



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA,  
ELECTRÓNICA,  
SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO  
EN TELECOMUNICACIONES

TEMA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEMETRÍA  
PARA UN GRUPOELECTRÓGENO

AUTOR: JORGE ELIECER SANDOVAL ROMERO

DIRECTOR DEL TRABAJO: EDWIN MAURICIO SEQUEDA  
ARENAS

PAMPLONA-COLOMBIA

NOVIEMBRE de 2016



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA,  
ELECTRÓNICA,  
SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO  
EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEMETRÍA  
PARA UN GRUPOELECTRÓGENO

AUTOR: JORGE ELIECER SANDOVAL ROMERO

DIRECTOR DEL TRABAJO: EDWIN MAURICIO SEQUEDA  
ARENAS

JURADO CALIFICADOR:

M.Sc. WILLIAM VILLAMIZAR ROZO

M.Sc. HERNANDO JOSÉ VELANDIA VILLAMIZAR

PAMPLONA-COLOMBIA

NOVIEMBRE de 2016



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA,  
ELECTRÓNICA,  
SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES  
TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO  
EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEMETRÍA  
PARA UN GRUPOELECTRÓGENO

FECHA DE INICIO DEL TRABAJO: JUNIO DE 2016

FECHA DE TERMINACIÓN DEL TRABAJO: NOVIEMBRE DE 2016

NOMBRE Y FIRMAS DE AUTORIZACIÓN PARA LA  
SUSTENTACIÓN:

---

JORGE ELIECER SANDOVAL ROMERO

Autor

---

Ing. EDWIN MAURICIO SEQUEDA ARENAS

**DIRECTOR**

---

M.Sc WILLIAM VILLAMIZAR ROZO

**DEL PROGRAMA**

**Jurado calificador**

---

M.Sc WILLIAM VILLAMIZAR ROZO

---

M.Sc. HERNANDO JOSÉ VELANDIA V.

PAMPLONA N. S. COLOMBIA

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la oportunidad de estudiar en la universidad de Pamplona y darme la sabiduría, fortaleza, compromiso, en esta etapa de mi vida tan importante.

A mis padres pues gracias a sus consejos hoy puedo decir soy un Ingeniero más de la familia Sandoval Romero.

A mi esposa por sus oraciones, su comprensión y su apoyo psicológico, pues a pesar del cansancio físico pude finalizar esta fase en mí con éxito.

A mi director de tesis ingeniero electrónico Edwin Mauricio Sequeda Arenas por su apoyo incondicional y enseñarme a ser una persona íntegra en todas las áreas, por compartir su experiencia laboral encampo ya que gracias a ello hoy tengo la oportunidad de laboral en una empresa de telecomunicaciones a nivel nacional.

A todo el cuerpo de docentes de la universidad de pamplona que de una u otra manera contribuyeron en mi desarrollo profesional.

**JORGE ELIECER SANDOVAL ROMERO**

## **PENSAMIENTO**

No compitas con nadie, no tienes que demostrarle nada a nadie.

No tienes que llegar a donde otro llegó, solo superar tus propios límites.

¡Sé la mejor versión de ti mismo!

**Anónimo.**

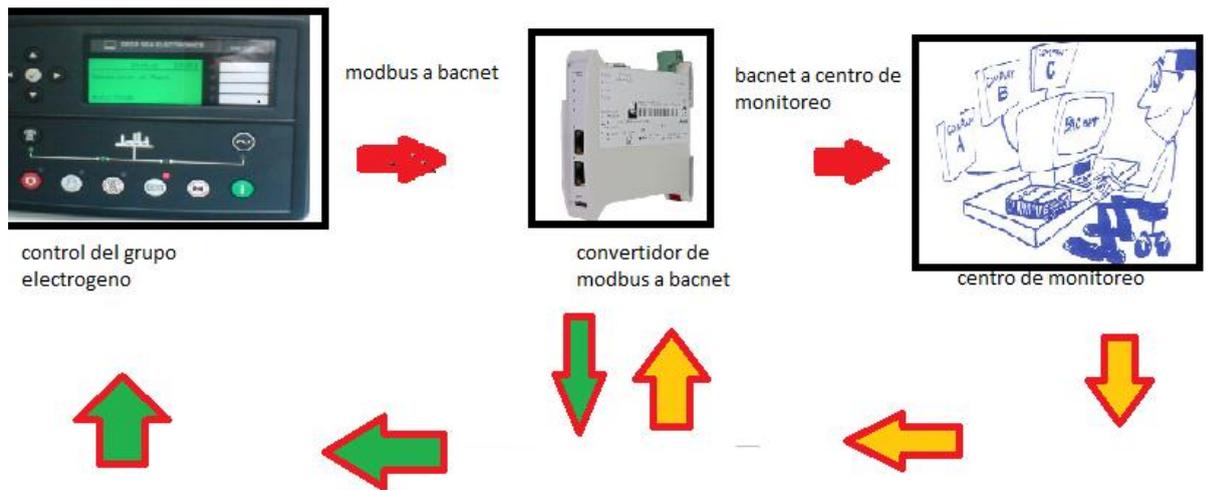
## RESUMEN

La necesidad de disponer de un sistema scada en los procesos industriales, para conocer el estado real de un equipo electromecánico, partiendo de una serie de sensores eléctricos el cual envían información del estado operativo de la máquina, esta necesidad junto con la disponibilidad de protocolos de comunicación se unen para diseñar un sistema de telemetría y control, en este caso para un grupo electrógeno.

El sistema permite acceder a esta información en tiempo real al control electrónico de mando donde se encuentra el grupo electrógeno.

El sistema de telemetría se muestra en el siguiente diagrama de bloques

**Figura 1.** Diagrama de bloques del sistema de telemetría del grupo electrógeno.

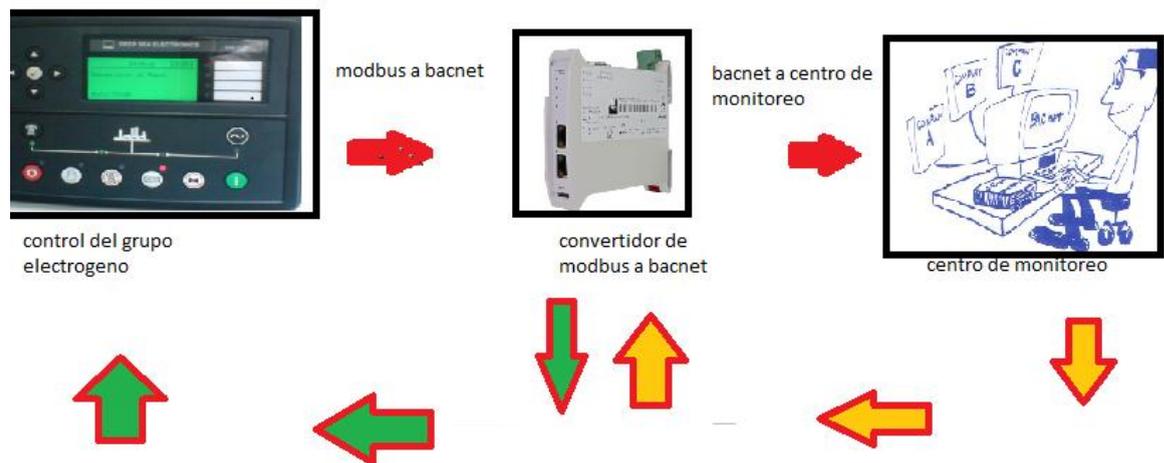


**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

## ABSTRACT

The need to have a scada system in industrial processes, to know the real state of an electromechanical equipment, starting from a series of electrical sensors which send information of the operational state of the machine, this need together with the availability of communication protocols Are united to design a system of telemetry and control, in this case for a generating set. The system allows access to this information in real time to the electronic control of the command where the generator is located. The telemetry and control system is shown in the following block diagram.

**Figura 2.** Block diagram of the generator set telemetry system.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

# ÍNDICE

PÁGINA DE PRESENTACIÓN.

AGRADECIMIENTO.

DEDICATORIA.

PENSAMIENTO.

RESUMEN.

ABSTRACT.

## 1. CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUCCIÓN

1.2 JUSTIFICACIÓN

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVOS GENERALES

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.4 ACOTACIONES.

1.5 ANTECEDENTES.

## 2. CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 SISTEMA DE TELEMETRÍA

2.1.1 CUÁL ES EL OBJETIVO DE UN SISTEMA DE TELEMETRÍA

2.1.2 CÓMO FUNCIONA EL SISTEMA DE TELEMETRÍA

2.2 MOTOR MTU DEL GRUPO ELECTRÓGENO

2.2.1 CARTER Y COMPONENTES MONTADOS EXTERNAMENTE

2.2.2 TREN DE ENGRANAJE

2.2.3 CIGÜEÑAL

2.2.4 CABEZA DEL CILINDRO

2.2.5 ENGRANAJE DE LA VÁLVULA

2.2.5.1 CICLO DE ADMISIÓN

2.2.5.2 CICLO DE COMPRESIÓN

2.2.5.3 CICLO DE COMBUSTIÓN

2.2.5.4 CICLO DE ESCAPE

2.2.6 SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE ALTA PRESIÓN

2.2.7 SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE BAJA PRESIÓN

2.2.7.1 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE ALTA PRESIÓN

2.2.8 TURBO COMPRESOR

2.2.9 INTERCOOLER

2.2.10 ECU

## 2.3 VARIABLES FÍSICAS A MONITOREAR

2.3.1 PRESIÓN DE ACEITE

2.3.2.1 ¿POR QUÉ HAY PRESIÓN DE ACEITE?

2.3.2 TEMPERATURA DE REFRIGERANTE

2.3.2.1 PORQUE ES IMPORTANTE LA TEMPERATURA DEL MOTOR

2.3.4 RADIADOR

2.3.5 BOMBA DE AGUA

2.3.6 VÁLVULA REGULADORA DE TEMPERATURA

2.3.7 VENTILADOR

2.3.8 LÍQUIDO REFRIGERANTE

2.3.9 FRECUENCIA DEL GENERADOR Y RPM DEL MOTOR

2.3.4 AMPERAJE DEL GENERADOR

2.3.5 TIPOS DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

2.3.5.1 TIPO DEVANADO PRIMARIO

2.3.5.2 TIPO BARRA

2.3.5.3 TIPO BOQUILLA

2.3.6 TIPOS DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE SEGÚN SU APLICACIÓN

2.3.6.1 TRANSFORMADOR DE MEDICIÓN

2.3.6.2 TRANSFORMADOR DE PROTECCIÓN

2.3.6.3 TRANSFORMADOR MIXTOS

2.3.6.4 TRANSFORMADOR COMBINADO

2.3.7 VOLTAJE DE GENERADOR

## 3 CAPITULO 3 PROTOCOLO BACNET

3.1 ¿QUÉ ES BACNET?

3.1.2 QUE VENTAJAS APORTA EL PROTOCOLO BACNET

3.1.3 LÍNEA DE TIEMPO DEL PROTOCOLO BACNET

3.2 PROTOCOLO MODBUS RTU

3.2.1 ORIGEN DEL MODBUS

### 3.3 CAPA DEL MODELO OSI

#### 3.3.1 CAPA FÍSICA

#### 3.3.2 CAPA DE ENLACE DE DATOS

#### 3.3.3 CAPA DE RED

#### 3.3.4 CAPA DE TRANSPORTE

##### 3.3.4.1 PROTOCOLO UDP

##### 3.3.4.2 PROTOCOLO TCP

#### 3.3.5 CAPA DE SESIÓN

#### 3.3.6 CAPA DE PRESENTACIÓN

##### 3.3.6.1 ALGUNOS PROTOCOLOS DE PRESENTACIÓN

#### 3.3.7 CAPA DE APLICACIÓN

### 3.4 TRAMAS DE MODBUS

### 3.5 CONTROLADOR DEEP SEA 7320

#### 3.5.1 CARACTERÍSTICAS DEL PUERTO RS485

#### 3.5.2 CARACTERÍSTICAS DEL PUERTO RS232

#### 3.5.3 CARACTERÍSTICAS DEL PUERTO USB

### 3.6 CONVERTIDOR DE MODBUS/BACNET

### 3.7 FUENTES DE FINANCIACIÓN

### 3.8 INFLUENCIA AMBIENTAL DEL TRABAJO

## 4 CAPÍTULO 4 RESULTADOS

### 4.1 DIAGRAMA DE FLUJO

#### 4.1 INFORME DE CONFIGURACIÓN DE PROTOCOLO BACNET

##### 4.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL CONVERTIDOR MODBUS/BACNET

#### 4.2 CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE CONVERTIDOR

#### 4.3 FUENTE DE DISPOSITIVO CONVERTIDOR DE MODBUS/BACNET

#### 4.4 MODO DE FUNCIÓN DEL CONVERTIDOR

##### 4.4.1 PUERTO DE CONEXIÓN RS485

#### 4.5 CONEXIÓN BACNET

#### 4.6 SOFTWARE COMPOSITOR ADF WEB

#### 4.7 ACTUALIZACIÓN DEL DISPOSITIVO CONVERTIDOR DE MODBUS/BACNET

4.7.1 PROCEDIMIENTO PARA ACTUALIZAR EL CONVERTIDOR DE MODBUS/BACNET

4.7.2 NOTA DE ADVERTENCIA

4.8 CONFIGURACION DEL SOFTWARE DSE CONFIGURATION SUITE

4.9 DESCRIPCIÓN DE GENCOMM

4.10 CONSULTA MODBUS TÍPICO

4.11 MODBUS TÍPICO DE RESPUESTAS NORMAL

4.12 VALORES CENTINELA

4.13 NÚMEROS DE PUNTOS FLOTANTES

4.14 PAGINAS

4.15 DIRECCIONES DECIMAL

4.16 DIRECCIONES GENCOMM

4.17 PERFECCIONAMIENTO

4.18 ESTADO DE GENCOMM

4.19 MODO OPERATIVO

4.20 ESTADO DE MOTOR/GENERADOR

4.21 LED VIRTUAL

4.22 ESTADO DE MOTOR/GENERADOR GENCOMM

4.22.1 NOTA

4.30 SOFTWARE BACNET OPC SERVER

4.40 REGISTROS DE VARIABLES A MONITOREAR DEL GRUPO ELECTRÓGENO

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Diagrama de bloques del sistema de telemetría del grupo electrógeno.

Figura 2. Block diagram of the generator set telemetry system.

Figura 3. Visión general del motor Mtu.

