectividad que tendrán el equipo con los dispositivos inteligentes mediante los módulos de comunicación e IoT.

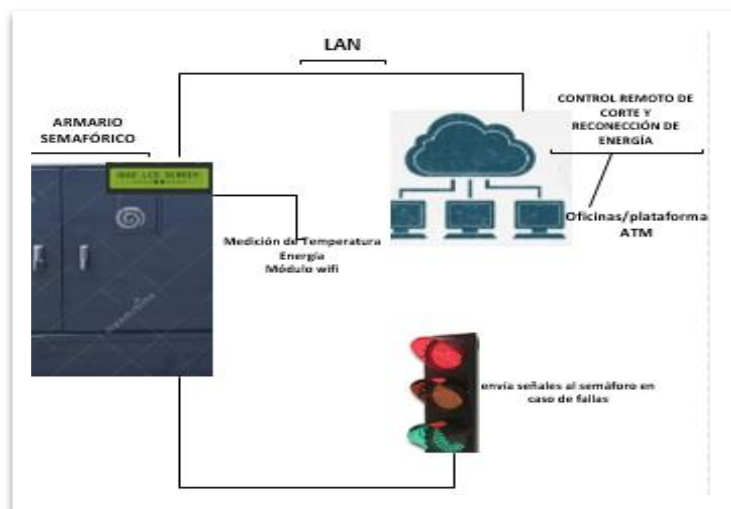


Figura 3.1 Descripción del escenario

3.1 Descripción del sistema:

El dispositivo es ubicado de manera estratégica dentro del armario semafórico y es capaz de medir y tomar datos en intervalos ya sean largos o cortos (definidos por la ANT) sobre parámetros de temperatura, humedad, factor de potencia, voltaje RMS, corriente RMS, potencia activa y energía asociada a una carga de línea monofásica de 110/220 V para luego ser transmitida por la red LAN de la ANT y enviarla a la plataforma IRIS TRAFFIC perteneciente a ellos, así mismo proyecta esta información a través de una pantalla LCD para luego poder enviar los datos a través de micro USB a una computadora conectada físicamente o ya sea mediante conexión wif/bluetooth.

En la **Figura 3.2** se muestra el proceso como finalmente el dispositivo podrá recibir información acerca de las fallas que se detecten en los semáforos conectados al respectivo armario y de esta manera remotamente desde las oficinas de la ATM, puedan enviar un pulso para el corte y reconexión de la energía del sistema y se vuelva a regularizar el funcionamiento del dispositivo que esté con daños.

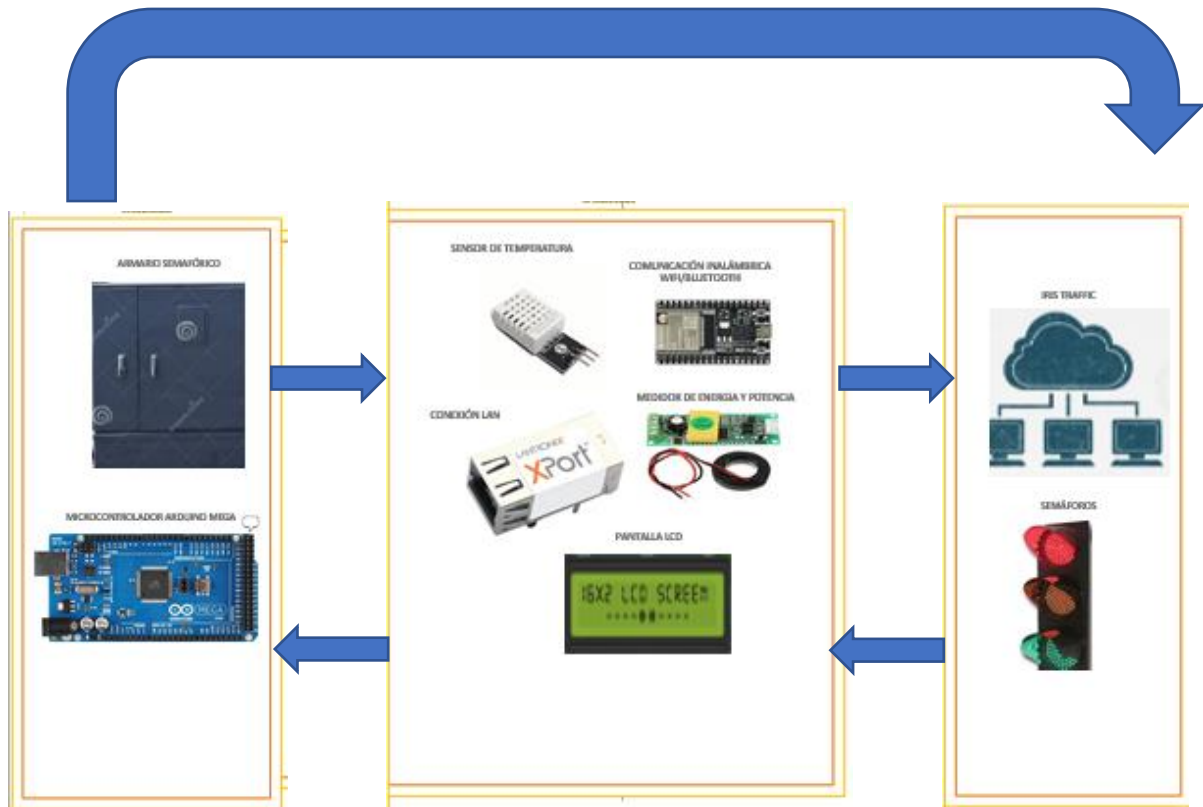


Figura 3.2 Diagrama de dispositivo para establecer mediciones y comunicación

Para la actualización constante de los datos enviados desde los armarios semafóricos la ATM cuenta con una plataforma (Iris Traffic) con formato estadístico que receipta toda la información para poder ser monitoreada y a su vez controlada de manera remota.

