UNIVERSIDAD Rafael Belloso Chacín
Revista Electrónica de Estudios Telemáticos
TÉLÉMATIQUE

Sistema Automatizado para el Monitoreo y Control de Forma Remota del Generador Eléctrico Modelo SDMO-J30U

Automated System for Remote Monitoring and Control of the Electric Generator Model SDMO-J30U

Gregory González. Código ORCID: 0009-0002-9081-2960. Correo: macgregory@hotmail.com. Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín (URBE).
Samuel Linares. Código ORCID: 0009-0005-9239-8486. Correo: samu71011@gmail.com. Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín (URBE).
Jorge Torrealba. Correo: ja51torrealba@gmail.com. Código ORCID: 000-001-9605-0413. Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín (URBE)

Resumen

El presente artículo científico tuvo como objetivo general desarrollar un sistema automatizado para el monitoreo y control de forma remota del generador eléctrico modelo SDMO-J30U. Las bases teóricas se fundamentaron por las teorías de Ogata (2010), Forouzan (2007), Arias (2012), entre otros. La investigación se clasificó de tipo descriptiva con diseño de campo y no experimental. Para la recolección de datos, se utilizó como técnica la entrevista no estructurada y la observación directa, en cuanto al instrumento se empleó el guion de entrevista no estructurada y el guion de observación. Para los resultados de la investigación, primero se aplicó la entrevista no estructurada a especialistas en el área de energía de la Corporación Digitel, Transgrua, HGL Multiservicios y TELMACA, posteriormente se llevó a cabo la observación directa en la Corporación Digitel, en seguida se ejecutó la materialización del circuito del sistema, la construcción del prototipo y se evaluó el rendimiento y la capacidad para la correcta integración del hardware con el software del mismo. Para concluir, se logró desarrollar de manera factible un prototipo del sistema automatizado para el monitoreo y control de forma remota del generador eléctrico modelo SDMO-J30U y su desarrollo tecnológico puede tener un impacto positivo en la eficiencia energética y el monitoreo de generadores eléctricos en diversas industrias.

Palabras claves: monitoreo, control, sistema automatizado, generador

Abstract

The general objective of this scientific article was to develop an automated system for the remote monitoring and control of the SDMO-J30U model electric generator. The theoretical bases were based on the theories of Ogata (2010), Forouzan (2007), Arias (2012), among others. The research was classified as descriptive with field and non-experimental design. For data collection, the technique used was the unstructured interview and direct observation, and the instrument used was the unstructured interview script and the observation script. For the results of the research, first the unstructured interview was applied to specialists in the energy area of Corporación Digitel, Transgrua, HGL Multiservicios and TELMACA, then the direct observation was carried out in Corporación

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 22 Edición No. 01 - Año 2023

Digitel, then the materialization of the system circuit was executed, the construction of the prototype and the performance and capacity for the correct integration of the hardware with the software of the same was evaluated. To conclude, a prototype of the automated system for remote monitoring and control of the electric generator model SDMO-J30U was developed in a feasible way and its technological development can have a positive impact on energy efficiency and monitoring of electric generators in various industries.

Keywords: monitoring, control, automated system, generator

Introducción

A nivel mundial las tecnologías en especial las telecomunicaciones han ido evolucionando de manera exponencial más aun durante la pandemia lo cual nos demandaba mayor conectividad, equipos y sistemas más estables, potentes que en conjunto nos permiten monitorear y controlar plataformas, equipos, dispositivos y establecer conectividad de manera local como remota que es la que actualmente cuenta con mayor demanda, utilidad y nos permite mantener una alerta y supervisión constante de procesos que son de vital importancia y que requieren ser observados constantemente.

Entre estos tenemos telefonía móvil 4G y 5G, sistemas de comunicación vía fibra óptica, (VPS) Servidores privados virtuales los cuales se encuentran en salas con equipos robustos de alta conectividad con sistemas redundantes y respaldos de energía y de Hardware los cuales nos brindan alta confiabilidad en el desempeño de nuestros proyectos y servicios.