Figura 4. Válvulas del motor Mtu.

Figura 5. Sensor VDO de presión de aceite.

Figura 6. Curva características del sensor VDO de presión de aceite.

Figura 7. Curva características del sensor VDO de temperatura.

Figura 8. Esquema interno del motor y su refrigeración.

Figura 9. Transformador de corriente tipo boquilla.

Figura 10. Sistema de monitoreo BACnet.

Figura 11. Relé electromecánico.

Figura 12. Modelo OSI.

Figura 13. Modelo de la capa de enlace de datos.

Figura 14. Capa de red.

Figura 15. Ciclo de pregunta respuesta.

Figura 16. Control electrónico Deep sea 7320.

Figura 17. Conexión detallada del controlador Deep sea 7320.

Figura 18. Diagrama de control automático y falla de red.

Figura 19. Guía de manejo del controlador Deep sea.

Figura 20. Convertidor HD67671- A1- RS485

Figura 21. Diagrama de flujo del sistema de telemetría

Figura 22. Vista general del software del controlador

Figura 23. Configuración del módulo de identificación.

Figura 24. Tiempo de inactividad del maestro

Figura 25. Configuración de las variables del controlador 7320.

Figura 26. Configuración del led del controlador DSE.

Figura 27. Registro Gencomm.

Figura 28. Esquema de conexión del convertidor

Figura 29. Entrada de alimentación de voltaje al dispositivo

Figura 30. Bornes de entrada de voltaje

Figura 31. Posiciones de dip-switch.

Figura 32. Puerto RJ45 del convertidor.

Figura 33. Actualizando el Firmwared del convertidor.

Figura 34. Asignando nombre al proyecto

Figura 35. Asignando IP al convertidor

Figura 36. Registro de variables de lectura en Modbus

Figura 37. Registro de variables de lectura en BACnet.

Figura 38. Registro de variables de escritura en Modbus.

- Figura 39. Registro de variables de escritura en BACnet.
- Figura 40. Programa BACnet Opc Server.
- Figura 41. Registros cargados en programa BACnet Opc Server.
- Figura 42. Ejecutando archivo en el programa BACnet Opc Server.
- Figura 43. Equipos de sistema de monitoreo.
- Figura 44. Conexiones de equipos para iniciar configuración.
- Figura 45. Bornes de conexión del control Deep Sea 7320.
- Figura 46. Puerto RS485 del control Deep Sea 7320.
- Figura 47. Puerto RS485 del convertidor del convertidor modbus/BACnet.
- Figura 48. Referencia del controlador del grupo electrogeno.
- Figura 49. Figura 53. Bornes de conexión del control Deep Sea.
- Figura 50. Programando los parámetros del convertidor.
- Figura 51. Asignando IP y puerto de comunicación al master
- Figura 52. Variables leídas en el convertidor.
- Figura 54. Pines sostenidos de la ID de las variables.
- Figura 55. Salidas de relé.
- Figura 56. Equipo electrogeno listo para ser monitoreado.

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formula de frecuencia o RPM del motor Mtu de cuatro polos.

Tabla 2. Cuadro comparativo de los protocolos de comunicación de transporte.

Tabla 3. Data chip de los bornes de conexión del controlador Deep Sea 7320.

Tabla 4. Explicación de los botones del controlador.

Tabla 5. Registro de datos a monitorear.

Tabla 6. Datos binarios de 16 bits.

Tabla 7. Datos binarios de 32 bits.

Tabla 8. Datos binarios no firmados.

Tabla 9. Datos binarios firmados.

Tabla 10. Valores Sentinel de 16 bits.

Tabla 11. Voltaje de bateria.

Tabla 12. Registro de origen de voltaje de bateria.

Tabla 13. Modo de control.

Tabla 14. Estado de salida virtual.

Tabla 15. Registro modbus definido.

Tabla 16. Registro de datos a monitorear.

## Anexos

\* Manual de operación del sistema de telemetría para un grupo electrogeno.

# CAPÍTULO 1

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Nuestro mundo tecnológico se ha vuelto totalmente dependiente de la disponibilidad continua de suministro de energía eléctrica. Las redes eléctricas deben abastecer las necesidades básicas de iluminación, transporte, industriales y residenciales, así como el abastecimiento crítico de las empresas que prestan el servicio de transporte aéreo, financieros, médicos, y de comunicaciones.

Los nuevos avances tecnológicos y el estilo de vida del ser humano exigen un suministro libre de cortes o perturbaciones eléctricas. Las consecuencias de los incidentes a gran escala están bien documentadas. En el aeropuerto Ernesto Cortissoz de Barranquilla el avión 9524 de la empresa de Avianca procedente de Bogotá se vio obligado a realizar una maniobra para evitar un accidente aéreo, por causa de un corte eléctrico a las 11:45 pm en el circuito industrial sur de la red comercial de Electricaribe. Lo cual duro 10 segundos en retornar el flujo eléctrico normal. Álvaro Gonzales, gerente del grupo Aeroportuario del Caribe ofreció disculpas y manifestó que están trabajando para resolver los temas de la energía eléctrica.

**Fuente: (periódico el Espectador, 19 de agosto del 2016,9:17 am.)**

En los procesos industriales automatizados, líneas enteras de producción y control pueden perderse, creando situaciones peligrosas para las personas involucradas en el servicio, poniendo en riesgo las vidas humanas y pérdidas económicas.

## 1.2 Justificación

Los grupos electrógenos se encuentran sometidos en algunos sitios a largas horas de trabajo, como también en estado de reposo o abandono por parte de la empresa encargada del mantenimiento del equipo, ya sea por falta de mano calificada o también por falta de contratación de personal técnico, desconociendo el estado técnico real de la máquina.

El diseño e implementación tiene como propósito desarrollar un prototipo de sistemas de scada, que permita al centro de monitoreo y control del grupo electrógeno, ya que al implementar este sistema se tomara las medidas necesarias para mantenerlo en óptimas condiciones.

Es importante que esta información pueda ser visualizada remotamente por la empresa responsable del mantenimiento del grupo electrógeno. Conociendo las condiciones técnicas de la máquina, se solucionarían posibles daños, lo cual permitirá que este funcione correctamente en el momento de disponer del servicio de respaldo de energía eléctrica. Ya que a través del sistema de monitoreo a implementar se puede vigilar en tiempo real el estado técnico del mismo.

El desarrollo de este del diseño logrará un impacto en el campo de la automatización, permitirá integrar la comunicación de los protocolos modbus y bacnet, para poder monitorear y controlar el estado técnico y en tiempo real de un equipo electrógeno a distancia, y así estar informados de posibles fallas y percatarse que el estado técnico está en precarias condiciones, tanto mecánicas como eléctricas.

Como estudiante de ingeniería en telecomunicaciones de la Universidad de Pamplona aplicar los conocimientos adquiridos a través de la escolaridad en las diferentes asignaturas, motiva a pensar como profesional el asesorar frente a la responsabilidad social de aplicar los conocimientos adquiridos en relación con la solución a las necesidades con el desarrollo de la región y el país.

Con la compatibilidad entre los diversos componentes de un sistema de automatización, se espera reducir la cantidad de mano de obra necesaria para instalar, configurar, comisionar, programar y poner en marcha los nuevos equipos. Esto, a su vez, permitirá una mayor rentabilidad para las empresas, debido a la disminución de la inversión inicial y los costos operacionales.

## **OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

\* Desarrollar un sistema de telemetría para un grupo electrógeno.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

\*Monitorear las siguientes variables físicas: presión de aceite, temperatura de refrigerante, frecuencia, voltaje y amperaje del generador para posibles correcciones de fallas de la planta eléctrica.

\*Diseñar una red de comunicación entre el centro de monitoreo y el grupo electrógeno.

\*Programar el dispositivo convertidor HD67671-A1-RS485 para la comunicación entre el centro de monitoreo y el grupo electrógeno.

### **1.4 ACOTACIONES**

\* El presente proyecto permitirá monitorear las variables (temperatura del agua del radiador, voltaje de batería, presión del aceite, frecuencia, voltaje del generador, corriente de línea del generador) y controlar el encendido y apagado remoto del grupo electrógeno empleando el software opc server bacnet.

\* Se usara el controlador Deep Sea 7320.

\* Se usara el convertidor HD67671-A1-RS485.

\* Se utilizara el software compositor BACnet ADF WEB para programar el dispositivo.

\* Se programara el simulador de BACnet Opc Server para tener monitoreo del Grupo electrógeno.

### **1.5 ANTECEDENTES**

Actualmente los avances tecnológicos en las técnicas digitales de la ingeniería electrónica, y telecomunicaciones están permitiendo que los

dispositivos lógicos programables estén evolucionando cada día más rápido, al punto de ofrecer desempeños enormes a precios muy bajos. Es así, como estos dispositivos fácilmente se adaptan hacia la solución de tareas complejas de una manera rentable, y con protocolos estandarizados.

A nivel regional en la universidad pontificia de Bucaramanga Peñaloza y Mora<sup>1</sup>, construyeron un prototipo de una red privada, compuesta por tres PLC'S que pueden ser programados desde cualquier punto de una misma red con protocolo Ethernet, a su vez cada Plc se comunica con protocolo modbus a variadores de velocidad, y un manual de operaciones en el cual se indica la operaciones de configuración de los dispositivos a usar, para establecer comunicación con los protocolos anteriormente mencionados. En la universidad industrial de Santander Cárdenas y Moreno<sup>2</sup>, realizaron una implementación de un básico para el control de integrado de un sistema de aire acondicionado e iluminación mediante dispositivos con comunicación bacnet.

A nivel nacional el grupo de microelectrónica de Gmun de la universidad nacional publican un artículo titulado “implementación de un sensor inteligente soportado sobre el protocolo bacnet”<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> PEÑALOZA CALDERÓN, John Alexander; MORA GÓMEZ, Sergio. Red de PLC´ S y variadores de velocidad con protocolos Ethernet y Modbus. 2013.

<sup>2</sup> CARDENAS PARADA, Nomar Alexis y MORENO RUEDA, Elkin. Implementación de un Bas (bulding automation System) básico para el control integrado de un sistema de aire acondicionado e iluminación mediante dispositivos con comunicación bacnet. 2012. Trabajo de Grado. Universidad Industrial de Santander. Ingeniería Mecánica

<sup>3</sup> JARAMILLO Iván; MONTERO Oscar y PICO, Alexander. Implementación de un sensor inteligente de temperatura soportado sobre el protocolo bacnet. GMUN – Grupo de Microelectrónica. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en [http://www.iberchip.net/iberchip2004/articles/60-1-IJARAMILLOJ-BACNEPAPER\\_FINAL.PDF](http://www.iberchip.net/iberchip2004/articles/60-1-IJARAMILLOJ-BACNEPAPER_FINAL.PDF)

# **CAPÍTULO 2**

## **MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Sistema de telemetría**

La palabra sistema de telemetría se refiere a una serie de equipos que se conectan para permitir la monitorización, mediación de magnitudes físicas o químicas. A través de datos que son transferidos a un centro de monitoreo y control.

El sistema de telemetría se realiza normalmente mediante comunicación alámbrica pero también se puede realizar a través de otros medios como: teléfono, fibra óptica, radio enlaces, entre otros. La telemetría es usada en áreas muy diversas que va desde el automovilismo, aviación, pasando por la agricultura, industria de petróleo, medicina y hasta edificios residenciales.

#### **2.1.1 ¿Cuál es el objetivo de un sistema de telemetría?**

Básicamente el objetivo de todo sistema de telemetría es permitir la medición y monitoreo a distancia, de magnitudes físicas o conocer los estados de los procesos y sistemas, así como controlar de manera remota el funcionamiento de cualquier proceso industrial, para corregir posibles fallas y enviar la información obtenida hacia un centro de información para su análisis y control.

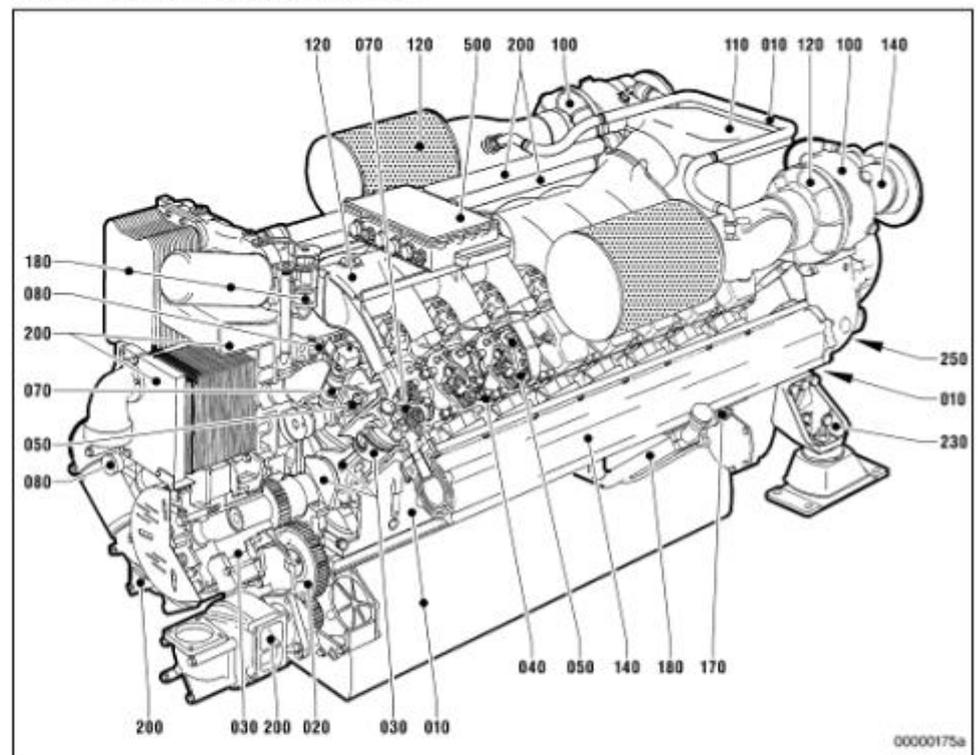
#### **2.1.2 ¿Cómo funciona el sistema de telemetría?**

Por medio de un transductor como dispositivo de entrada, un medio de transmisión en forma de líneas de cable o inalámbrico, procesamiento de señales, dispositivo de grabación o visualización de datos. El transductor tiene como principal función convertir la magnitud física o química en una señal eléctrica, que es transmitida a distancia a centro de monitoreo a efecto de ser medida y controlada.