3.2 DIAGRAMAS DE FUNCIONAMIENTO:

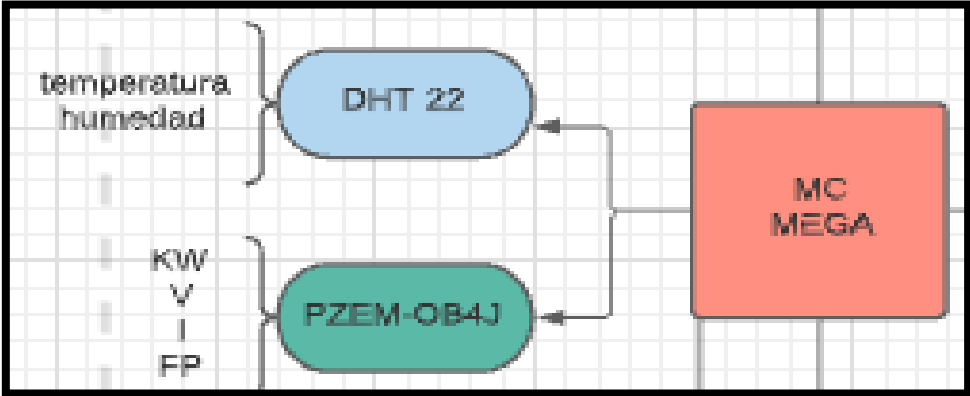


Figura 3.3 Conexión de los módulos de medición

En la **Figura 3.3**, se puede ver las conexiones al microcontrolador principal, donde se tienen los módulos DHT22 y PZEM-0B4J que permiten medir los parámetros de operación de las cajas semafóricas tales como temperatura, humedad, potencia, voltaje y corriente. Una vez que los módulos captan esta información la envían inmediatamente al microcontrolador.

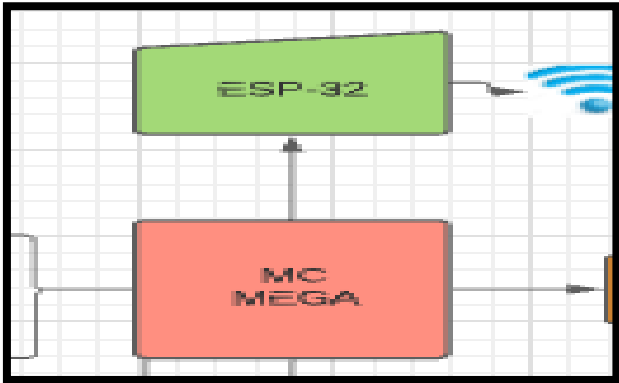


Figura 3.4 Diagrama de conexión del módulo WIFI/BT

Por otro lado, se tiene la conexión del módulo de comunicación inalámbrica que contiene las tecnologías de wifi y bluetooth, los mismos permiten conectar al usuario con el microcontrolador y transmitir la información que se tiene por este medio. Se puede ver el diagrama de conexión en la **Figura 3.4**.

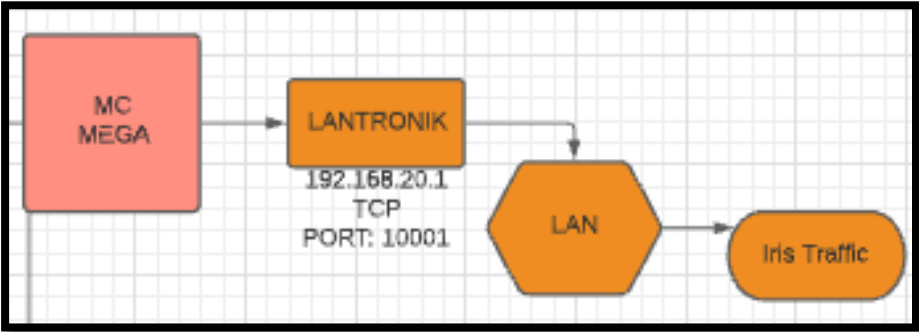


Figura 3.5 Diagrama de conexión a la red de la ATM

Para la comunicación con la red de la ATM se cuenta con un enrutador dentro del armario semafórico conectado con fibra óptica permitiendo la conectividad a la red LAN y por consiguiente la respectiva transmisión de datos. Se puede notar como funciona dicha conexión en la **Figura 3.5**

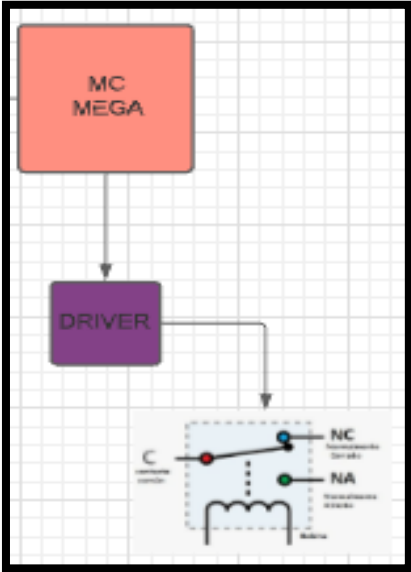


Figura 3.6 Diagrama de conexión del RELAY y DRIVER para corte y reconexión del sistema

Este relay con la ayuda del arduino permiten realizar el sistema de corte y reconexión de manera remota, el relay está alimentado de 12V en un circuito “Latching relay” en el que está seteado para abrir y cerrar de manera independiente. Cuando se envía un pulso de 30 [uSeg] el switch actuará, de esta manera, si se envía “on” el equipo general se enciende y si se envía “off” el equipo general se apaga. En la **Figura 3.6** se puede notar como actúa el relay.