Para que todas estas tecnologías y servicios puedan darse, tenemos una de vital importancia la cual es el suministro eléctrico ya que todos estos equipos y sistemas para poder operar requieren de este servicio, como bien sabemos en nuestro país Venezuela se ha venido presentando una problemática elevada con tal servicio a nivel de suministro desde la red de generación nacional lo cual por falta de mantenimiento e inversión ha decaído y no es suficiente para la alta demanda por lo que el sector productivo del país a optado por adquirir sistemas de generación alternativo como los son moto generadores a Gasolina, Gasoil, Gas, Paneles Solares y eólicos.

El más utilizado a nivel industrial es el de generación propulsado por motores a Gasoil por el alto rendimiento y bajo costo del mismo, debido a las constantes fallas del suministro eléctrico como fue mencionado anteriormente estos sistemas operan por mayor cantidad de tiempo para el que fueron diseñados por lo que cuentan con un monitoreo constantes para prever afectación del servicio para lo que son utilizados y de la misma manera se puede prevenir daños del equipo siendo atendidos a tiempo gracias a la supervisión del mismo por medio de un sistema.

La presente investigación tiene como propuesta desarrollar un sistema automatizado para el monitoreo y control de forma remota del generador eléctrico modelo SDMO-J30U, del cual serán evaluadas las variables más importantes tales como: voltaje de batería la cual va instalada y permite el arranque del motor del generador, el nivel de combustible, presión de aceite, temperatura, voltaje y frecuencia de cada fase emitida por el generador

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 22 Edición No. 01 - Año 2023

e igualmente condición de puerta del equipo si está abierta o cerrada para prevenir robo o hurto de alguno de los componentes del mismo.

Objetivo General

Desarrollar un sistema automatizado para el monitoreo y control de forma remota del generador eléctrico modelo SDMO-J30U.

Objetivos Específicos

Analizar la situación actual de los sistemas automatizados de los generadores eléctricos.

Implementar el sistema automatizado para el monitoreo y control de forma remota sobre el generador eléctrico modelo SDMO-J30U.

Metodología

La investigación realizada es de tipo descriptiva en concordancia con lo señalado por Arias (2012), que consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.

Respecto al diseño de investigación fue de campo, cumpliendo con lo mencionado por Arias (2012) que la investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental.

Por otro lado, fue no experimental, según Hernández, y otros (2014) una investigación no experimental no genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

Para Bavaresco (2013) la población del objeto, siendo ésta el conjunto total de unidades de observación que se consideran en el estudio (nación, estados, grupos, comunidades, objetos, instituciones, asociaciones, actividades, acontecimientos, establecimientos, personas, individuos), es decir, la población es la totalidad de los elementos que forman un conjunto.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 22 Edición No. 01 - Año 2023

Las técnicas de recolección de datos utilizada en la presente investigación son la entrevista no estructurada y la observación directa, en cuanto al instrumento de recolección de datos fue utilizada la guía de observación y el guion de entrevista no estructurada.

Fundamentación teórica

Sistema

Para Ogata (2010) es “una combinación de componentes que actúan juntos y realizan un objetivo determinado. Un sistema no está necesariamente limitado a los sistemas físicos. El concepto de sistema se puede aplicar a fenómenos abstractos y dinámicos, como los que se encuentran en la economía”.

Sistema automatizado

Según Llopis, Romero y Ariño (2010) definen un sistema (maquina o proceso) automatizado como aquel capaz de reaccionar de forma automática (sin la intervención del operario) ante los cambios que se producen en el mismo, realizando las acciones adecuadas para cumplir la función para la que ha sido diseñado.

Control

Para Ogata (2010) Controlar significa “medir el valor de la variable controlada del sistema y aplicar la variable manipulada al sistema para corregir o limitar la desviación del valor medido respecto del valor deseado”.

Sistema de control

El sistema de control ha impulsado el avance y eficiencia en la ingeniería hasta la ciencia en diferentes campos, acelerando procesos que tardarían un determinado tiempo y generando un impacto consecuente en los resultados. En la industria son muchos los procesos que se benefician ya que están sujetos a precisión y velocidad en los sistemas. Ogata (2010) proveen los medios para lograr un óptimo desempeño de los sistemas dinámicos. Mejorando la productividad, liberando el trabajador de muchas labores manuales rutinarias y penosas.