## 2.3 MOTOR MTU DEL GRUPO ELECTRÓGENO.

Figura 3. visión general del motor Mtu.

Engine – Overview of functional groups



010 Crankcase and externally mounted components	080 Fuel system (low pressure)	180 Lube oil system/lube oil circuit
020 Gear train	100 Exhaust turbocharger	200 Coolant circuit
030 Crank drive	110 Intercooler	230 Mounting/support
040 Cylinder head	120 Air intake/air supply	250 PTO systems, driving end and free end
050 Valve gear	140 Exhaust system	500 Monitoring, control and regulation system
070 Fuel system (high pressure)	170 Starting equipment	

Fuente: manual del motor Mtu

### 2.2.1 Carter y componentes montados externamente (010).

#### Carter

El cárter es la parte del motor que soporta al cigüeñal y constituye la estructura resistente a la que se unen los cilindros y los demás órganos mecánicos; además incorpora las pestañas o anclajes para la sujeción del motor al bastidor.

En el pasado se llamaba también bancada. Además es donde se encuentra el sistema de lubricación.

### **2.2.2 Tren de engranaje (020).**

El tren de engranaje del motor está compuesto por una corona y piñones, el cual sirve para transmitir movimiento circular mediante el contacto de ruedas dentadas.

Este tren de engranaje es utilizado para transmitir potencia de un componente a otro.

### **2.2.3 Cigüeñal (030).**

El cigüeñal es la pieza del motor Mtu encargada de transformar el movimiento rectilíneo alternativo del pistón en un movimiento circular.

### **2.2.4 Cabeza del cilindro (040).**

También esta pieza del motor recibe el nombre de culata, este elemento es el que cierra los cilindros por la parte superior.

También sirve de soporte para otros elementos del motor como son: válvulas, balancines, inyectores, etc.

### **2.2.5 Engranaje de la válvula (050).**

Los cuatro tiempos de un motor diésel son los siguientes:

**2.2.5.1 Ciclo de admisión:** con las válvulas de admisión abiertas el pistón realiza una carrera descendente, la depresión formada en el cilindro hace que entre aire del exterior.

**2.2.5.2 Ciclo de compresión:** las válvulas de admisión y escape se encuentran cerradas, y el pistón realiza su desplazamiento desde el punto muerto inferior al punto muerto superior, durante la última fase del ciclo de compresión se produce la inyección de combustible a alta presión.

#### **2.2.5.3 Ciclo de combustión.**

Comienza antes que el pistón llegue al punto muerto superior, la mezcla de combustible y aire alcanza una enorme temperatura debido a que la relación de compresión es muy elevada, y es por esta temperatura que la mezcla se auto enciende sin necesidad de bujías, debido a la combustión de la mezcla el pistón es empujado hacia abajo produciendo el trabajo requerido para proporcionar movimiento a la mecánica.

#### 2.2.5.4 Ciclo de escape.

En carrera ascendente el pistón empuja los gases resultantes de la explosión hacia el escape, a través de las válvulas de escape que se encuentran abiertas.

Las válvulas abren y cierran las lumbreras de admisión y escape en el momento oportuno de cada ciclo. La de admisión suele ser de mayor tamaño que la de escape.

En una válvula hay que distinguir sus partes que son:

- \* Pie de válvula
- \* Vástago
- \* Cabeza

**Figura 4.** Válvulas del motor Mtu.



**Fuente:** Manual del motor MTU.

#### 2.2.6 Sistema de combustible alta presión (070).

Este sistema de inyección para combustibles líquidos, es un sistema de inyección a alta presión (en el orden de los 200 Kg/cm<sup>2</sup>). Sirve para inyectar, de acuerdo a la secuencia de encendido de un motor diésel, cierta cantidad de combustible a alta presión y finamente pulverizado en el ciclo de compresión del motor, el cual, al ponerse en contacto con el aire muy caliente, se mezcla y se enciende produciéndose la combustión.

#### 2.2.7 Sistema de combustible baja presión (080).

Circuito de baja presión, encargado de enviar el combustible desde el depósito en que se encuentra almacenado a la bomba de inyección.

El circuito quedaría formado así:

- \* Depósito de combustible.
- \* Bomba de alimentación.
- \* Filtro (primario y secundario).
- \* Bomba de inyección.
- \* Inyectores.

### **2.2.7.1 Funcionamiento de combustible de alta presión.**

La bomba de aspiración succiona combustible del tanque sub base a través de una rejilla filtrante, que se encuentra en el extremo del tubo de aspiración. Este combustible llega a través del filtro primario que elimina las impurezas más gruesas que lleva en suspensión el diésel. Después la bomba lo manda al filtro secundario del combustible y de ahí pasaría a la bomba de inyección, que

Lo mandaría a los inyectores.

La bomba de alimentación normalmente trabaja con presiones en torno a 1 o 2 Kg/cm<sup>2</sup>. Y en cantidad suficiente, siendo una válvula de descarga la que regula dichas presiones, teniendo una canalización de retorno para el combustible sobrante que va de vuelta al tanque sub base.

Esta bomba suele contar con una pequeña bomba manual de cebado, también recibe el nombre de bombil que usa el mismo circuito y que sirve para purgar y llenar las canalizaciones de combustible.

Si la bomba de inyección es de elementos en línea, la bomba de alimentación normalmente irá acoplada a ella, recibiendo el movimiento del árbol de levas de la propia bomba de inyección.

En este caso la bomba normalmente sería del tipo de pistón con muelle antagonista y rodillo, alojados en un cilindro.

También contaría con válvulas de entrada y salida del combustible.

Si la bomba de inyección fuese rotativa ya incorporaría su propia bomba de alimentación.

La bomba de inyección suministra el combustible necesario a presión a los distintos cilindros, a los que pasa a través de los inyectores, que lo pulverizan.

Desde ellos, el sobrante que no entra en los cilindros se hace retornar por los conductos de rebose.

### **2.2.8 Turbo compresor (100).**

El nombre correcto para este elemento es “turbocompresor” ya que en realidad se trata de un compresor que es accionado por una turbina. El turbo es una máquina que consta de dos molinillos (turbinas) unidos a un mismo eje.

Uno de los lados del eje está en contacto con los gases de escape que, al salir calientes y a cierta presión del motor, hacen girar la turbina. La turbina del otro lado del eje está en el canal del aire que entra al motor y al girar solidaria con la que está del lado del escape, empuja el aire de admisión generando una presión.

Como al aumentar la presión del aire de admisión también aumentamos la energía de los gases de escape, sería peligroso para el motor porque cada vez generaría más presión de forma ilimitada hasta saltar por los aires. Para que esto no ocurra se instala una válvula de descarga que no es más que un grifo que echa a la atmósfera parte de la presión en el escape y es lo que se conoce como “tarado del turbo”.

### **2.2.9 Intercooler (110).**

Este elemento del motor es un radiador aire-aire que se encarga de enfriar el aire, comprimido por el turbo compresor.

### **2.2.10 ECU (500).**

La ECU es la unidad de control de la maquina la cual es la encargada de controlar todos los sensores del motor MTU.

## **2.3 VARIABLES FÍSICAS A MONITOREAR**

### **2.3.1 Presión de aceite.**

Cuando un motor arranca todo el aceite se encuentra en el cartel y la presión es cero. Este valor se obtiene del sensor VDO de presión, el cual varía su resistividad directamente proporcional a la presión a la que es sometido. El valor final es decodificado por el control electrónico del grupo electrógeno

**Figura 5.** Sensor VDO de presión de aceite.

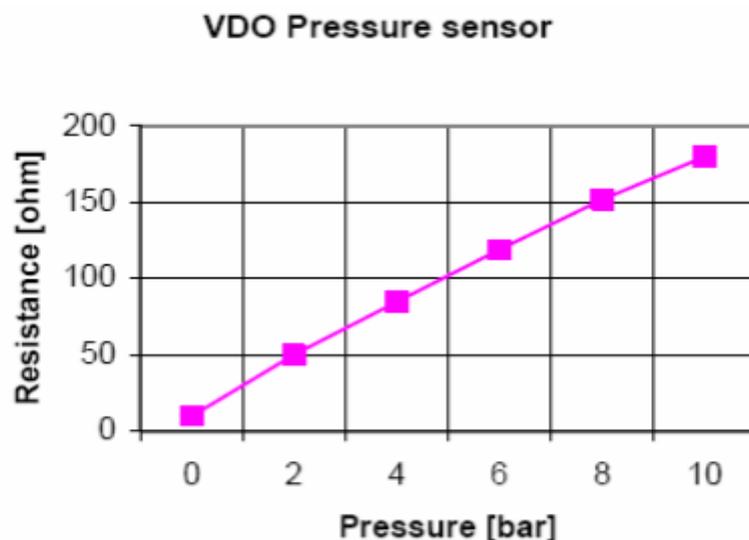


**Fuente:** Manual del motor MTU.

### 2.3.1.2 ¿Por qué hay presión de aceite?

La presión de aceite se debe a la resistencia que opone el aceite a fluir ante la acción de la bomba, lo cual quiere decir que si no hay flujo de aceite en las partes mecánicas del motor, habrá un mayor desgaste en sus piezas metálicas y una posible falla mecánica en el motor del grupo electrógeno. Por esta razón es muy importante un correcto flujo de aceite por todo el motor, también que la presión de aceite no sea muy alta, pero tampoco que sea una presión de aceite muy baja. Es decir que este entre los rangos de 6-7 BAR para este caso en motores MTU.

**Figura 6.** Curva característica de sensor VDO de presión.



**Fuente:** <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

### 2.3.2 Temperatura del refrigerante.

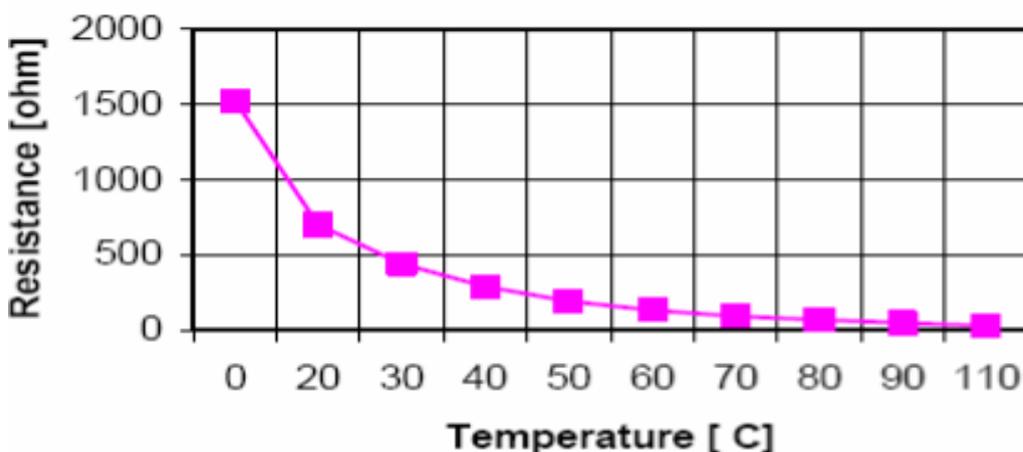
La temperatura del refrigerante es una de las variables más importantes en todo motor, cada motor trabaja a temperaturas diferentes según su fabricante y su potencia.

#### 2.3.2.1 ¿Por qué es importante monitorear la temperatura del motor?

Los motores se diseñan teniendo esto en cuenta. En frío, las piezas no encajan perfectamente, sino que se permite cierta holgura. A los pocos instantes de tener el motor encendido, las piezas alcanzarán la temperatura de trabajo y se dilatarán para encajar perfectamente. Pero si la temperatura aumenta demasiado, las piezas se dilatarán aún más, incrementando la fricción entre ellas. Y, por lo tanto, incrementando aún más la temperatura. El riesgo de que las piezas se fundan es muy elevado. Si llegan al punto de fusión, las piezas pueden partirse muy fácilmente, o incluso juntas: el motor se gripa. Por esta razón el motor generador está diseñado para que incluso cuando la maquina este apagada, la temperatura del motor se mantenga a 50 grados centígrados por el pre calentador de refrigerante. Pero este equipo tiene sus ventajas y desventajas: su ventaja es que el momento de arrancar el motor ya dispone de una temperatura óptima para trabajar, y su desventaja es que si el pre calentador se daña, este puede provocar un recalentamiento o enfriamiento del refrigerante ocasionando una falla muy grave en la pieza del motor.

La temperatura ideal para motores MTU en marcha es de 80-90 grados centígrados el cual es censado por el sensor VDO de temperatura.

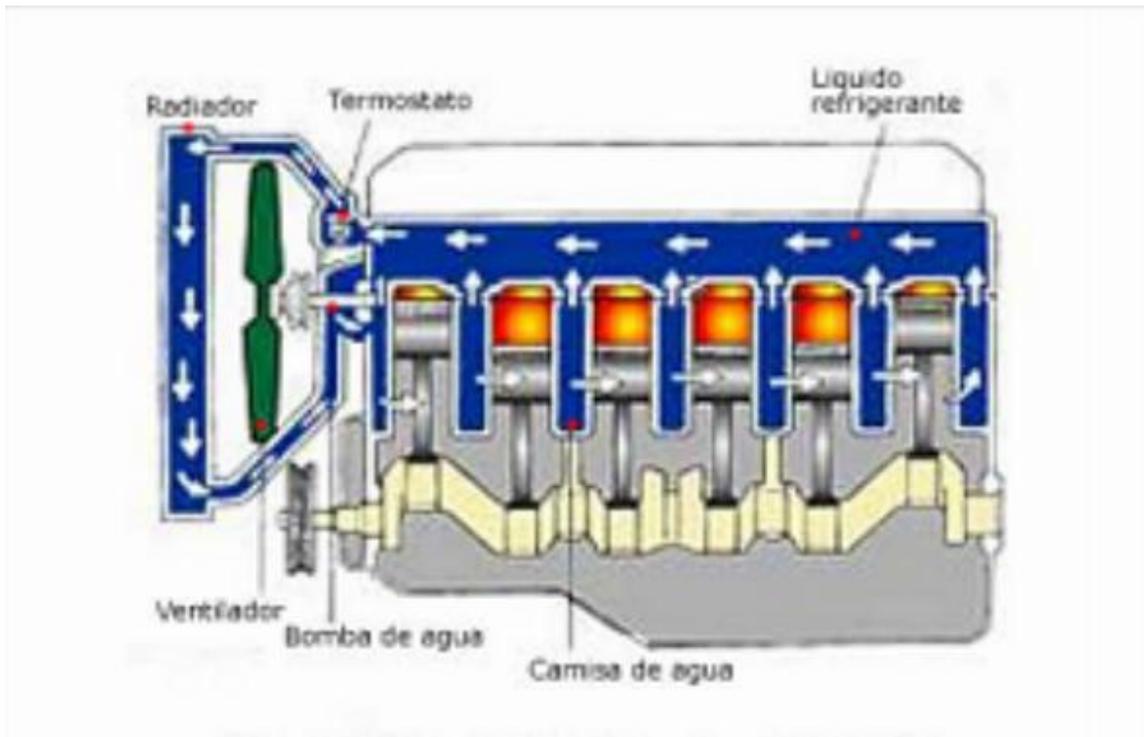
**Figura 7.** Curva característica de sensor VDO temperatura.