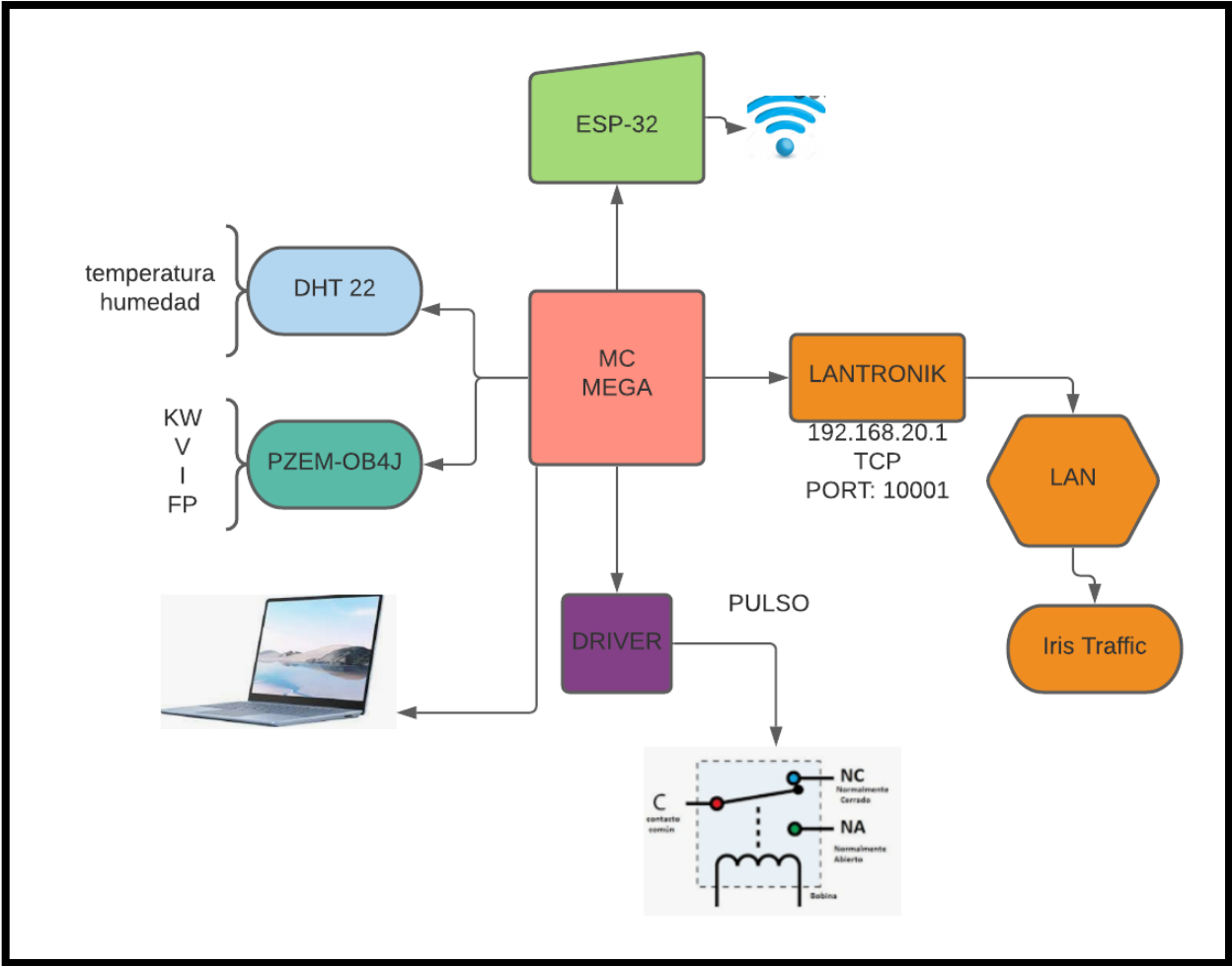


Figura 3.7 Diagrama final de la solución

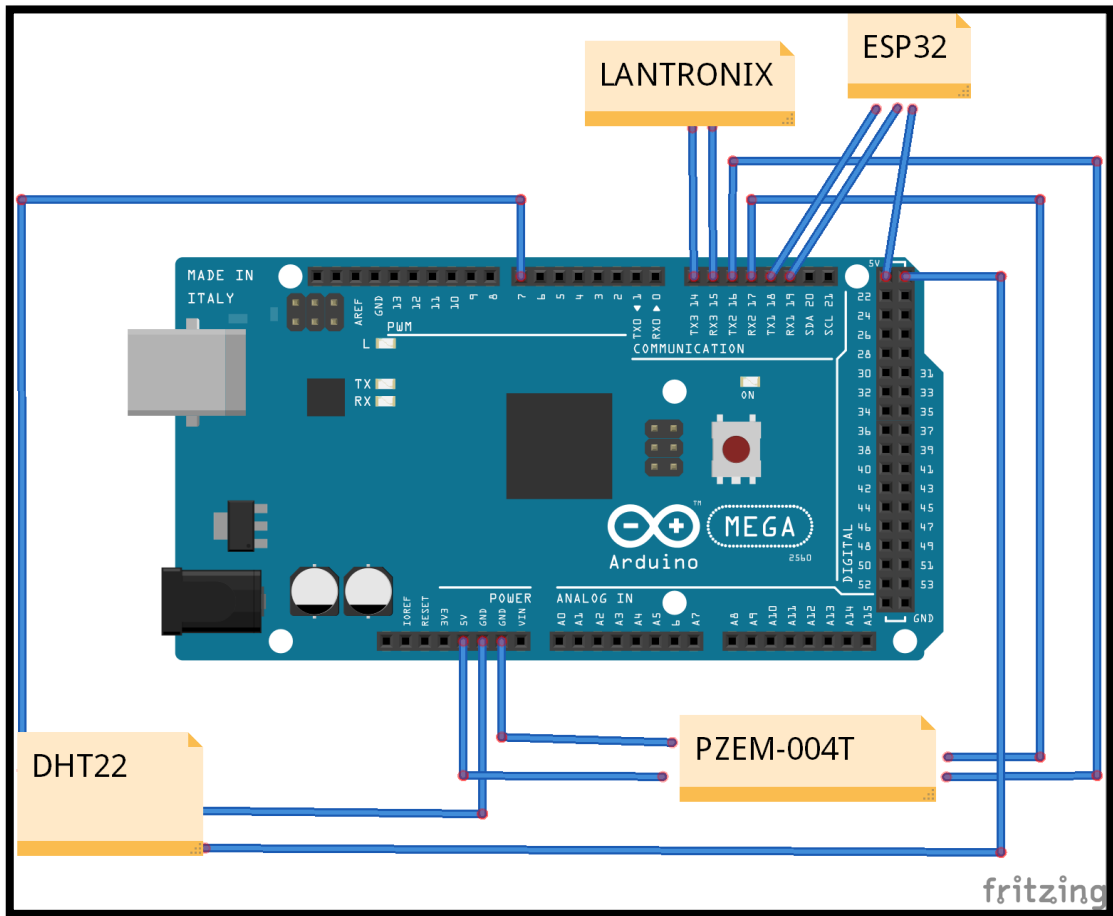


Figura 3.8 Diagrama de conexiones del sistema

Como se puede ver en la **Figura 3.8**, en el diagrama se tienen todas las conexiones realizadas con los diferentes módulos en el Arduino MEGA 2560, donde se puede apreciar que el módulo DHT22 tiene una conexión de alimentación a un pin de 5V, a GND y el output (pin 7) del Arduino mega. Por otro lado, la placa PZEM-004 encargada de las mediciones de humedad y temperatura cuenta con una conexión de alimentación de 5V, GND y a los pines de comunicación de RX a TX2 del Arduino y de TX a RX2 del Arduino. Así mismo se tiene a la placa del módulo LAN, cuya finalidad es conectarla al enrutador de la ATM de cada armario semafórico donde se necesita alimentación a 12V fuente externa, GND a tierra, TX a RX3 del Arduino mega y RX a TX3 del Arduino mega.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