Monitoreo

Según Frankel y Gage (2009), el monitoreo de los programas o intervenciones implica la recolección de datos rutinarios para medir los avances hacia el cumplimiento de los objetivos del programa. Se utiliza para llevar un registro del desempeño de los programas a lo largo del tiempo, y su propósito es ayudar a los interesados pertinentes a tomar decisiones informadas respecto a la eficacia de los programas y el uso eficiente de los recursos.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 22 Edición No. 01 - Año 2023

Sistema de monitoreo

Tevez (2012) opina que un sistema de monitoreo es un conjunto de elementos que solamente registran o monitorean un valor en tiempo real para luego transmitírselo al usuario con el fin de informar acerca del funcionamiento o estado de determinado parámetro o variable. Estos sistemas no actúan sobre los parámetros, sino que solamente registran e informan.

Sensor

Mayo (2021) sostiene que un sensor es un aparato capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser, por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. Una magnitud eléctrica obtenida puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como un fototransistor), entre otros.

Microcontrolador

De acuerdo con Novas (2008), un microcontrolador es un circuito integrado que en su interior contiene una unidad central de procesamiento (CPU), unidades de memoria (RAM y ROM), puertos de entrada y salida y periféricos. Estas partes están interconectadas dentro del microcontrolador, y en conjunto forman lo que se le conoce como microcomputadora. Se puede decir con toda propiedad que un microcontrolador es una microcomputadora completa encapsulada en un circuito integrado.

El microcontrolador es un computador dedicado a diversas aplicaciones. En su memoria sólo reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada; sus líneas de entrada/salida soportan el conexionado de los sensores y actuadores del dispositivo a controlar, y todos los recursos complementarios disponibles tienen como única finalidad atender sus requerimientos. Una vez programado y configurado el microcontrolador solamente sirve para gobernar la tarea asignada.

ESP32

De acuerdo con Espressif Systems (2022), el ESP32 es la denominación de una familia de chips SoC de bajo costo y consumo de energía, con tecnología Wi-Fi y Bluetooth de modo dual integrada. El ESP32 emplea un microprocesador Tensilica Xtensa LX6 en sus variantes de simple y doble núcleo e incluye interruptores de antena, balun de radiofrecuencia, amplificador de potencia, amplificador receptor de bajo ruido, filtros, y módulos de administración de energía. El ESP32 fue creado y desarrollado por Espressif Systems y es fabricado por TSMC utilizando su proceso de 40 nm.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 22 Edición No. 01 - Año 2023

Web server

Gillis (2020) expone que un servidor web es un software y hardware que utiliza HTTP (protocolo de transferencia de hipertexto) y otros protocolos para responder a las solicitudes de los clientes realizados a través de la World Wide Web. El trabajo principal de un servidor web es mostrar el contenido del sitio web mediante el almacenamiento, el procesamiento y la entrega de páginas web a los usuarios. Además de HTTP, los servidores web también admiten SMTP (Protocolo simple de transferencia de correo) y FTP (Protocolo de transferencia de archivos), que se utilizan para correo electrónico, transferencia de archivos y almacenamiento.

El hardware del servidor web está conectado a Internet y permite el intercambio de datos con otros dispositivos conectados, mientras que el software del servidor web controla cómo un usuario accede a los archivos alojados. El proceso del servidor web es un ejemplo del modelo cliente/servidor. Todas las computadoras que alojan sitios web deben tener un software de servidor web.

MiFi

Remiro (2021) define al MiFi como un router 4G inalámbrico que cuenta con una batería interna para no tener que depender de una fuente de alimentación y puede dar conexión a distintos dispositivos a la vez. Su nombre viene dado por la abreviatura de: Mi Wifi. Cada vez se encuentran más tecnologías y formas de tener conexión a Internet.

Protocolos

Según Forouzan (2007), en las redes de computadoras, la comunicación se lleva a cabo entre distintas entidades de distintos sistemas. Una entidad es cualquier cosa capaz de enviar o recibir información. Algunos ejemplos incluyen programas de aplicación, paquetes de transferencia de archivos, navegadores, sistemas de gestión de bases de datos y software de correo electrónico. Un sistema es un objeto físico que contiene una o más entidades. Algunos ejemplos incluyen las computadoras y los terminales.