**Fuente:** <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

Como observamos en la gráfica la temperatura del motor es inversamente proporcional, es decir a medida que el calor del motor aumenta, la resistencia del sensor VDO disminuye, indicando niveles exponenciales de temperatura de la planta eléctrica, el recalentamiento es un problema que usualmente provoca que el controlador DEEP SEA del grupo electrógeno active una alarma lo cual este apague la planta eléctrica, como resultado de la falla en la temperatura del motor MTU.

**Figura 8.** Esquema interno del motor y su refrigeración.



**Fuente:** [http://motorespaspa.blogspot.com.co/2015\\_05\\_01\\_archive.html](http://motorespaspa.blogspot.com.co/2015_05_01_archive.html)

## **Componente de refrigeración del motor.**

### **2.3.4 Radiador.**

El radiador sirve para enfriar el líquido de refrigeración del motor.

### **2.3.5 Bomba de agua.**

Es el componente vital de este sistema efectuando la circulación necesaria de agua, y manteniendo la temperatura favorable al motor.

### 2.3.6 Válvula reguladora de temperatura.

El termostato se utiliza para mantener la temperatura de funcionamiento del motor, entre sus límites establecidos; abriendo y cerrando el ducto por donde circula el agua así el motor.

### 2.3.7 Ventilador.

El ventilador sirve para impulsar el aire a través del radiador para obtener una eficaz refrigeración.

### 2.3.8 Líquido refrigerante.

El refrigerante se emplea generalmente el agua, pero para motores nuevos no se recomienda mezclar agua con líquido refrigerante por sus composiciones químicas, para una protección óptima durante todo el año contra el congelamiento, la ebullición y la corrosión del radiador.

### 2.3.9 Frecuencia del generador y Rpm del motor.

Las revoluciones por minuto están relacionadas también con la frecuencia del generador, se recomienda que las RPM se mantengan en 1800 revoluciones por minuto al igual que la frecuencia en 60 HZ. Esto quiere decir que son directamente proporcional. Este valor se halla producto de una operación matemática entre la frecuencia y el número de polos del generador.

**Tabla 1.** Formula de frecuencia o RPM de un motor MTU de cuatro polos.

$$n_s = \frac{120 \times f}{2p} \times (1 - s)$$

Donde:  $n_s$  = Rotación síncrona (rpm);  
 $f$  = Frecuencia (Hz);  
 $2p$  = Numero de polos;  
 $s$  = Deslizamiento

Nº de polos	Rotación síncrona por minuto	
	60 Hz	50Hz
2	3600	3000
4	1800	1500
6	1200	1000
8	900	750

**Fuente:** <https://es.scribd.com/doc/202896273/Mtu-Motor-Diesel>

### **2.3.4 Amperaje del generador.**

La corriente que genera la planta eléctrica es censada por el TC (transformador de corriente) y conectada al control Deep Sea 7320

### **2.3.5 Tipos de transformadores de corriente:**

**2.3.5.1 Tipo devanado primario:** Este como su nombre lo indica tiene más de una vuelta en el primario, los devanados primario y secundario están completamente aislados y ensamblados permanentemente a un núcleo laminado, esta construcción permite mayor precisión para bajas relaciones.

**2.3.5.2 Tipo barra:** Los devanados primarios y secundarios están completamente aislados y ensamblados permanentemente a un núcleo laminado, el devanado primario consiste en un conductor tipo barra que pasa por la ventana de un núcleo.

**2.3.5.3 Tipo boquilla o Bushing:** el devanado secundario está completamente aislado y ensamblado permanentemente a un núcleo laminado. El conductor primario pasa a través del núcleo y actúa como devanado primario.

### **2.3.6 Tipos de transformadores de corriente según su aplicación:**

**2.3.6.1 Transformador de medición:** Su función es medir, requieren reproducir la magnitud y el ángulo de fase de la corriente.

**2.3.6.2 Transformador de protección:** son los transformadores cuya función es proteger el circuito de cualquier fluctuación de corriente.

**2.3.6.3 Transformadores mixtos:** son los transformadores que se diseñan para una combinación de los dos casos anteriores.

**2.3.6.4 Transformador combinado:** son aparatos que bajo una misma cubierta albergan un transformador de corriente y otro de tensión, mayormente usados en estaciones de intemperie fundamentalmente para reducir espacios.

**Figura 9.** Transformador de corriente tipo boquilla.



**Fuente:** <https://montanux.wikispaces.com/SISTEMAS+DE+POTENCIA>

Su aplicación es convertir una corriente nominal elevada, a una de más baja para poder ser medida por el controlador Deep Sea.

**2.3.7 Voltaje del generador:** El funcionamiento de generación de voltaje en plantas eléctricas, se basa en el fenómeno de inducción electromagnética es decir, cuando un conductor hace un movimiento relativo hacia un campo magnético, se induce el voltaje en el conductor. El voltaje inducido llamado fuerza electromotriz crea una corriente a través de un circuito externo conectado a la turbina, que produce energía que se transfiere a la carga. Técnicamente la electricidad se genera a partir de la energía mecánica.

# Capítulo 3

## **PROCOLO BACNET**

Es un protocolo abierto de comunicación de datos para edificios inteligentes y redes de control (BACnet=Building Automation and Control networks). Fue desarrollado por el organismo norteamericano ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration, and Air Conditioned Engineers) y su objetivo es el manejo de aplicaciones de control en sistemas de automatización de edificios tales como sistemas de control de aire acondicionado (HVAC, por sus siglas en inglés), iluminación, seguridad, y de detección y supresión de fuego. Actualmente, es un estándar de la ANSI y de la ISO. Este protocolo surgió debido a la necesidad de crear un estándar que permitiera la comunicación de sistemas de control de diferentes vendedores. Dicha necesidad apareció en la década de 1980, ante la imposibilidad de reunir bajo un mismo sitio sistemas de control de distintos vendedores lo que ocasionaba grandes costos y en algunas ocasiones pérdida de materiales y equipos. En vista de estas situaciones, en Enero de 1987 ASHRAE inició el desarrollo de un protocolo industrial estándar para la comunicación de los sistemas de control en edificios con la creación del comité 135 que se encargó de esta tarea. En Agosto de 1991 se presentó al público la primera versión del protocolo, en Marzo de 1994 salió la segunda versión, y finalmente en Junio de 1995 la tercera versión fue aprobada como estándar de ASHRAE y en Noviembre de ese año fue aprobado como un estándar de la ANSI.

### **3.1 ¿Qué es BACnet?**

BACnet es un protocolo de comunicación de datos para redes de control y automatización de edificios. El protocolo de comunicación de datos es una serie de reglas estandarizadas que permiten enviar estos datos a una red de computadores. Es decir así como el protocolo tcp/ip permite enviar datos entre dos computadores, BACnet permite enviar datos entre controladores y PC's.

#### **3.1.2 ¿Qué ventajas aporta el protocolo BACnet?**

Este sistema es pionero en las comunicaciones de datos en sistemas de control, para la automatización de edificios e industrias que requieran monitoreo y control de todos los equipos como por ejemplo; aires acondicionados, iluminación, etc.

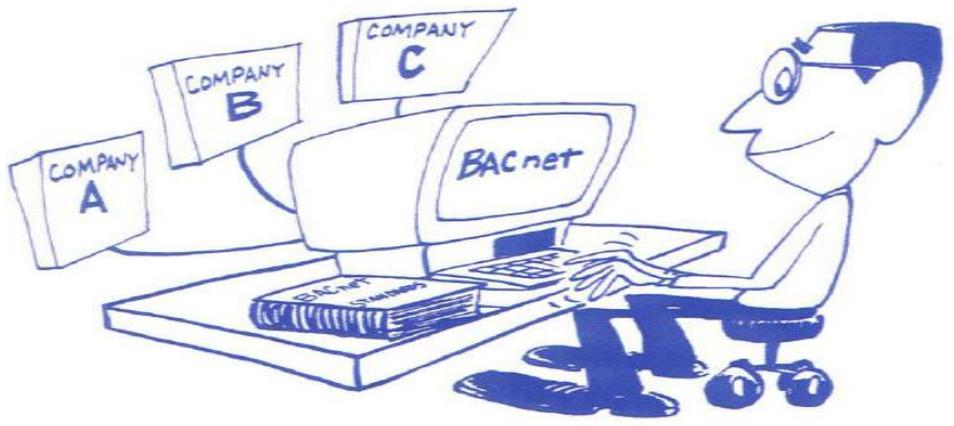
Una de las ventajas principales del protocolo BACnet es que no está asociado a ningún fabricante ni hardware particular, por esto puede ser implementando en cualquier tipo de hardware, disminuyendo los costos de operación e implementación del sistema.

Originalmente diseñado por la ASHRAE actualmente es también un estándar de la ISO y la ANSI.

Este protocolo es utilizado para la detección de objetos y dispositivos.

Una de las muchas ventajas de usar el protocolo bacnet con una plataforma de seguridad y administración permite a los sistemas de detección de intrusión, monitoreo de video, control de acceso, hvac(calefacción, ventilación y aire acondicionado) y otros sistemas de automatización hechos por una compañía, comunicarse con sistemas hechos por otra compañía. Esto simplifica la integración de todos los sistemas y permite el uso de una interfaz única para controlar y monitorear todos los sistemas. Adicionalmente a una operación más eficiente y conveniente, tener un solo punto de control crea una sinergia en los diferentes sistemas y ahorra consumo energético. La implementación del protocolo bacnet asegura de igual manera que la infraestructura de redes soportará los cambios futuros del sistema.

**Figura 10.** Sistema de monitoreo BACnet.



**Fuente:** internet

### 3.1.3 Línea de tiempo del protocolo BACnet:

- 1987

Primer reunión Del ASHRAE - Comité de Proyecto de Estandarización - Comienza el desarrollo de BACNET

- 1991

El protocolo BACNET es publicado por primera vez para revisión pública

- 1995

El protocolo BACNET es oficialmente publicado

- 2006

La asociación de fabricantes BACNET y el Grupo de Interés BACNET de Norte América se combinan para formar BACNET International.

Este protocolo soporta 5 tipos de tecnología de red y no se fija solo en capa física y de enlace de red; entre estos se encuentran: Ethernet, ARCNET, MS/TP, PTP y LonTalk. Con respecto a los servicios, estos se agrupan en seis categorías:

- \* Acceso a objetos.
- \*Alarma y eventos.
- \* Manejo de dispositivos remotos.
- \* Terminales virtuales.
- \* Seguridad.
- \* Acceso a archivos.

En total son 37 servicios que constituyen los medios por los cuales un dispositivo BACnet adquiere información de otro dispositivo, comanda otro dispositivo para realizar algunas acciones, o anuncia a uno o más dispositivos que algún evento ha ocurrido. De esta manera BACnet se basa en una arquitectura cliente-servidor.

Esta arquitectura cliente-servidor o maestro-esclavo es el diseño por el cual, el maestro o servidor recibe una petición del esclavo y posteriormente realiza el servicio requerido y devuelve los resultados en forma de respuesta. Creando un intercambio de información para monitorear o controlar, el dispositivo o los equipos electrónicos remotamente.

### **3.2 Protocolo MODBUS RTU.**

### 3.2.1 origen del modbus.

En el año de 1960, el control industrial se venía realizando mediante lógica cableada a base de relés electromecánicos.

**Figura 11.** Relé electromecánico.



**Fuente:** <https://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>

El avance de la electrónica hizo posible la implementación de los dispositivos con microprocesador, o Controladores Lógicos Programables (plc).

La empresa Bedford Associates (Bedford, MA) propuso a General Motors un sistema que permitía realizar cambios en las maniobras de un equipo de control sin necesidad de modificar el cableado. A este sistema le dio el nombre de:

Modular Digital Controller, o MODICON. El MODICON 084 fue el primer PLC producido comercialmente.

Dick morley considerado como el padre del controlador lógico programable.

La marca Modicon fue vendida en 1977 a Gould Electronics, y posteriormente adquirida por la compañía francesa AEG y luego por la alemana Schneider Electric, que es el actual propietario.

Con la necesidad de comunicar y automatizar todos los equipos electrónicos, apareció el protocolo modbus creado por la empresa Modicon un año después que se creó el PLC. Este protocolo permitía establecer comunicaciones cliente-servidor entre dispositivos inteligentes y con dispositivos de campo.