4.1 PRUEBAS

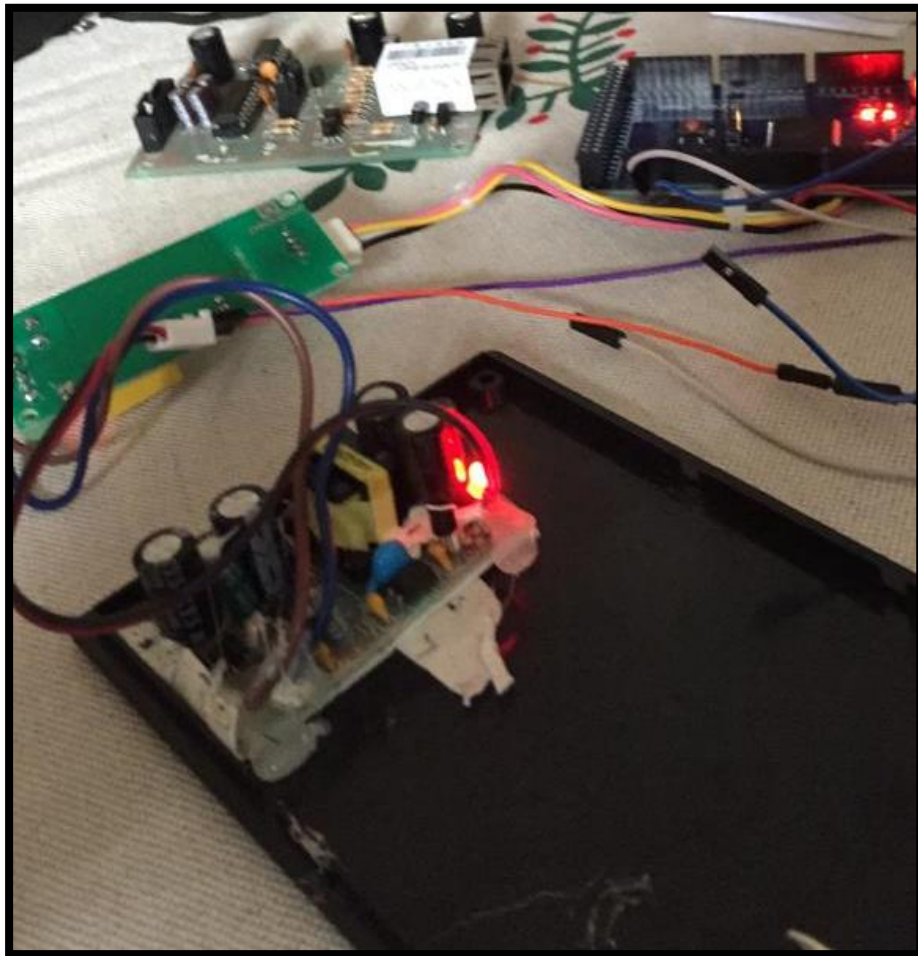


Figura 4.1 Pruebas de conectividad y medición de parámetros de temperatura y humedad

En la **Figura 4.1** se tienen las conexiones al Arduino del módulo de energía, temperatura y humedad con sus debidas alimentaciones hacia el Arduino, las conexiones se han hecho mediante jumpers. En esta medición se está tomando la medición de energía de una línea de voltaje en la que está conectado un cargador de celular y se está midiendo la temperatura y humedad del hogar.

```

Voltage: 122.70V
Current: 0.03A
Power: 0.70W
Energy: 0.00kWh
Frequency: 60.0Hz
PF: 0.20
Humidity: 99.90 %, Temp: 26.80 Celsius

```

Figura 4.2 Valores de medición cuando el celular no está conectado

```

Voltage: 122.90V
Current: 0.24A
Power: 18.40W
Energy: 0.00kWh
Frequency: 59.9Hz
PF: 0.62

```

Figura 4.3 Valores de medición cuando el celular está conectado

Parámetro	Medición sin celular	Medición con celular
Voltaje	122.7V	122.9V
Corriente	0.03 A	0.24 A
Potencia	0.7 W	18.4 W
Factor de potencia	0.2	0.62

Tabla 4.1 Comparación de mediciones de energía

La **Tabla 4.1** demuestra que el módulo de medición de temperatura tiene distintas medidas cuando no está nada conectado y cuando está algo conectado, en este caso coincide ya que la potencia que entrega el cargador según el fabricante es 18W y en este caso la medición es de 18.4, por lo que es una medición acertada, también su medición de corriente es la misma. El voltaje no va a variar porque siempre

será el mismo en la línea a menos que haya una caída de tensión considerable. Se puede decir que el módulo que mide la energía está funcionando de manera correcta.



Figura 4.4 Módulo LANTRONIX conectado a la red

Se puede notar dentro de la **Figura 4.4** que la tarjeta del lantronix, los cables de salida son de alimentación 5V y GND, TX y RX respectivamente, esta tarjeta permite enviar los datos que captan los módulos de medición hacia una dirección TCP/IP.

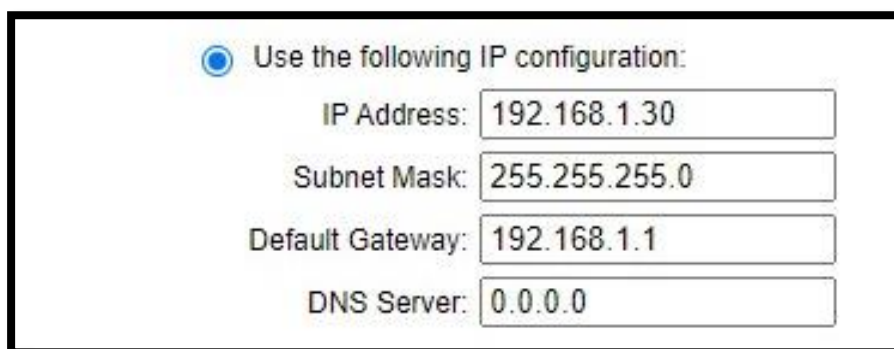


Figure 4.5 Configuración de IP al lantronix

Como se muestra en la **Figura 4.5** se escogió la IP 192.168.1.30 debido a que está dentro del mismo segmento de red, la máscara y el Gateway están por defecto. Esta dirección IP servirá para poder enviar información desde el dispositivo hacia la plataforma basada en IoT.