Pero no basta con que dos entidades se envíen flujos de bits entre sí para que se entiendan. Para que exista comunicación, las entidades deben estar de acuerdo en un protocolo. Un protocolo es un conjunto de reglas que gobiernan la comunicación de datos. Un protocolo define qué se comunica, cómo se comunica y cuándo se comunica. Los elementos clave de un protocolo son su sintaxis, su semántica y su temporización.

MQTT

Según Llamas (2019) MQTT son las siglas MQ Telemetry Transport, aunque en primer lugar fue conocido como Message Queing Telemetry Transport. Es un protocolo de comunicación M2M (machine-to-machine) de tipo message queue. Está basado en la pila TCP/IP como base para la comunicación. En el caso de MQTT cada conexión se mantiene abierta y se “reutiliza” en cada comunicación.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 22 Edición No. 01 - Año 2023

El funcionamiento del MQTT es un servicio de mensajería push con patrón publicador/suscriptor (pub-sub). En este tipo de infraestructuras los clientes se conectan con un servidor central denominado broker. Para filtrar los mensajes que son enviados a cada cliente los mensajes se disponen en tópicos organizados jerárquicamente. Un cliente puede publicar un mensaje en un determinado tópico. Otros clientes pueden suscribirse a este tópico, y el bróker le hará llegar los mensajes suscritos. Los clientes inician una conexión TCP/IP con el bróker, el cual mantiene un registro de los clientes conectados. Esta conexión se mantiene abierta hasta que el cliente la finaliza.

Motogenerador eléctrico

Como señala Valdivia (2015), los Motogeneradores o generadores de energía son básicamente pequeñas centrales eléctricas. Permiten a sus propietarios generar electricidad in situ, como sustituto o complemento de la electricidad de la red eléctrica. Los generadores de energía y las grandes centrales térmicas funcionan según el mismo principio: ambos queman combustible para crear movimiento, o energía mecánica, y lo convierten en energía eléctrica. Los generadores tienen dos componentes principales: un motor de combustión interna y un alternador.

Generador eléctrico

Según Haro (2020) un generador eléctrico es un dispositivo que toma la energía mecánica, generada por cualquier componente como puede ser un motor diésel, de gasolina o gas, o un generador eólico, y la convierte en energía eléctrica que puede ser usada de cualquier otra forma como; iluminación, calefacción, entretenimiento, ya sea para iluminar una casa, oficinas, una fábrica, entre otros.

Resultados

Para dar cumplimiento al primer objetivo de la investigación fue necesario realizar varias entrevistas no estructuradas a algunos especialistas en el área de operación y mantenimiento de los generadores eléctricos, los cuales laboran en empresas del sector telecomunicaciones de la Región Occidente Venezolano el cual es una de las zonas con mayor criticidad o fallas del sistema eléctrico nacional, para de esta manera verificar las debilidades que se presentan en y del mismo modo plantear objetivos del sistema a desarrollar.

Se efectuaron entrevistas a especialistas del área de Energía de las empresas Corporación Digitel C.A, Transgrua, HGL Multiservicios proveedores de soporte y servicios a dicha corporación, de la misma le fue realizada a la empresa TELMACA la cual presta servicios en el mismo rubro a la empresa Telefónica Movistar.

Inicialmente en la entrevista se les consulto sobre sus años de experiencia y cantidad de elementos que han administrado o gestionado durante sus labores sobre este tipo de servicios y se pudo constatar que son especialistas en el tema y han manejado una gran cantidad de generadores, actualmente administran una red que superan las (50) unidades verificables y todos (4) manifiestan que actualmente administran sistemas de generación

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 22 Edición No. 01 - Año 2023

nuevos, actualizados y los mismos no cuentan con ningún tipo de sistema de monitoreo y control a distancia lo cual dos (2) personas consideran que es indispensable y las otras dos (2) indican que serían de gran ayuda contar con un sistema automatizado de monitoreo y control a distancia para la atención oportuna preventiva antes de generarse una falla en el elemento.

De la misma manera cuatro (4) de las personas entrevistadas consideran que contando con este tipo de sistemas pueden prever fallas o daños al equipo, minimizar los tiempos de atención de la incidencia, incrementar los tiempos de disponibilidad de la red, y como punto más importante las cuatro (4) personas indican es que el personal operativo según los resultados de las alarmas generadas puedan detectar el posible inconveniente antes de acudir al sitio y preparar un plan de acción oportuno lo cual minimizaría los tiempos de atención.