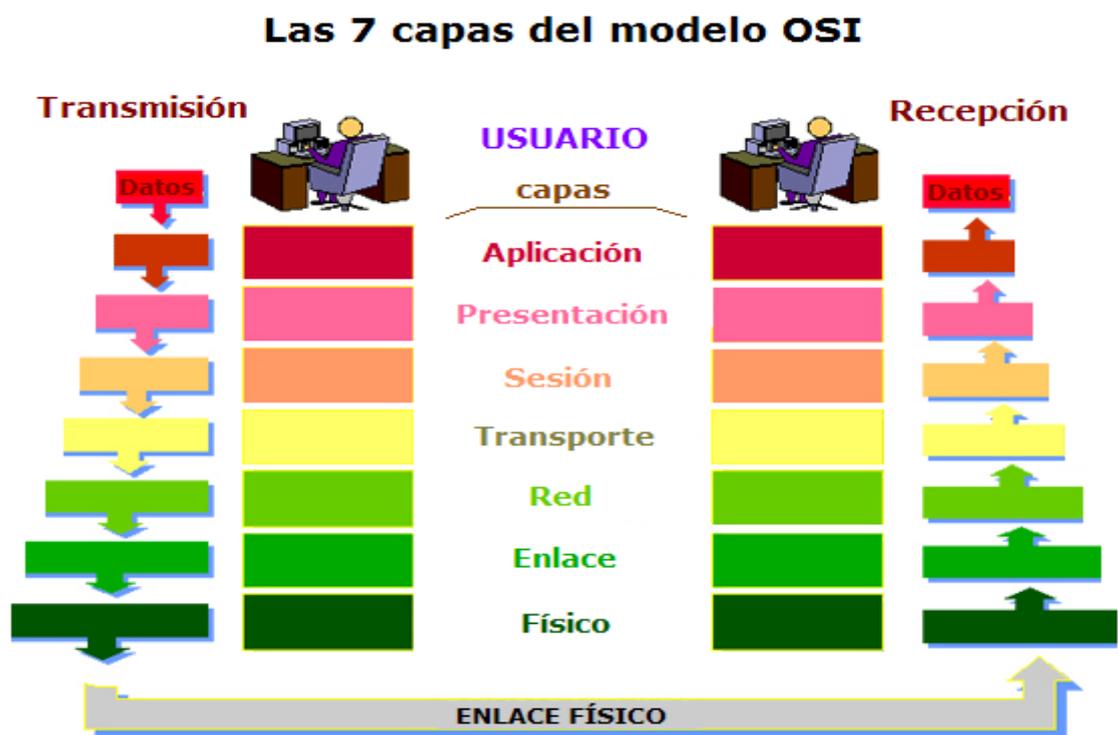
En el año de 1979 debido a las dificultades de estandarización de sistemas cerrados, se publicó de forma abierta el protocolo modbus, ganando fama en la industria de las máquinas, por su intercambio sencillo entre equipos modbus, y manejo de bloques de datos sin restricción.

### 3.2.2 Que es modbus.

Es un protocolo de comunicación ubicado en el nivel 7 del modelo OSI, basado la arquitectura maestro-esclavo es decir que cada solicitud del maestro, es tratada de forma independiente por el esclavo. Esto facilita proveer transacciones de datos resistentes a rupturas, requiriendo mínima información de recuperación para mantener una transacción en cualquiera de los dos terminales.

### 3.3

Figura 12. Modelo OSI.



**Fuente:** <http://construiryadministrarredcb7716antonia.blogspot.com.co/2011/05/modelo-osi-y-sus-siete-capas.html>

### 3.3.1 Capa física.

Es la se encarga de las conexiones físicas de la computadora hacia la red, es decir el medio físico como la forma en la que se trasmite la información. Algunas de sus funciones son: definir el medio o los medios físicos por el cual se va a enviar la información, por

### Ejemplo:

- \* Cable coaxial.
- \* Fibra óptica.
- \* Guías de onda.
- \* Aire.
- \* Cable utp.
- \* Manejar las señales eléctricas del medio de transmisión.
- \* Etc.

### 3.3.2 Capa de enlace de datos.

Figura 13. Modelo de la capa de enlace de datos.



**Fuente:** <http://construiryadministrarredcb7716antonia.blogspot.com.co/2011/05/modelo-osi-y-sus-siete-capas.html>

Esta capa se ocupa del direccionamiento físico, del acceso al medio, de la detección de errores, de la distribución ordenada de tramas, y control de flujo de la información.

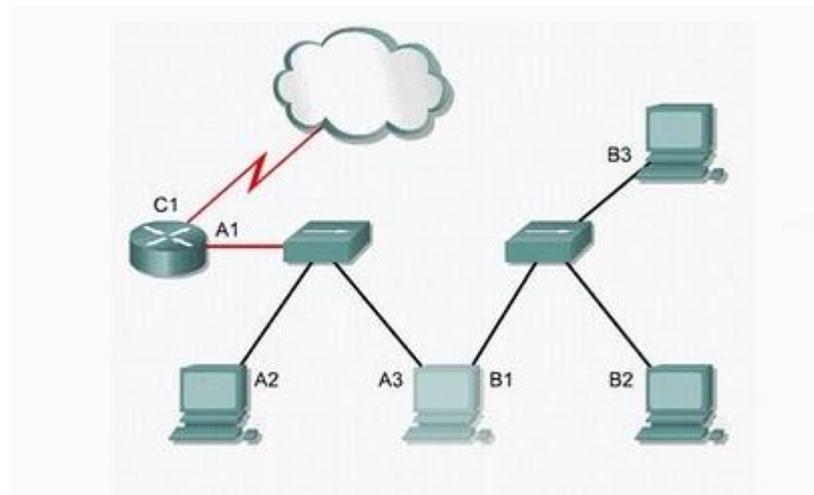
Este proceso se lleva a cabo dividiendo los datos de entrada en marcos (también

Llamados *tramas*) de datos (de unos cuantos cientos de bytes), transmite los marcos en forma secuencial, y procesa los marcos de estado que envía el nodo destino.

### 3.3.3 Capa de red.

En este nivel se realiza el direccionamiento lógico, y la determinación de la ruta de los datos hasta su receptor final. Los dispositivos que realizan tal tarea se llaman router.

**Figura 14.** Capa de red.



**Fuente:** <http://construiryadministrarredcb7716antonia.blogspot.com.co/2011/05/modelo-osi-y-sus-siete-capas.html>

### 3.3.4 Capa de transporte.

La capa de transporte es la encargada de la transferencia libre de errores, de los datos entre el emisor y el receptor, aunque no estén directamente conectados.

En la capa de transporte del modelo OSI se encuentran dos protocolos los cuales son:

### 3.3.4.1 Protocolo UDP.

Protocolo de uso de datagrama permite el envío de datagrama a través de la red sin que se haya establecido una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera.

Generalmente usado en la transmisión de video y voz a través de una red.

### 3.3.4.2 Protocolo tcp

Este protocolo de control de transmisión posibilita el envío de datos que vienen del nivel más bajo de la capas del modelo OSI.

TCP es también un protocolo orientado a conexión, es decir, permite que dos máquinas que están conectadas controlen el estado de la transmisión.

**Tabla 2.** Cuadro comparativo de los protocolos de comunicación de transporte.

UDP	TCP
Servicio sin conexión; no se establece una sesión entre los hosts.	Servicio orientado a la conexión; se establece una sesión entre los hosts.
UDP no garantiza ni confirma la entrega, y no secuencia los datos.	TCP garantiza la entrega mediante el uso de confirmaciones y la entrega secuenciada de datos.
Los programas que utilizan UDP son responsables de proporcionar la confiabilidad necesaria para el transporte de datos.	Los programas que utilizan TCP proporcionan la seguridad del transporte de datos confiable.
UDP es rápido, tiene requisitos de carga pequeños y puede admitir la comunicación punto a punto y de un punto a varios puntos.	TCP es más lento, tiene requisitos de carga mayores y sólo admite la comunicación punto a punto

**Fuente:** <http://construiryadministrarredcb7716antonia.blogspot.com.co/2011/05/modelo-osi-y-sus-siete-capas.html>

### 3.3.5 Capa de sesión.

El objetivo de la capa de sesión es establecer que los usuarios de diferentes maquinas puedan establecer sesiones entre ellos, una sesión podría permitir al usuario acceder a un sistema de tiempo compartido a distancia, al igual que transferirlo.

La capa de sesión coordina las aplicaciones mientras interactúan en dos host que se comunican entre sí.

### **3.3.6 Capa de presentación.**

Es la capa que se encarga de representación de la información, es decir que el lenguaje sea entendido tanto por el emisor como por el receptor dentro de la red.

#### **3.3.6.1 Algunos protocolos de la capa de presentación son.**

- ASN.1: forma normalizada de representar datos.
- MIME: se usa para transportar los archivos adjuntos en protocolos
- Como HTTP o SMTP.

### **3.3.7 Capa de aplicación.**

La capa de aplicación es la que proporciona la interfaz entre las aplicaciones que usamos, para comunicarnos y la red subyacente en la cual se transmiten los mensajes.

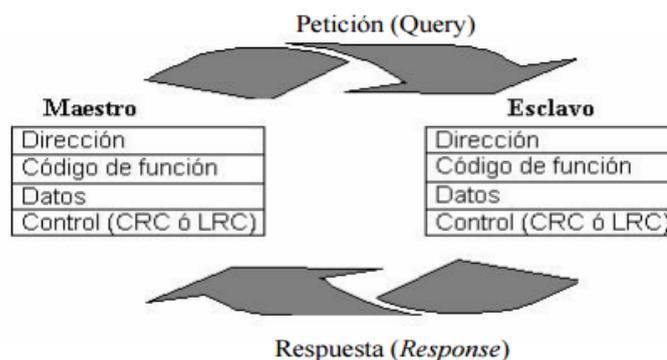
Las aplicaciones son los programas de software que utiliza la gente para comunicarse a través de la red. Algunas aplicaciones de usuario final son reconocidas por la red, lo cual significa que implementan los protocolos de la capa de aplicación y pueden comunicarse directamente con las capas inferiores del stack de protocolos.

## **3.4 Tramas de modbus.**

El modo de transmisión es la estructura de las unidades de información contenidas en un mensaje, el protocolo modbus utiliza dos modos de transmisión: ASCII (american standard code for information interchange) y RTU (remote terminal unit).

En una red de dispositivos conectados mediante el protocolo modbus, no se pueden tener equipos utilizando diferentes modos de trasmisión.

**Figura 15.** Ciclo de pregunta-respuesta.



**Fuente:** <http://www.ni.com/white-paper/52134/es/>

Este intercambio de mensajes se logra mediante tramas, se observa que la estructura de la trama enviada por el maestro al esclavo es similar, al esclavo enviada al maestro.

Estas tramas deben contener por lo menos siguientes campos: dirección, código de función, datos y chequeos de errores.

### 3.5 Controlador Deep sea 7320.

El controlador del motor generador cuenta con salidas rs485, el cual soporta el protocolo MODBUS RTU, este puerto se utiliza para la conexión de cable punto a punto de más de un dispositivo(máximo 32 dispositivos) y permite la conexión a computadores, PLC y sistemas de gestión y adquisición de datos.

**Figura 16.** Control electrónico Deep sea 7320.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

Además el puerto de comunicación serial RS485 cuenta con las siguientes características técnicas, para realizar una comunicación estable entre el centro de monitoreo y el grupo electrógeno.

### **3.5.1 Características del puerto RS485.**

- \* Puerto aislado.
- \* Conexión de datos dos hilos + común.
- \* Comunicación half dúplex.
- \* Control de dirección de datos (mediante protocolo s/w).
- \* Máxima velocidad de comunicación 19200kbs.
- \* Resistencia externa requerida (120Ω).

- \* Protección en tarjeta.
- \* Distancia de comunicación por cable 1.2 km.

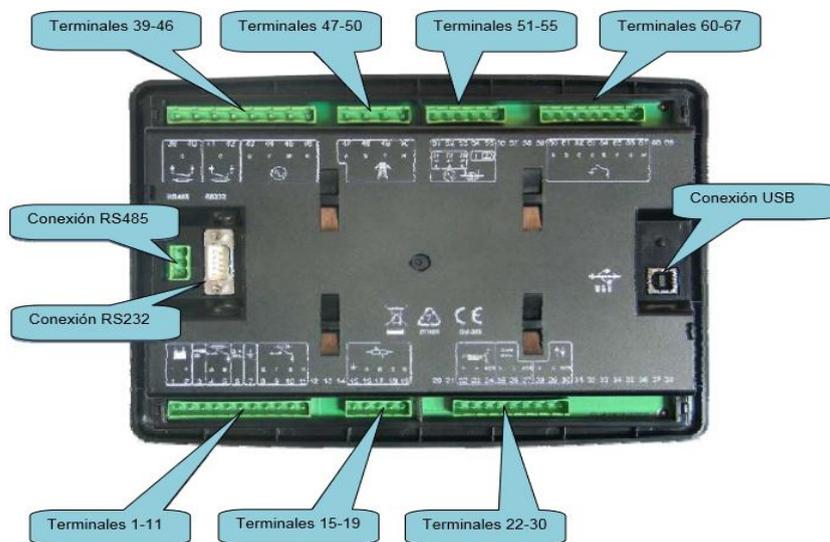
### 3.5.2 Características del puerto RS232.

- \* Puerto no aislado
- \* Máxima velocidad de comunicación 15 kbs.
- \* Conector macho de 9 vías.
- \* Distancia de comunicación por cable 6m.

### 3.5.3 Características del puerto USB.

- \* Alcance máximo por cable 6m.
- \* Dispone de cuatro líneas un par para datos, y otro par de alimentación.

**Figura 17.** Conexión detallada del controlador Deep sea 7320.



**Fuente:** (manual del control Deep Sea 7320, 2009).

A continuación se explicara cada conexión del controlador en la siguiente tabla.

Tabla 3 Data chip de los bornes de conexión del controlador Deep Sea 7320.