Connection Settings

Channel 1

Connect Protocol
 Protocol: TCP ▼

Connect Mode

<p>Passive Connection:</p> <p>Accept Incoming: Yes ▼</p> <p>Password Required: <input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No</p> <p>Password: <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Modem Escape Sequence Pass Through: <input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No</p>	<p>Active Connection:</p> <p>Active Connect: None ▼</p> <p>Start Character: 0x 0D (in Hex)</p> <p>Modem Mode: None ▼</p> <p>Show IP Address After RING: <input checked="" type="radio"/> Yes <input type="radio"/> No</p>
--	---

Endpoint Configuration:

Local Port: 10001	Remote Port: 10001
<input type="checkbox"/> Auto increment Local Port for active connect	Remote Host: 0.0.0.0

Figura 4.6 Configuración del puerto y demás factores para la comunicación

Se configura el protocolo TCP en donde se define el puerto 10001 para la comunicación, se tiene activada la comunicación, con esta configuración el dispositivo podrá enviar y recibir información.

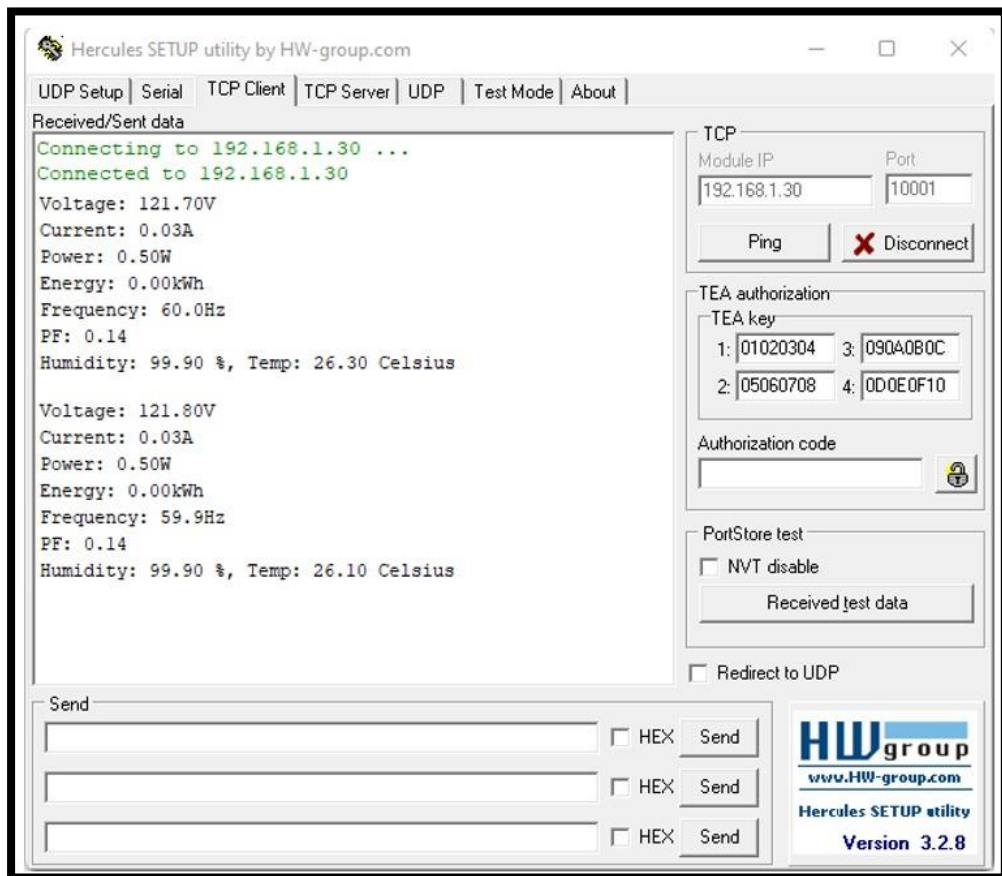


Figura 4.7 Conexión a la dirección 192.168.1.30:10001

Se puede ver en la **Figura 4.7** que finalmente el dispositivo Lantronix envía los datos desde la dirección 192.168.1.30 con puerto 10001, esta información se recibe en forma de trama de texto en donde se podrá descomponer la trama para su futuro almacenamiento en la plataforma "Iris Traffic" que tiene la ATM, estos datos se envían constantemente cada dos segundos. Se puede ver que la conexión es exitosa y los datos se envían constantemente.

4.2 RESULTADOS

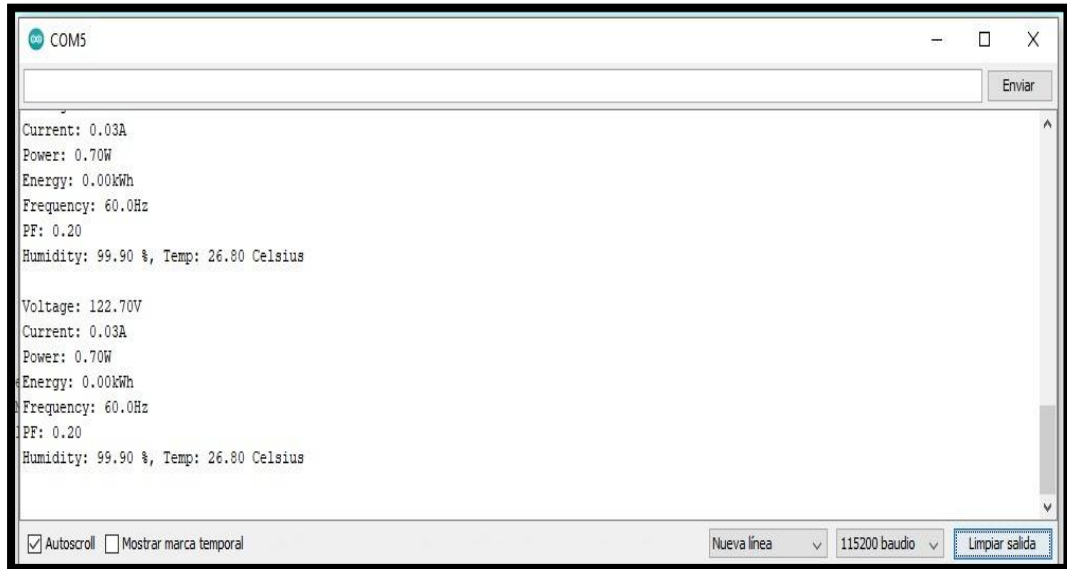


Figura 4.8 Resultados de recepción y envío de datos desde el serial de Arduino

La **Figura 4.8** muestra el correcto funcionamiento del arduino, midiendo y enviando los parámetros de manera eficiente desde el serial.



Figura 4.9 Resultados de la medición de energía en el armario semafórico

En la **Figura 4.9** se observan los resultados de energía medidos en la línea del armario semafórico, se puede destacar que la línea consume aproximadamente 2.2 kWh, todos estos parámetros son enviados desde el microcontrolador hacia la pantalla del equipo, esto para que los operadores puedan ver el consumo sin necesidad de revisar la plataforma o entrar al arduino.