De acuerdo con la entrevista realizada de la misma manera se logró conocer que las fallas más comunes son: bajo nivel de la presión de aceite, refrigerante, alta temperatura por bajo nivel de refrigerante y nivel bajo de voltaje en la batería de arranque del motor del generador.

Igualmente se dio a conocer que el nivel bajo de combustible no es considerado como una falla sin embargo es considerado de gran importancia ya que si el motor del generador se queda sin combustible generaría una falla al sistema, por lo tanto, es considerable y ser agregado en las variables a medir en el diseño del sistema. Por ultimo en las recomendaciones realizadas por (2) de los entrevistados esta la señalización del reporte de alarma de puerta abierta del compartimiento del sistema de generación para detectar sustracción o robo de alguna de las partes ante una falla no reportada por el sistema automatizado.

Por otro lado, se realizó una visita a la Corporación Digitel C. A. con el propósito de obtener información necesaria a través de la observación directa en conjunto con un guion de observación para conocer de manera personal los generadores eléctricos y saber la situación actual en la que se encuentran.

Se logró observar que estos generadores son bifásicos, que el motor que impulsa al generador eléctrico utiliza como medio el gasoil. También que estos generadores tienen seguridad intermedia, que estos contienen generador, motor, alternador, motor de arranque, batería de 12 voltios, gabinete de motogenerador, filtro de combustible, tanque de combustible, tablero eléctrico.

Estos generadores cuentan con control tanto automático como manual, las variables que cuentan son voltaje de fase del generador, voltaje de batería del motor, temperatura, nivel de combustible, presión de aceite y puerta abierta. Y finalmente, que los generadores eléctricos se encargan de energizar los equipos de telecomunicaciones.

Para comenzar el desarrollo del segundo y último objetivo de la investigación, se realiza la materialización del circuito del prototipo estudiando las hojas de datos del fabricante y manuales de cada componente utilizado, tomando en cuenta los posibles errores o fallas que se puedan ocasionar con el fin de no sobrecargar ninguna parte del circuito. En la siguiente figura se muestra el diagrama del circuito del prototipo, luego la materialización del circuito del prototipo y por último el prototipo final:

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 22 Edición No. 01 - Año 2023

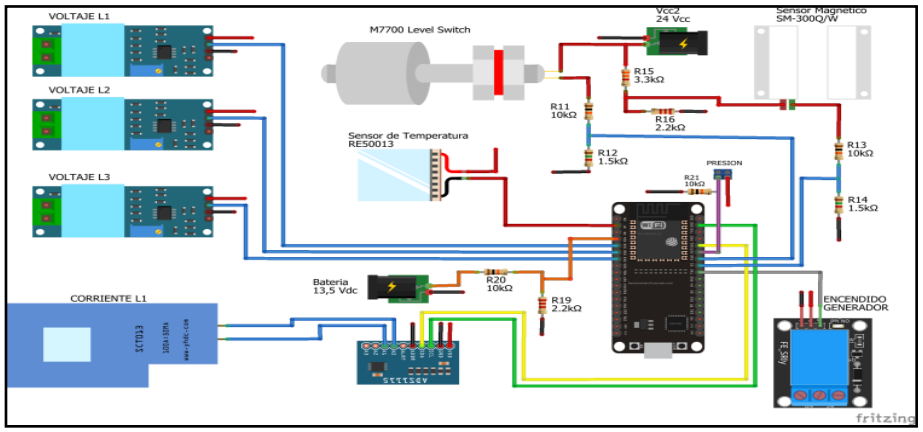


Figura 1. Diagrama del circuito del prototipo.
Fuente: González y Linares (2023)