Numero de PIN	Descripción	Diámetro cable	de	Notas

1	Conexión de batería(negativo)	AWG 13	
2	Conexión de batería(positivo)	AWG 13	Conexión con fusible de 15amperios
3	Paro de emergencia	AWG 13	Conexión con fusible de 20 amperios
4	Relevador de salida A (combustible)	AWG 13	Conectado al borne positivo de la batería
5	Relevador de salida B (arranque)	AWG 13	Conectado al borne positivo de la batería
6	Falla de carga	AWG 13	No conectar al borne negativo de la batería
7	Tierra funcional	AWG 13	Conectar a punto de tierra
8	Salida de relevador E	AWG 18	Conectado al borne positivo de la batería
9	Salida de relevador F	AWG 18	Conectado al borne positivo de la batería
10	Salida de relevador G	AWG 18	Conectado al borne positivo de la batería
11	Salida de relevador H	AWG 18	Conectado al borne positivo de la batería
15	Retorno común de sensores	AWG 20	Alimentación de retorno para los sensores
16	Entrada de presión de aceite	AWG 20	Conectar al sensor de aceite
17	Entrada de temperatura de	AWG 20	Conectar al sensor de

	refrigerante		temperatura
18	Entrada de nivel de combustible	AWG 20	Conectar al sensor de combustible
19	Sensor flexible	AWG 20	Conectar al sensor adicional
22	Positivo del pickup magnético	AWG 20	Conectar al pickup magnético
23	Negativo del pickup magnético	AWG 20	Conectar al pickup magnético
24	Malla del pickup magnético	Blindaje	Conectar un extremo a tierra
28	+	AWG 20	Utilice cable de 120Ω RS485 aprobado
29	-	AWG 20	Utilice cable de 120Ω RS485 aprobado
30	Malla	AWG 20	Utilice cable de 120Ω RS485 aprobado
39	Relevador de salida C	AWG 18	Se configura para el control de la bobina del contactor de red
40	Relevador de salida C	AWG 18	Se configura para el control de la bobina del contactor de red
41	Relevador de salida D	AWG 18	Se configura para el control de la bobina del contactor del generador
42	Relevador de salida D	AWG 18	Se configura para el control de la bobina del contactor del generador

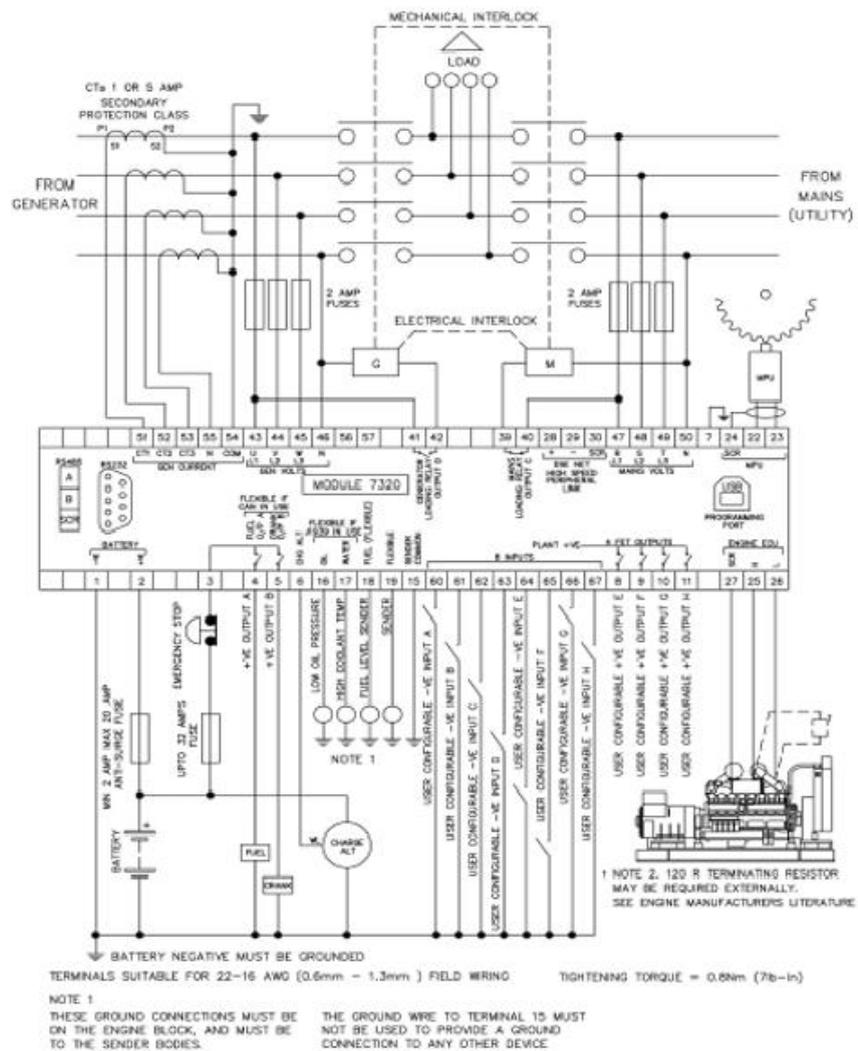
43	Entrada de monitoreo de voltaje de generador L1(U)	AWG 18	Conectar a L1 del generador
44	Entrada de monitoreo de voltaje de generador L2(V)	AWG 18	Conectar a L2 del generador
45	Entrada de monitoreo de voltaje de generador L3(W)	AWG 18	Conectar a L3 del generador
46	Entrada de monitoreo de voltaje de generador (N)	AWG 18	Conectar a neutro del generador
47	Monitoreo de voltaje de red L1(R)	AWG 18	Conectar al suministro de red L1(R)
48	Monitoreo de voltaje de red L2(S)	AWG 18	Conectar al suministro de red L2(S)
49	Monitoreo de voltaje de red L3(T)	AWG 18	Conectar al suministro de red L3(T)
50	Monitoreo de voltaje de red (N)	AWG 18	Conectar al suministro de red (N)
51	Secundario para TC para L1 del generador	AWG 13	Conectar a secundario S1 de TC de monitoreo e L1
52	Secundario para TC para L2 del generador	AWG 13	Conectar a secundario S1 de TC de monitoreo e L2
53	Secundario para TC para L3 del generador	AWG 13	Conectar a secundario S1 de TC de monitoreo e L3

54	No conectar		
55	Común para transformadores de corriente conectados a L1,L2,L3 (S2)	AWG 13	
60	Entrada digital configurable A	AWG 20	Requiere un contacto negativo
61	Entrada digital configurable B	AWG 20	Requiere un contacto negativo
62	Entrada digital configurable C	AWG 20	Requiere un contacto negativo
63	Entrada digital configurable D	AWG 20	Requiere un contacto negativo
64	Entrada digital configurable E	AWG 20	Requiere un contacto negativo
65	Entrada digital configurable F	AWG 20	Requiere un contacto negativo
66	Entrada digital configurable G	AWG 20	Requiere un contacto negativo
67	Entrada digital configurable G	AWG 20	Requiere un contacto negativo
Puerto USB	Puerto para conexión a un pc	AWG 20	Este un conector USB estándar tipo A o tipo B
Puerto RS485	Tipo de cable recomendado belden 9841		
Puerto RS232		Conexión vía puerto RS232	
1	Detección de portadora(trasmisión de		

	datos)
2	Recibir datos
3	Trasmitir datos
4	Terminal de datos lista
5	Señal de tierra
6	Ajuste de datos listo
7	Solicitud para transmitir
8	Listo para enviar
9	Indicador de llamada(solo modem)

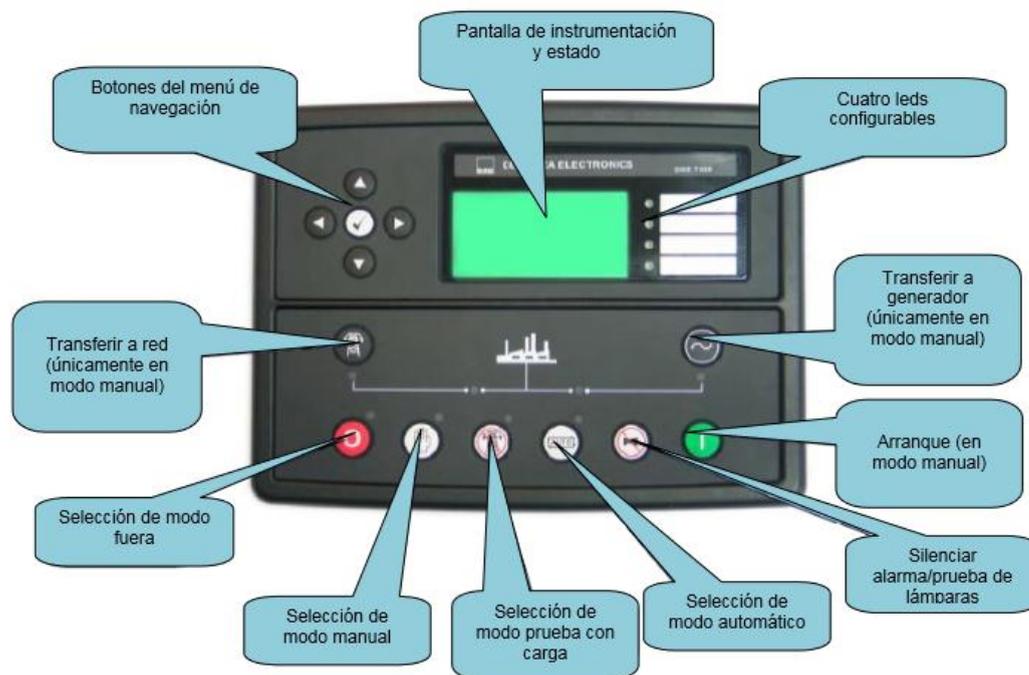
**Fuente:** (manual del control Deep Sea 7320, 2009).

**Figura 18** diagrama de control de arranque automático.



Fuente: (Manual del control Deep Sea 7320, 2009)

Figura 19. Guía de manejo del controlador Deep sea.



**Fuente:** (Manual del control Deep Sea, 2009).

En la siguiente tabla se explicara la función de cada botón del controlador del grupo electrógeno.

**Tabla 4.** Explicación de botones del controlador.

<p><b>Detener/restablecer.</b></p> <p>Este botón coloca el modulo en modo detener/restablecer, este borra cualquier alarma que se haya presentado, para la cual los criterios de activación deben ser eliminados.</p>	
<p><b>Manual.</b></p> <p>Este modo permite al control manual de la funciones del generador. Una vez está en modo manual el modulo responde al botón de arranque.</p>	
<p><b>Automático.</b></p> <p>Este botón coloca al módulo en modo automático, el cual permite controlar automáticamente la función del generador.</p> <p>El modulo monitorea la entrada de arranque remoto y el</p>	

estado de suministro de red comercial.	
<p><b>Prueba.</b></p> <p>Este botón permite una prueba con carga en el generador. Una vez en modo de prueba el modulo responderá al botón de arranque, el motor arranca y el generador toma carga.</p>	
<p><b>Arranque.</b></p> <p>Este botón se activa en modo manual o detener, al presionar este botón en modo manual o modo prueba el motor arranca y opera en vacío o con carga según el modo en el que este.</p>	
<p><b>Silenciar alarma o prueba de lámparas.</b></p> <p>Este botón silencia la alarma audible e ilumina todos los leds como una función de pruebas de lámparas.</p>	
<p><b>Transferir o generador.</b></p> <p>Permite al generador trasferir carga al generador (solo cuando se encuentra en modo manual)</p>	
<p><b>Trasferir a red.</b></p> <p>Permite al generador trasferir carga a la red (solo cuando se encuentra en modo manual)</p>	
<p><b>Menú de navegación.</b></p> <p>Usado para navegar por la instrumentación, registro de eventos y pantallas de configuración.</p>	

**Fuente:** (Manual del control Deep Sea 7320, 2009).

Vemos que el menú del controlador Deep sea 7320 es muy sencillo de manejar pero muy práctico, para controlar el grupo electrogeno.

### 3.6 Convertidor de modbus a bacnet.

El convertidor HD67671- A1- RS485 es el encargado de establecer la comunicación entre en control del equipo electrógeno y el centro de monitoreo, cabe resaltar que se debe hacer configuraciones en el convertidor para poder monitorear el controlador del equipo los cuales son objetos de investigación que se mencionaran posteriormente.

**Figura 20** Convertidor HD67671- A1- RS485



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

Este convertidor maneja velocidades de datos seriales hasta 115200 kbs, datos bacnet base 10/100 con detección automática, conector bacnet RJ45 y trabaja a temperaturas desde -40° C hasta 85° C.

# Capítulo 4

## **FUENTES DE FINANCIACIÓN**

Para el desarrollo de este proyecto la fuente de financiación principal fue el departamento de mantenimiento técnico de los equipos del aeropuerto Palo Negro.

La empresa GENSETPRO me permitió poder trabajar con ellos para ejecutar este proyecto el cual fue un éxito, por este motivo se logró implementar pues como estudiante no me permitían la implementación del sistema de monitoreo en el aeropuerto de Palo negro ubicado en la ciudad de Bucaramanga departamento de Santander.

## **INFLUENCIA AMBIENTAL DEL TRABAJO**

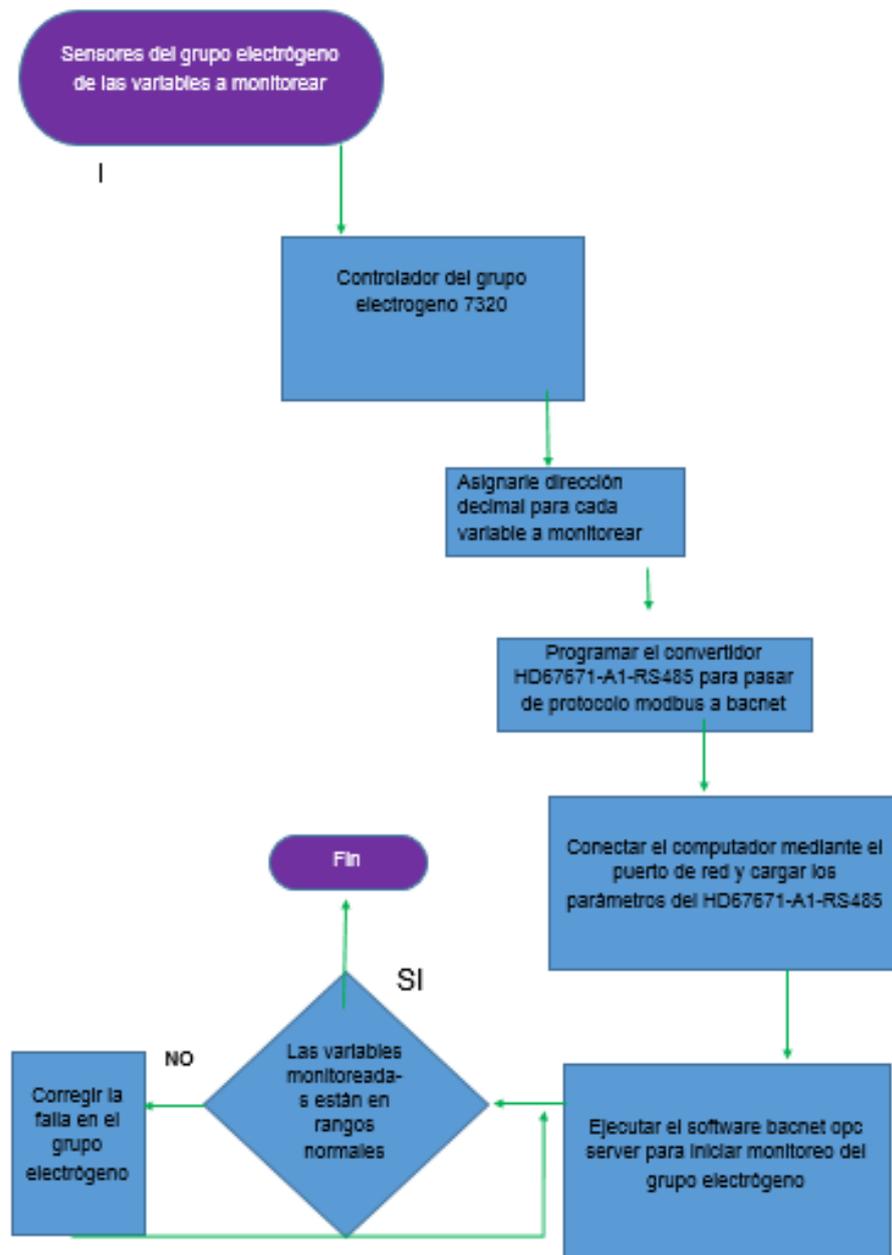
Uno de los principales motivos por el cual se planteó trabajar sobre este proyecto, es debido al gran impacto ambiental, pues ya no será necesario las visitas técnicas a los sitios donde se encuentran ubicado el grupo electrógeno, ya que el sistema de monitoreo permitirá reducir el tiempo de respuesta entre fallas.