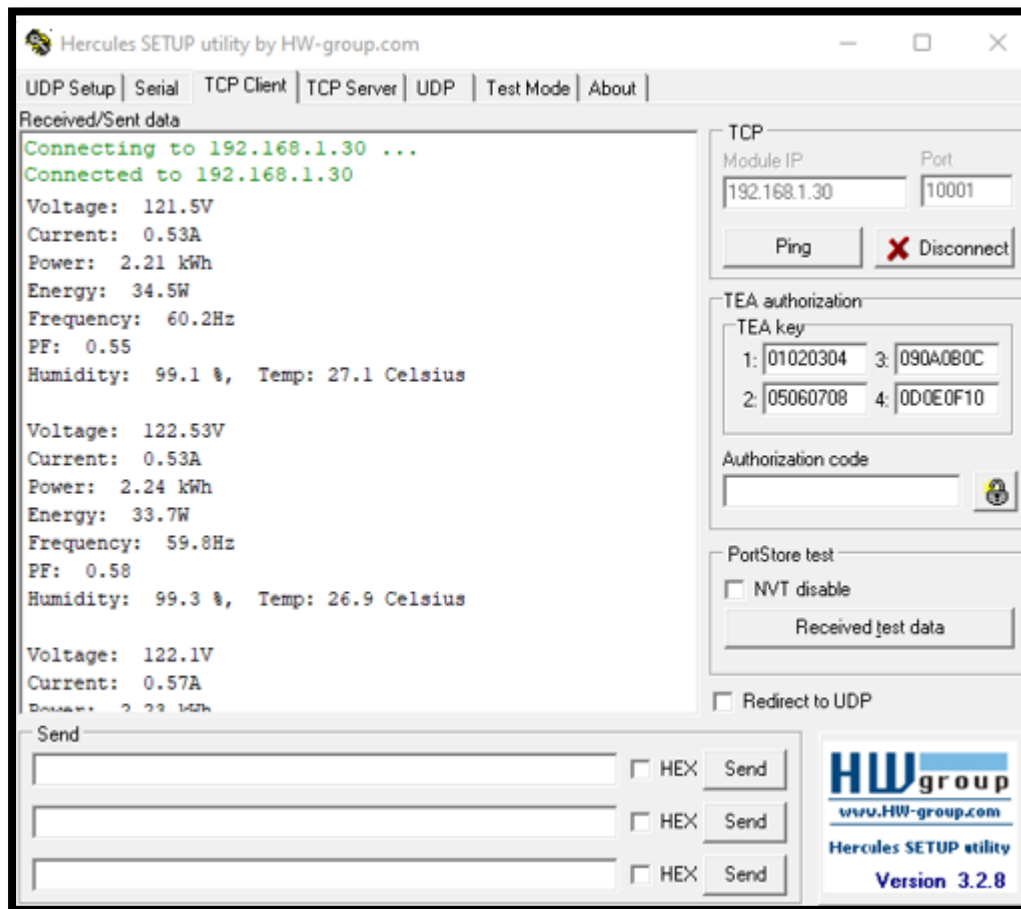


Figura 4.10 Envío de información desde el armario hacia la dirección 192.168.1.30

Se puede notar el envío de información desde el armario semafórico, se puede verificar que todos los parámetros se envían de manera correcta, en la **Figura 4.10** esta trama es descompuesta y a su vez es insertada en la plataforma “Iris Traffic” que está basada en IoT.

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

En el proyecto se realizaron distintas pruebas, unas en el hogar y otras en los parámetros establecidos en los armarios, se puede ver que el consumo del hogar es mucho menor comparado con el consumo del armario, ya que en el armario hay más dispositivos conectados en esa línea, se logró una mejora considerable al momento de tener los dispositivos en activo, se logró integrar los módulos de medición en un solo microcontrolador y a su vez este manda la información a la red de la ATM de forma satisfactoria.

CAPÍTULO 4

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Basados en todas las pruebas realizadas y los resultados que arrojaron cada una de ellas en condiciones de su finalidad se tienen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Conclusiones

- El sistema de control y medición diseñado asegura la robustez del funcionamiento de los armarios semafóticos frente a fallos debidos al ambiente ostíl en el que trabajan, logrando una posible solución remota en caso lleguen a ocurrir.
- Las pruebas realizadas para la transmision de datos a través de ethernet tienen una trama adecuada de los parámetros necesarios para que la ATM pueda descomponerla para almacenar los datos en la plataforma IRIS TRAFFIC.
- Las integracion de todos los modulos a una sola placa significa ahorro de tiempo, dinero, además de una facilidad en su manipulacion e implemetación con la opción de agregar nuevos parámetros de medición en un futuro.
- El sistema ofrecido tiene la capacidad de mejorar en cuanto a sus funcionalidades ya que es posible cambiar o aumentar los diferentes sensores y modulos de comunicación.
- El prototipo diseñado y probado envia los resultados de los parámetros de funcionamiento efectivamente dentro de un lapso corto de actualizaión, es decir, cada ciertos segundos actualiza la trama que envia.
- Durante las pruebas realizadas el prototipo arrojó los resultados esperados como respuestas a los cambios ambientales a los que fue sometido.
- Luego de muchas horas de funcionamiento en temperaturas muy altas y sin refrescar el sistema tiene a calentarse pero debido a la nueva construcción, el dispositivo no tiende a apagarse.

Recomendaciones

- Es indispensable que los armarios semafóricos cuenten con un sistema de ventilación automatizado para refrescar al prototipo diseñado en altas temperaturas.
- Para la implementación del sistema es recomendable adecuar la pantalla LCD en un punto visible y de fácil acceso de los armarios semafóricos para una toma de datos fácil e inmediata.
- Se sugiere cambiar el modelo de arduino utilizado en el prototipo final diseñado por uno que tenga más pines de alimentación y poder integrar más módulos y sensores sin necesidad de una fuente independiente para ellos.