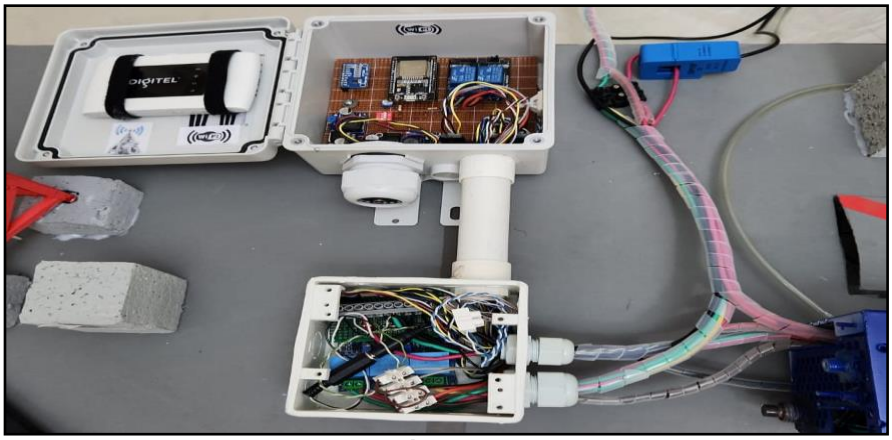


Figura 2. Materialización del circuito del prototipo.
Fuente: González y Linares (2023)



Figura 3. Prototipo final.
Fuente: González y Linares (2023)

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 22 Edición No. 01 - Año 2023

Primeramente, se tiene el ESP32 el cual cuenta en su totalidad con 18 pines para entradas de conversión Analógico Digital ADC, los cuales se dividen en ADC1 y ADC2, para el presente proyecto de investigación se utilizan solamente 11 pines en total, en caso de que se requiera la utilización o inicializar la red Wi-Fi de la placa los pines identificados como ADC2 quedarían limitados ya que los mismo son utilizados por el controlador de Wifi. En este último caso solo podríamos utilizar como entradas analógicas los que están identificados como ADC1 que en total serian 6 pines, el ESP32 en sus pines de entrada y salida solamente se puede introducir un voltaje máximo de 3,3V.

El sensor de temperatura RE50013 del motor que impulsa el generador eléctrico trasforma el valor de la temperatura tomada en a una señal eléctrica analógica para que pueda ser leída, así como también funciona disminuyendo su resistencia interna cuando aumenta la temperatura y viceversa; este se conecta al pin 36 que contiene un convertidor analógico-digital (ADC).

Los sensores de voltaje AC ZMPT101B permiten medir el voltaje de cada fase del generador eléctrico que es de 110Vac cuenta con un transformador interno que cumple la función de aislamiento galvánico para mayor seguridad que permite reducir o ajustar el voltaje de entrada a un voltaje que pueda ser leído por el ESP32, cabe destacar que este prototipo funciona monofásico, bifásico y trifásico que puede ser ajustado de acuerdo a la necesidad del usuario. El lado primario del transformador se conecta al voltaje alterno que deseamos medir, el lado secundario del transformador se encuentra un divisor de tensión y un circuito con amplificador operacional (OPAMP LM358) para adicionar un desplazamiento (offset) a la salida análoga; se conectan a los pines 32, 33, 35 los cuales también cuentan con un ADC.

El sensor de corriente SCT-013 permite medir la intensidad o potencia consumida por una carga, este se conecta al módulo ADC ADS1115 que se encarga de acondicionar la señal analógica y entregar un dato digital que puede ser procesado por el microcontrolador y se conecta al pin I2C 21 SDA que es un pin para transferir la señal de datos y pin 22 SCL es la línea por donde se transmite la señal de reloj del sistema. Su capacidad de lectura es hasta 30 Amperios.

El sensor de Nivel de combustible va conectado al pin de entrada Digital 18, su entrada de alimentación es de 24V DC por lo que se agregó un divisor de tensión para adecuar su salida hacia el ESP32 al voltaje de operación requerido, este sensor va roscado al tanque de combustible es de plástico lo cual permite que flote sobre el combustible, el tanque al tener un nivel superior a 500 litros se va a mantener en un estado normal o su variable de salida será un (0), al bajar de ese nivel el flotador bajara lo cual activara el circuito y enviara un pulso de señal digital el cual será leído en el programa como un (1), esto indicara que el tanque se encuentra en un nivel de reserva o inferior a los 500 litros.