El motor diésel consume menos combustible que los de gasolina, pero causan cuatro veces más contaminación atmosférica que el resto, pues emiten niveles muy superiores de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y partículas en suspensión, dos de los principales contaminantes del aire. Pues sin un monitoreo del equipo, el personal de mantenimiento tiene que encender la maquina por mínimo 2 horas en vacío para realizar pruebas del equipo y asegurarse que esté funcionando correctamente. Con el sistema de monitoreo se verán reducidas estas emanaciones de gases contaminantes, puesto que no será necesario realizar pruebas en vacío por tan largo tiempo del grupo electrogeno.

## RESULTADOS

### 4.1

Figura 21. Diagrama de flujo del sistema de telemetría del grupo electrógeno.



Fuente: (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

## 4.2 Configuración de software DSE Configuration Suite.

Se trata del software que permite modificar la configuración del controlador Deep Sea 7320, en nuestro caso en particular.

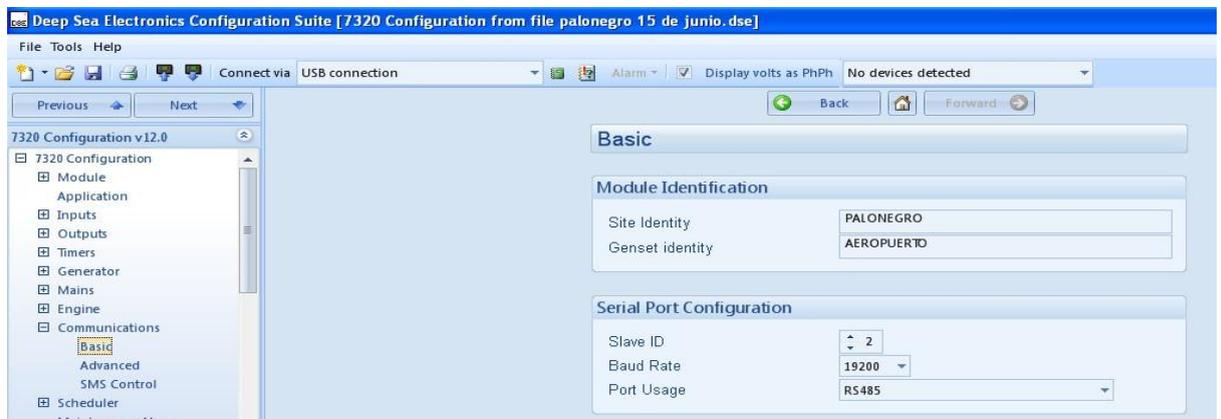
**Figura 22.** Vista general del software.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

Es necesario configurar en la pestaña de comunicaciones -Basic los parámetros necesarios para la comunicación Modbus rtu esclavo, a través del puerto USB.

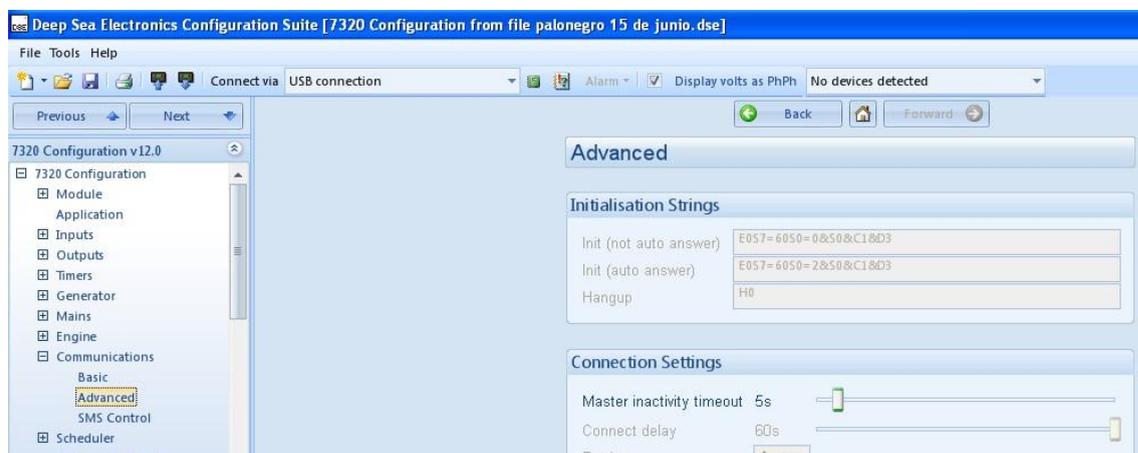
**Figura 23.** Configuración de módulo de identificación.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

En la sección de Communications-Advanced se debe configurar el tiempo de inactividad del maestro.

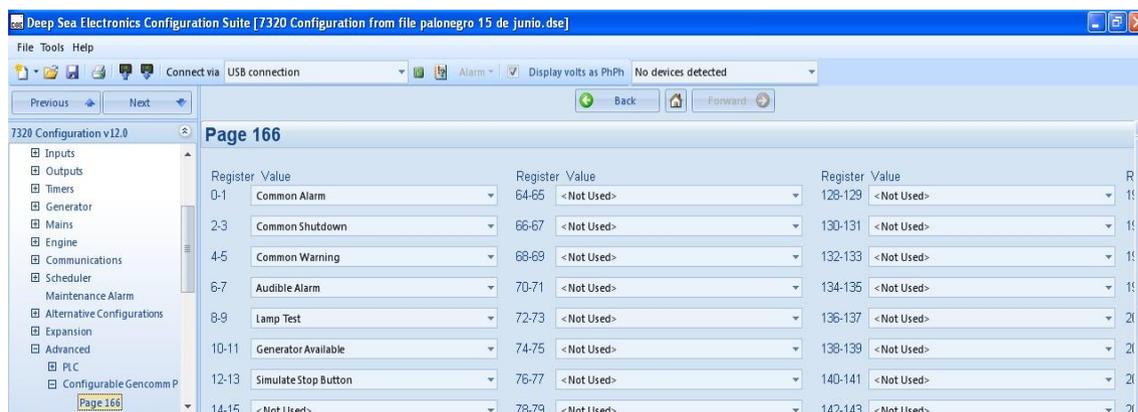
**Figura 24.** Tiempo de inactividad del maestro.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

En la sección configurable Gencomm pages, es posible configurar cada una de las variables a leer del dispositivo Deep sea 7320, a través del protocolo de comunicación Modbus Rtu Slave.

**Figura 25.** Configuración de las variables del controlador 7320.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

#### **4.9 Descripción de Gencomm.**

Protocolo Común (diseñado por DSE) para el generador de la comunicación, utilizado por los controladores DSE desde mediados de 1990. Cubierto por GENCOMM.doc. Protocolo amplió para controladores de la serie DSE7000 y DSE8000. Otras funciones incluidas en los documentos de adición. Estos controladores también son compatibles con las funciones contempladas en GENCOMM.doc. Documentos de protocolo están disponibles a petición de support@deepseapl.com y especificando el número de serie de su controlador.

Modbus es un maestro - protocolo esclavo. El sistema maestro consulta datos desde el esclavo. El controlador DSE es el dispositivo esclavo que responde a la pregunta del maestro. Una consulta puede solicitar información como voltaje de generador o puede ser una petición para que el controlador realice algo como poner en marcha el generador. Una respuesta no válida puede indicar que el módulo está demasiado ocupado para responder o que la dirección solicitada no está soportada por el controlador. Una respuesta válida será o bien la información solicitada, la confirmación de que una tarea se ha producido o puede ser un valor centinela que indica algún tipo de error de medición, tales como un fallo del sensor, o un valor fuera de rango.

Para utilizar GENCOMM tendrá que estar familiarizado con los siguientes principios, además de estos artículos que son compatibles con su Sistema maestro Modbus: protocolo Modbus Half dúplex, dos líneas de transmisión de cable de par trenzado Conversión hexadecimal y decimal Conversión binaria y análisis poco Firmado y sin signo de numeración 16 bits y 32 bits de numeración.

DECIMAL, binario y hexadecimal Utilizando Modbus requiere la utilización de no menos de tres bases numéricas. Base 2 (binario), Base 10 (decimal) y la base 16 (hexadecimal) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 A B C D E F

Creación de una consulta MODBUS NO trate de escribir su propio controlador de protocolo Modbus. Es un protocolo estándar, que se utiliza ampliamente en la industria de los controles. Existen bibliotecas para muchos lenguajes de PC y dispositivos maestros Modbus.

#### **4.10**

**CONSULTA MODBUS  
TÍPICO**

**0A 03 04 00 00 02 xx  
xx**

**MODBUS TÍPICO respuesta no válida**

**0A 83 02 xx  
xx**

0A - Dirección del esclavo del módulo que se está consultando. 83-128 + código de función Modbus. Código de excepción - 02: 1 = código de función ilegal, 2 = Dirección de datos ilegal, 6 = dispositivo esclavo ocupado. xxxx - suma de comprobación de Modbus.

**4.11 Modbus típico de respuesta normal.**

0A - Dirección del esclavo del módulo que se está consultando.

03. Código de función Modbus.

0006 - El número de bytes en el paquete (2 x número de registros, ya que hay dos bytes de 8 bits en cada registro de 16 bits).

007F - primer instrumento que se lee (en este caso la presión de aceite 127 kPa.).

0352 - Segundo instrumento leerá (En este caso la temperatura del refrigerante 85 ° C).

FFFF - Tercer instrumento leerá (FFFF = sin aplicarse en este controlador).

16 bits o 32 bits registros? Los datos digitales se almacenan en binario.

Modbus utiliza registros de 16 bits. Un número de 16 bits tiene 16 dígitos binarios.

**Tabla 6.** Datos binarios de 16 bits.

Binary	Hexadecimal	Decimal
1111111111111111	FFFF	65535

**Fuente:** Manual DSE puerto serial RS232/RS485 y Ethernet

Si queremos almacenar un número mayor que esto, tenemos que usar dos o más registros para contener los datos 16 bits o 32 bits registros? El uso de dos registros nos da 32 bits:

**Tabla 7.** Datos binarios de 32 bits.

Binary	Hexadecimal	Decimal
1111111111111111	FFFF FFFF	4294967295

**Fuente:** Manual DSE puerto serial RS232/RS485 y Ethernet.

El byte más significativo (MSB) es el primer registro. El byte menos significativo (LSB) es el segundo registro. El valor es ((Registro1 \* 65535) + Registro 2) debe asegurarse de que su programa de master de Modbus puede manejar números de 32 bits, 32 bits es lo suficientemente grande para manejar las mediciones para grupos electrógenos.

**Con signo y sin signo.** Muchas mediciones pueden dar resultados negativos, así como positivo. Un ejemplo de esto es kW, que puede ser de o a la fuente de suministro. Los valores que pueden ser negativos se almacenan en un tipo especial de registro, llamado un registro firmado. El bit más significativo (MSB) del número binario es el bit de signo. Si este bit se establece (1), entonces los bits restantes representan un número negativo. Como un bit se dedica a la señal, el registro tiene un valor máximo inferior.

**Tabla 8.** Dato binario no firmado.

UNSIGNED 8 bit byte	Decimal Value
1 1 1 1 1 1 1 1	255
0 1 1 1 1 1 1 1	128

**Fuente:** Manual DSE puerto serial RS232/RS485 y Ethernet

**Tabla 9.** Dato binario firmado.

SIGNED 8 bit byte	Decimal Value
1 1 1 1 1 1 1 1	-127
0 1 1 1 1 1 1 1	128

**Fuente:** Manual DSE puerto serial RS232/RS485 y Ethernet

**Tabla 10. Valores Sentinel de 16 bits.**

Size of register	Sentinel values	Notes
16 bit unsigned, any scale	0xFFFF	Unimplemented
	0xFFFE	Over measurable range
	0xFFFD	Under measurable range
	0xFFFC	Transducer fault
	0xFFFB	Bad data
	0xFFFA	High digital input
	0xFFF9	Low digital input
	0xFFF8	Reserved
16 bit signed, any scale	0x7FFF	Unimplemented
	0x7FFE	Over measurable range
	0x7FFD	Under measurable range
	0x7FFC	Transducer fault
	0x7FFB	Bad data
	0x7FFA	High digital input

	0x7FF9	Low digital input
	0x7FF8	Reserved

**Fuente:** Manual DSE puerto serial RS232/RS485 y Ethernet

#### 4.12 Valores centinela.

Se utilizan para indicar que hay algo especial en el instrumento que se está leyendo. Por ejemplo, puede ser en una condición de fallo o puede ser un conmutador digital, que representa el estado del instrumento es decir (presión de aceite).

#### 4.13 Números de puntos flotantes.

Muchas medidas requieren números de punto flotante para darnos la precisión de la variable. Por ejemplo voltios de la batería es un número de punto flotante. Se almacena como un valor entero multiplicando el valor por 10 antes de guardarla en un registro Modbus.

**Tabla 11.** Voltaje de la batería

Value stored as	Scale factor	Actual measurement
126	10	12.6

**Fuente:** Manual DSE puerto serial RS232/RS485 y Ethernet

El programa de master de Modbus debe dividir este número por el factor de escala cuando se recibe desde el controlador de DSE.

#### 4.14 Paginas.

En la notación hexadecimal, una página de memoria es 256 (FF Hex) registros largo. Por ejemplo: 0000 - 00FF = Página 0 0100 - 01FF = Page 1 0200 - 02FF = Page 2 0300 - 03FF= Page 3 etc.

#### 4.15 Direcciones decimal.

A medida que cada "página" es de 256 registros de tiempo que es un asunto sencillo para calcular la dirección decimal de cada página. Decimal Dirección = número de página x 256. Por ejemplo: Page 3 es la dirección decimal (3 x 256) = 768

A modo de ejemplo, la batería voltios está contenida en Modbus Página 4, registro de origen 5.