BIBLIOGRAFÍA

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] UNIVERSIDAD EAFIT, «Sistemas autónomos,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.eafit.edu.co/investigacion/grupos/i-d-i-tic/Paginas/sistemas-autonomos.aspx>.
- [2] E. B. D. MAPFRE, «Mejorando la seguridad vial gracias al Internet de las Cosas,» 29 10 2019. [En línea]. Available: <https://blogmapfre.com/seguridad/mejorando-la-seguridad-vial-gracias-al-internet-de-las-cosas/>.
- [3] I. Lenin, «Informe1_Tesis,» Guayaquil, 2021.
- [4] M. Burgess, «WIRED,» 02 16 2018. [En línea]. Available: <https://www.wired.co.uk/article/internet-of-things-what-is-explained-iot>.
- [5] Naylamp Mechatronics, «Naylamp Mechatronics,» 2019. [En línea]. Available: <https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/58-sensor-de-temperatura-y-humedad-relativa-dht22-am2302.html>.
- [6] N. Velasco, «Bibing,» 2019. [En línea]. Available: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11141/fichero/PFC%252F3+Microcontroladores.pdf>.
- [7] NetCloud, «NetCloud,» 2017. [En línea]. Available: <https://netcloudengineering.com/funcionamiento-redes-lan/>.
- [8] LANTRONIX, «XPort,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.lantronix.com/products/xport/#tab-overview>. [Último acceso: 1 12 2021].
- [9] D.-K. Electronics, «Módulo ESP32,» 21 1 2020. [En línea]. Available: <https://www.digikey.com/es/articles/how-to-select-and-use-the-right-esp32-wi-fi-bluetooth-module>. [Último acceso: 1 12 2021].
- [10] SsDielect, «SsDielect -Módulo PZEM-004T,» [En línea]. Available: <https://ssdielect.com/en/magnitudes-electricas-1/168-md-pzem-004t.html>. [Último acceso: 1 12 2021].

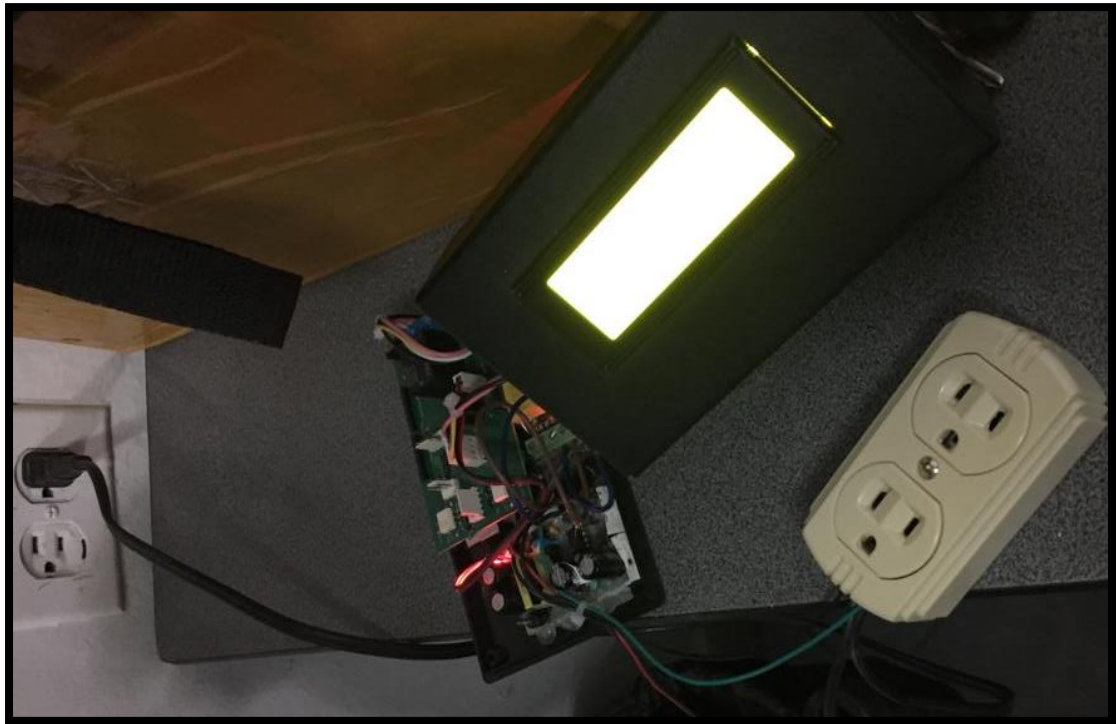
7. ANEXOS

```
Voltage: 122.10V  
Current: 0.03A  
Power: 0.50W  
Energy: 0.00kWh  
Frequency: 60.0Hz  
PF: 0.14  
Humidity: 99.90 %, Temp: 26.40 Celsius
```

Figura 7.1 Formato de la trama enviada



Figura 7.2 Arduino con la placa io2 conectada



```
*** Energy Meter ***  
U:121.500 I :0.535  
W:34.402816kWh:2.274  
f: 60.0040 fP :0.543
```