El motor de combustión que impulsa al generador eléctrico cuenta con una batería de 12V lo cual en buenas condiciones con carga completa puede medir entre 13 y 14,5V DC el cual siempre debe mantenerse sobre los 12V DC para que pueda dar arranque al generarse una falla de energía en la red eléctrica comercial, al disminuir de 12 VDC debe enviar una notificación para realizar el mantenimiento requerido, chequeo del cargador de batería o remplazo de la misma, va conectado hacia un divisor de tensión que le permite ser conectado a la entrada ADC 34.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 22 Edición No. 01 - Año 2023

El contacto magnético tiene una entrada de alimentación de 10V DC el cual debe pasar por un divisor de tensión antes de ser conectado a la entrada digital del pin 5, el mismo es un circuito NO normalmente abierto, NC normalmente cerrado la condición se establece a través del programa, cuando está cerrado el circuito su variable de salida es un (0) y cuando se abre el circuito que es señal de que la puerta del gabinete del equipo generador está abierta su salida será un (1) y al cambiar a este estado al envía una notificación de que la puerta fue aperturada.

Para medir presión de aceite se cuenta con un interruptor de control de presión de aceite modelo 21-0331 el cual tiene un rango de operación 0,4 bar equivalente a 59 PSI, dicho sensor al tener una presión por debajo de 40 PSI detecta que hay un nivel bajo de presión lo cual abre su circuito interno que es leído por la entrada Digital PIN 19 y reporta al microcontrolador que hay un cambio de estado y así ser reportado al sistema.

Para el encendido del motor a distancia se agregó un relay SRD arduino de 2 canales con octoacoplador operando (NO) normalmente abierto, el pin de VCC del relay va a 5V DC del ESP32 y GND del relay al GND del ESP32, el PIN IN del relay val pin digital 17 del ESP32, el + de la batería de 12v DC al terminal de salida Común del Relay y del terminar Normalmente Abierto (NO) del relay va al terminal (+) Positivo del motor de arranque para el encendido del motor. Desde el visualizador WEB se selecciona un switch para encendido y él envía un pulso digital 1 al pin digital 17 para cerrar el circuito y encender el motor y al apagarlo en el Switch envía un (0) el cual abrirá el circuito y apagará el Motor.

El microcontrolador ESP32 tiene integrado un módulo Wi-Fi por el cual se conecta en este caso a un hostpot ZTE MF920V y este a su vez a una red 4G/LTE para proveer conexión a internet para la comunicación del sistema y así el microcontrolador pueda transmitir las variables censadas hacia el Bróker MQTT, el utiliza unas rutinas en el programa para conectarse a Wi-Fi y al bróker MQTT en este caso se utilizó como proveedor para el protocolo de comunicación el Broker EMQX.

Para transmitir la información desde el microcontrolador hacia el broker se utiliza una declaración de líneas de identificación llamadas tópicos que deben ser declaradas en el programa del ESP32 y de la misma manera se deben declarar en el broker las cuales deben coincidir los nombres para que puedan sincronizarse.

Para dicha comunicación se configuró en el programa de ESP32 la dirección IP, usuario y password MQTT y el puerto de comunicación por el que realizara el enrutamiento y envío de información, dicho Broker está instalado en un EC2 elastic Compute Cloud EC2AWS (Amazon Web Server) el cual nos permite de manera gratuita por un año, 750 horas al mes de utilización, 1 vCPUs o cpu virtual y 1Giga en ram con capacidad de 30GB de almacenamiento con disco duro SSD gp2 e interfaz de conexión a internet hasta 1Gbps creado con la instancia o nombre de TESISURBE y se encuentra situado al Norte de California us-west-1b.

La dirección IP es una dirección fija creada bajo el mismo EC2AWS de manera gratuita y por dicha dirección realizamos la comunicación de todos los servicios desde el ESP32, Servidor AWS, Broker MQTT y Base de datos MysQL y cada uno de los servicios se comunican vía puertos internos de comunicación bajo la misma dirección IP.

Para finalizar el desarrollo del segundo objetivo de la investigación, se realiza la integración del hardware materializado con el software desarrollado donde se verifica que

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 22 Edición No. 01 - Año 2023

la integración de ambos funciona correctamente. El ESP32 cuenta con un puerto micro USB para alimentación de 5V DC y comunicación serial por medio del cual se carga el código compilado a la placa. Para verificar que la integración del hardware con el software funciona correctamente, se utiliza el puerto COM serial del Arduino IDE donde se observa que los datos de los sensores están siendo procesados por el microcontrolador ESP32, así como también que la conexión a la red Wi-Fi y al bróker MQTT se ha logrado con éxito.