Figura 7.3 Prototipo final, parte interior y exterior

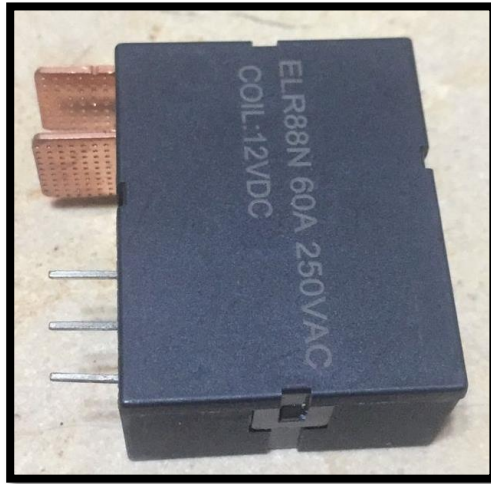


Figura 7.4 Relay implementado para el sistema de corte y reconexión

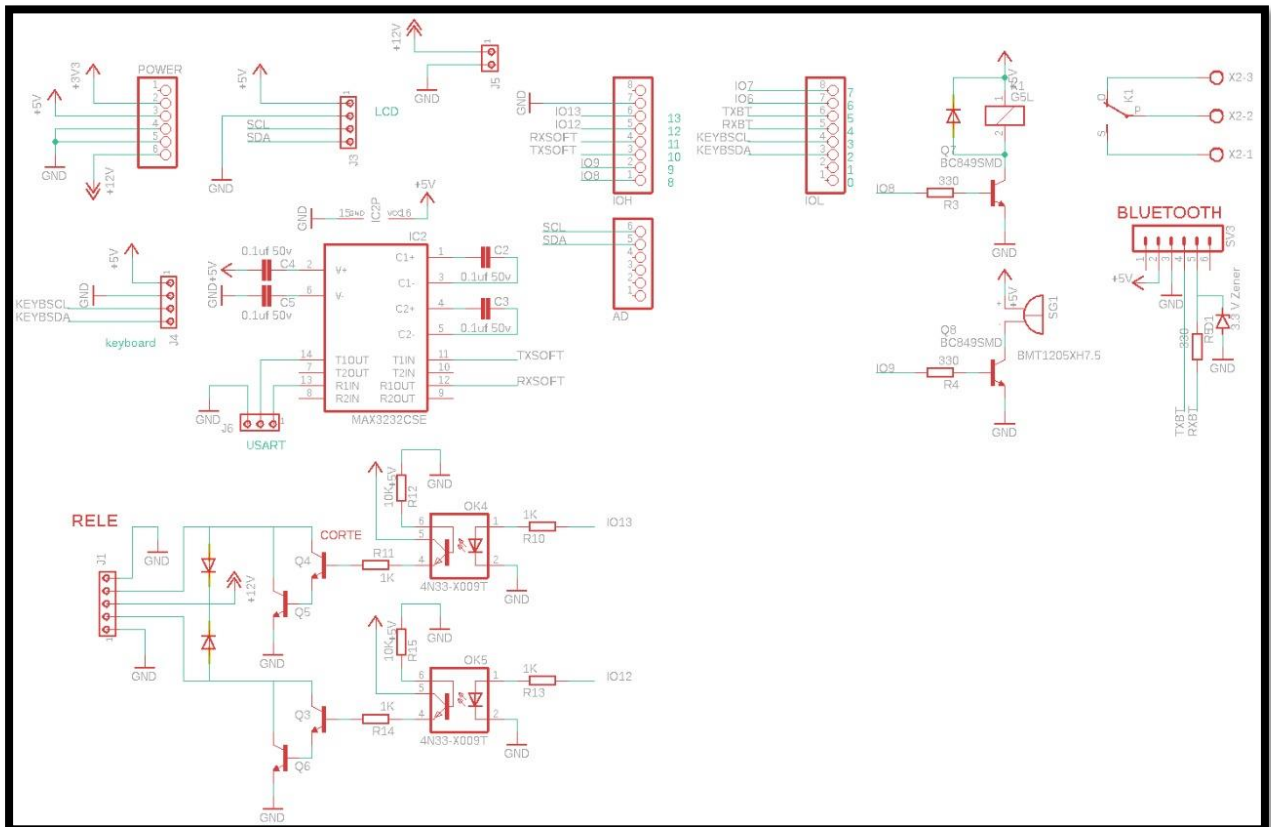


Ilustración 1 Diagrama esquemático de la placa I2C + LED

	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Costo
1	ARDUINO MEGA 2560	1	\$20,00	\$20,00
2	SENSOR DHT22	1	\$7,00	\$7,00
4	MODULO DE ENERGÍA PZEM-004T	1	\$18,00	\$18,00
5	TARJETA LANTRONIX	1	\$71,00	\$71,00
6	MÓDULO I2C + PANTALLA LCD	1	\$20,00	\$20,00
7	PLACA PARA MÓDULO I2C	1	\$90,00	\$90,00
8	FUENTE 5 [V]	2	\$6,00	\$12,00
9	FUENTE 12 [V]	1	\$9,00	\$9,00
10	MODULO ESP32	1	\$17,00	\$17,00
11	CABLES, JUMPERS, CONECTORES	50	\$0,10	\$5,00
12	RELAY ELR88N	1	\$10,00	\$10,00
13	MATERIALES DE COBERTURA (ACRILICO, CAJA, ETC)	1	\$20,00	\$20,00

Tabla 7.1 Presupuesto total desglosado

Código de Arduino

```
#include <PZEM004Tv30.h>
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
/* Hardware Serial3 is only available on certain boards.
```

```
 * For example the Arduino MEGA 2560
```

```
*/
```

```
/* DHT-22*/
```

```
#include <Adafruit_Sensor.h>
```

```
//Libraries
```

```
#include <DHT.h>;
```

```
//Constants
```

```
#define DHTPIN 7 // what pin we're connected to
#define DHTTYPE DHT22 // DHT 22 (AM2302)
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); /// Initialize DHT sensor for normal 16mhz
Arduino
```

```
//Variables
```

```
int chk;
```

```
float hum; //Stores humidity value
```

```
float temp; //Stores temperature value
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
```

```
PZEM004Tv30 pzem(&Serial2);
```

```
void setup() {
```

```
  Serial.begin(115200);
```

```
  Serial3.begin(115200);
```

```
  lcd.init();
```

```
  //Encender la luz de fondo.
```

```
  lcd.backlight();
```

```
  dht.begin();
```

```
  // Escribimos el Mensaje en el LCD.
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  float voltage = pzem.voltage();
```

```
  if(!isnan(voltage)){
```

```
    Serial.print("Voltage: "); Serial.print(voltage); Serial.println("V");
```

```
    Serial3.print("Voltage: "); Serial3.print(voltage); Serial3.println("V");
```

```
  } else {
```

```
    Serial.println("Error reading voltage");
}

float current = pzem.current();
if(!isnan(current)){
    Serial.print("Current: "); Serial.print(current); Serial.println("A");
} else {
    Serial.println("Error reading current");
}

float power = pzem.power();
if(!isnan(power)){
    Serial.print("Power: "); Serial.print(power,2); Serial.println("W");
} else {
    Serial.println("Error reading power");
}

float energy = pzem.energy();
if(!isnan(energy)){
    Serial.print("Energy: "); Serial.print(energy,2); Serial.println("kWh");
} else {
    Serial.println("Error reading energy");
}

float frequency = pzem.frequency();
if(!isnan(frequency)){
    Serial.print("Frequency: "); Serial.print(frequency, 1); Serial.println("Hz");
} else {
    Serial.println("Error reading frequency");
}

float pf = pzem.pf();
```

```
if(!isnan(pf)){
  Serial.print("PF: "); Serial.println(pf);
} else {
  Serial.println("Error reading power factor");
}

delay(3000);
//Read data and store it to variables hum and temp
hum = dht.readHumidity();
temp= dht.readTemperature();
//Print temp and humidity values to serial monitor
Serial.print("Humidity: ");
Serial.print(hum);
Serial.print(" %, Temp: ");
Serial.print(temp);
Serial.println(" Celsius");
//delay(2000); //Delay 2 sec.
```

```
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("*** Energy Meter ***");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("V:");
lcd.print(voltage);
lcd.setCursor(11, 1);
lcd.print("I :");
lcd.print(current);
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("W:");
lcd.print(power,2);
lcd.setCursor(11, 2);
lcd.print("kWh:");
```



```
    lcd.print(energy);  
    lcd.setCursor(0, 3);  
    lcd.print("f: ");  
    lcd.print(frequency);  
    lcd.setCursor(11, 3);  
    lcd.print("fp :");  
    lcd.print(pf);  
    Serial.println();  
    delay(2000);  
}
```