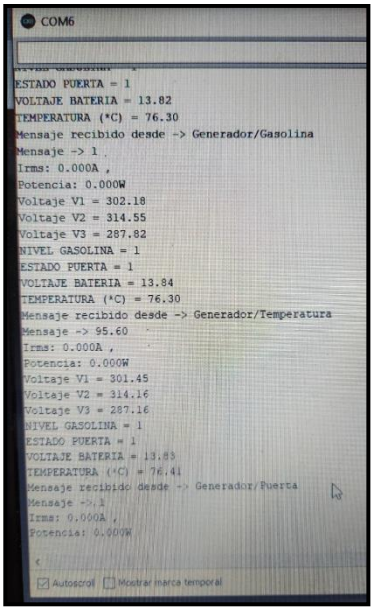


Figura 21. Puerto COM serial de Arduino IDE
Fuente: González y Linares (2023).

Conclusiones

Con respecto al primer objetivo específico, se realizó una entrevista a especialistas del área de energía del sector telecomunicaciones, ya que en sus redes son utilizados estos generadores eléctricos y se recolectó información al respecto de las fallas más comunes que se presentan en estos generadores por lo que con esa información se logró identificar las variables a medir y los sensores a tomar en cuenta en el sistema propuesto así como también se observó de manera personal los generadores eléctricos en donde se encuentran ubicados.

Para el segundo y último objetivo, se llevó a cabo la construcción del prototipo, indicando la descripción de conexionado de todos los componentes involucrados tanto en el circuito como en el sistema, así como los detalles o características de funcionamiento del microcontrolador lo cual es elemental para una implementación adecuada del sistema. Y finalmente se verificó la correcta integración del hardware con el software.

Finalmente, se desarrolló el objetivo general de la investigación donde se logró desarrollar de manera factible un prototipo del sistema automatizado para el monitoreo y control de forma remota del generador eléctrico modelo SDMO-J30U el cual funciona correctamente.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 22 Edición No. 01 - Año 2023

Referencias bibliográficas

Arias, F. (2012). El Proyecto de Investigación. Sexta Edición. Venezuela: Editorial Episteme, C.A.

Ariño, C., Romero, J., y Sanchis, R. (2010). Automatización Industrial. Primera Edición. España: Universitat Jaume I.

Baptista, P., Fernández, C., y Hernández, R. (2014). Metodología de la Investigación. Sexta Edición. México: McGraw-Hill.

Bavaresco, A. (2013). Proceso Metodológico en la Investigación (Como hacer un Diseño de Investigación). Sexta Edición. Venezuela: Imprenta Internacional, CA.

Forouzan, B. (2007). Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones. Cuarta Edición. España: McGraw-Hill.

Ogata, K. (2010). Ingeniería de Control Moderna. Quinta Edición. España: Pearson Educación, S.A.

Espressif Systems. (2022). Página web en línea disponible: http://esp32.net/.

Frankel, N., y Gage, A. (2009). Fundamentos de monitoreo y evaluación. (Documento en línea). Disponible: https://www.measureevaluation.org/resources/publications/ms-07-20-es/at_download/document.

Gillis, A. (2020). Página web en línea disponible: https://www.techtarget.com/whatis/definition/Web-server.

Haro, F. (2020). Página web en línea disponible: https://blog.generaclatam.com/generador-electrico.

Llamas, L. (2019). Página web en línea disponible: https://www.luisllamas.es/que-es-mqtt-su-importancia-como-protocolo-iot/

Mayo, R. (2021). Página web en línea disponible en:

https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=7294&termino=sensor.

Novas, D. (2008). Microcontroladores arquitectura, programación y aplicación. (Documento en línea). Disponible:

https://www.aiu.edu/applications/DocumentLibraryManager/upload/Despradel%20Novas%20Pe%C3%B1a.pdf.

Remiro, F. (2021). Página web en línea disponible en: https://comparaiso.es/manuales/que-es-mifi.

Tevez, T. (2012). Página web en línea disponible en: https://www.ingeniarg.com/blog/61-diferencias-entre-un-sistema-de-control-y-un-sistema-de-monitoreo.

Valdivia, N. (2015). Página web en línea disponible: https://www.hdtools.cl/article/que-es-un-generador.

Depósito Legal: PPX200002ZU2142 / ISSN: 1856-4194. Volumen 22 Edición No. 01 - Año 2023