**Tabla 12.** Dirección decimal de voltaje de batería.

Register offset	Name	Minimum value	Maximum value	Scaling factor	Units	Bits/ sign
0	Oil pressure	0	10000	1	Kpa	16
1	Coolant temperature	-50	200	1	Degrees C	16 S
2	Oil temperature	-50	200	1	Degrees C	16 S
3	Fuel level	0	130	1	%	16
4	Charge altemator voltage	0	40	0.1	V	16
5	Engine Battery voltage	0	40	0.1	V	16

**Fuente:** Manual DSE puerto serial RS232/RS485 y Ethernet

Así que la dirección decimal es  $(4 \times 256) + 5 = 1029$

### Direcciones decimales.

Algunos 'maestros Modbus' requieren que agregar "1" a la dirección. Este "1" adicional se restará antes de enviar la solicitud al módulo DSE. Así que la dirección decimal se escribe como  $(4 \times 256) + 5 + 1 = 1030$  Cuando se desea que el valor de la dirección 1029

### 4.16 Direcciones Gencomm.

El módulo DSE tiene una gran cantidad de información accesible a través de Gencomm. Utiliza el rango de direcciones Modbus llena de 0000 - FFFF (hexadecimal) 0 - 65535 (decimal) Así que hay que asegurarse de que su maestro Modbus apoya plena 32 bit de direccionamiento para cubrir el rango de registros en el módulo DSE.

### 4.17 Perfeccionamiento.

Formación complementaria en DSE Gencomm se puede obtener de las siguientes presentaciones y documentos 056-045 PLC como controlador demanda de carga 056-051.

Teclas de control Gencomm 056-080 Modbus presentaciones de capacitación 056-076. Gencomm alarmas 056-079 Gencomm Estado.

#### 4.18 Estado de Gencomm.

Dependiendo del tipo de información de estado requerida, un número de métodos están disponibles para leer los datos desde el controlador del DSE.

#### 4.19 El modo operativo.

Modbus Página 3, Registro Offset 4 contiene el modo de funcionamiento del módulo.

**Tabla 13.** Modo de control.

##### Control modes

Mode	Description
0	Stop mode
1	Auto mode
2	Manual mode
3	Test on load mode
4	Auto with manual restore mode/Prohibit Return
5	User configuration mode
6	Test offload mode
7	Off Mode
8-65534	Reserved
65535	Unimplemented

**Fuente:** Manual DSE puerto serial RS232/RS485 y Ethernet

#### 4.20 Estado del motor / generador.

Muchos instrumentos están disponibles para leer en los Registros Gencomm.

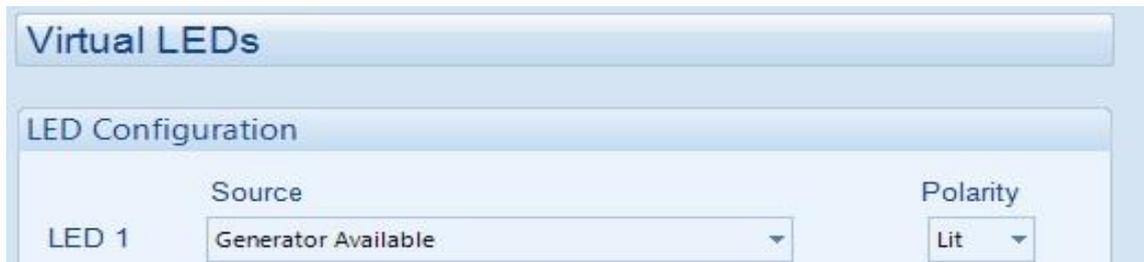
Estos registros nos indican el estado exacto del motor / generador. Sin embargo a veces una aplicación requiere conocer un elemento de estado 'visión general'. Por ejemplo, "Generador Disponible" es a menudo necesario.

Esta es una visión general de la situación de una serie de parámetros en el controlador. Un LED virtual controlador, salida digital o configurable "Gencomm Registro" se pueden configurar para proporcionar este elemento de estado, que sí pueden ser monitoreados utilizando Gencomm.

#### 4.21 Led virtual.

Un LED virtual puede ser considerado igual que un módulo de led o salida digital que no tiene forma física para manifestarse. La única manera de probar que es estado mediante el uso de Gencomm. Ejemplo configure LED virtual 1 para mostrar generador disponible.

**Figura 26.** Configuración de LED virtual del controlador DSE.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

**Tabla 14.** Estado de la salida virtual.

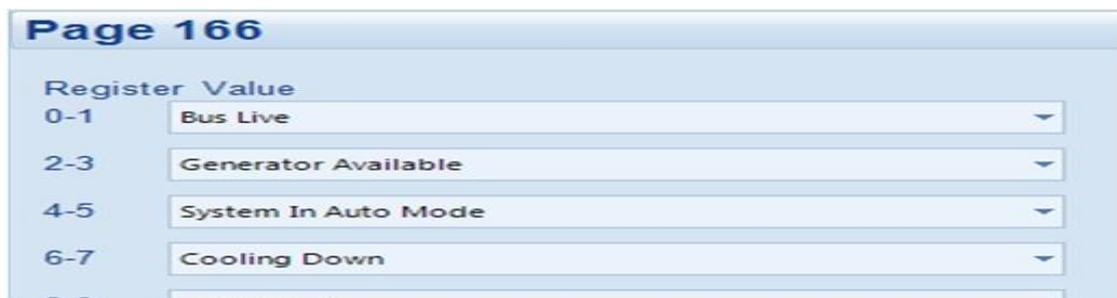
Register offset	Name	Minimum value	Maximum value	Scaling factor	Units	Bits/ sign	Read/write
0	Virtual output 1 status	0	1			16	Read only
1	Virtual output 2 status	0	1			16	Read only
2	Virtual output 3 status	0	1			16	Read only
3	Virtual output 4 status	0	1			16	Read only
4	Virtual output 5 status	0	1			16	Read only
5	Virtual output 6 status	0	1			16	Read only
6	Virtual output 7 status	0	1			16	Read only
7	Virtual output 8 status	0	1			16	Read only
8	Virtual output 9 status	0	1			16	Read only
9	Virtual output 10 status	0	1			16	Read only
10	Virtual output 11 status	0	1			16	Read only
11	Virtual output 12 status	0	1			16	Read only
12	Virtual output 13 status	0	1			16	Read only
13	Virtual output 14 status	0	1			16	Read only
14	Virtual output 15 status	0	1			16	Read only
15	Virtual output 16 status	0	1			16	Read only
16	Virtual output 17 status	0	1			16	Read only
17	Virtual output 18 status	0	1			16	Read only
18	Virtual output 19 status	0	1			16	Read only
19	Virtual output 20 status	0	1			16	Read only
20-255	Reserved						

**Fuente:** Manual DSE puerto serial RS232/RS485 y Ethernet

#### 4.22 Estado del motor/ generador Gencomm.

Configurable Páginas Gencomm se utilizan para dar un medio flexible para proporcionar un conjunto contiguo de registros que se pueden leer fácilmente en una sola operación.

**Figura 27.** Registro Gencomm.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

Configurable dependiendo del tipo de módulo, un máximo de cuatro páginas Modbus Configurable Gencomm están disponibles.

**Tabla 15.** Registro modbus definido.

Modbus Page	Hex Address	Decimal Address
166	A600	42496
167	A700	42752
168	A800	43008
169	A900	43264

**Fuente:** Manual DSE puerto serial RS232/RS485 y Ethernet

#### **4.22.1 Nota:**

\* La matriz de registro se divide en 256 páginas cada uno que contienen hasta 256 registros, la dirección del registro real se obtiene a partir de la fórmula:  $\text{register\_address} = \text{page number} * 256 + \text{register\_offset}$ .

\* Todas las partes no utilizadas de las páginas 0-127 se definen como reservado para la expansión de esta norma, cualquier intento de acceder a ellos darán lugar a una respuesta de excepción con código de excepción prolongada 12 (registro Reservado).

\* Páginas 128-255 están disponibles para aplicaciones específicas del fabricante, como la configuración de los equipos de control, estos no son definidos por esta norma.

\* Cualquier dispositivo que requiere registros en las páginas 128 a 255 para ser implementadas con el fin de realizar una tarea que puede ser realizada por los registros definidos en esta norma se considera que no cumple con esta norma.

\* Este documento se refiere siempre a registrar direcciones que comienzan en cero como se define en el protocolo Modbus. Registrar los números, que comienzan en 1, no se utilizan en este documento con el fin de evitar confusiones.

\* Las páginas de instrumentación adicionales están por definir.

\* S. M. significa máquina de estados.

\* Una letra S en la columna de bits / signo indica un valor con signo usando aritmética de complemento a dos, todos los demás están sin firmar.

\* Un número doble en la columna de bits / signo indica un bit dentro de un registro de un tamaño específico por ejemplo, 16/16 es el bit más significativo y 1/ 16 es el bit menos significativo de un registro de 16 bits.

\* Los bits dentro de los registros están numerados del 1 No 0 para evitar la confusión que se produciría si el bit decimosexto de un registro de 16 bits se marcaron15/16.

\* Para un tipo entero registran el contenido del registro deben ser multiplicados por el factor de escala para obtener el valor real.

\* Para un registro de tipo bandera (1 bit) columna el valor mínimo indica el significado si la bandera es 0, la columna indica el máximo sentido si el indicador es 1.

\* Para un tipo entero registrar el mínimo y máximo de columnas de valores indican los valores máximo y mínimo y después de multiplicar por el factor de escala.

\* Cualquier software que lee un registro de tipo entero debe ser capaz de procesar y mostrar correctamente todo el rango especificado en las columnas de valores máximos y mínimos.

\* Valores de 32 bits se almacenan con los bits más significativos del registro con la dirección más baja.

\* Cuando dos caracteres ASCII se almacenan en un solo registrar el primer carácter está en los bits más significativos.

\* El primer registro de un número de 32 bits siempre se alinea en una dirección aun para el beneficio de unos 32 CPUs bits.'

**Tabla 16.** Direcciones modbus.

ePage number	Description	Read/write
0	Communications status information	Read only
1	Communications Configuration	Read/write and write only
2	Modem Configuration	Read/write
3	Generating set status information	Read only
4	Basic instrumentation	Read only
5	Extended instrumentation	Read only
6	Derived Instrumentation	Read only
7	Accumulated Instrumentation	Read/write
8	Alarm conditions	Read only
9	Total Harmonic Distortion information	Read only
10	Reserved	
11	Diagnostic – general	Read only
12	Diagnostic – digital inputs	Read only
13	Diagnostic – digital outputs	Read only and read write
14	Diagnostic – LEDs	Read only and read write
15	Diagnostic – Reserved	
16	Control registers	Read only and write Only
17	J1939 active diagnostic trouble codes in decoded format	Read only

18	J1939 active diagnostic trouble codes in raw format	Read only
19	Reserved	
20	Various strings	Read only
24	Identity strings	Read/write
26	State machine name strings	Read only
28	State machine state strings	Read only
29-31	Reserved	
32-95	Alarm strings (Old alarm system)	Read only
32-36	2131 Expansion module name strings	Read only
37-40	2133 Expansion module name strings	Read only
41-43	2152 Expansion module name strings	Read only
44-48	2131 Expansion module digital alarm strings	Read only
49-58	2131 Expansion module analogue alarm strings	Read only
59-66	2133 Expansion module analogue alarm strings	Read only
142	ECU Trouble Codes	Read only
143-149	ECU Trouble Code short description string	Read only
152	User calibration of expansion module analogue Inputs	Read/write
153	Unnamed alarm conditions	Read only
154	Named Alarm Conditions	Read only
156	Expansion module enable status	Read only
158	Expansion module communications status	Read only
160	Unnamed input function	Read only

166-169	User configurable pages	Read only
170	Unnamed input status	Read only
171	Unnamed input status continued	Read only
180	Unnamed output sources & polarities	Read only

181	Unnamed output sources & polarities continued	Read only
182	Virtual output sources & polarities	Read only
183	Configurable output sources & polarities	Read only
184	Analogue output sources, types and values	Read only
190	Unnamed output status	Read only
191	Virtual output status	Read only
192	Configurable output status	Read only
193	Remote control sources	Read/write
200-239	Unnamed alarm strings	Read only
240-246	Analogue Input Name Strings	Read only
250	Misc strings	Read only
251-255	Reserved	

**Fuente:** Manual DSE puerto serial RS232/RS485 y Ethernet

En nuestro caso en particular usamos las siguientes direcciones Modbus del dispositivo Deep Sea Plc 7320.

En esta tercera visita se cargan los datos a monitorear desde el centro de monitoreo, los cuales se muestran a continuación.

**Tabla 5.** Registro de datos a monitorear.

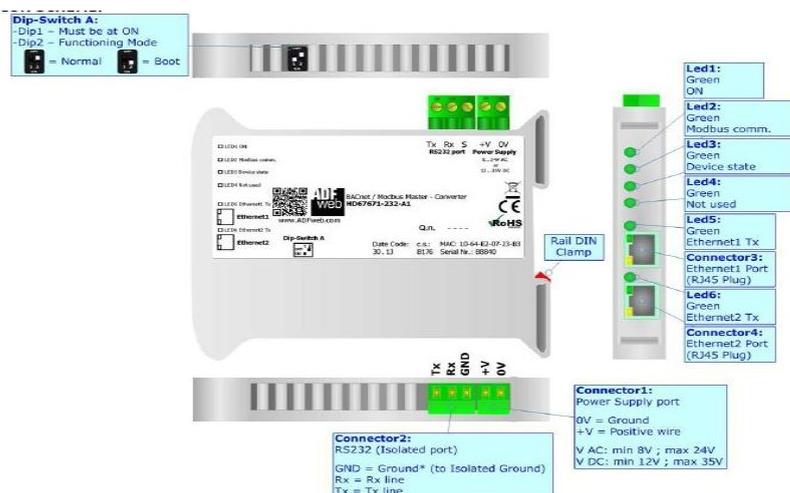
Variable	pagina	Registro Constante	registro off set	Dirección Modbus
parada emergencia	8	256	1	2049
voltaje de bateria	4	256	5	102
control modo	3	256	4	772
Falla de star	8	256	2	2050
sistema de control de	16	256	8	410
aceite presión	4	256	0	102
Temperatura motor	4	256	1	102
Velocidad del motor	4	256	6	103
Frecuencia generador	4	256	7	1031
horas del motor	5	256	131	141
alarma común	166	256	0	4249
shutdown common	166	256	3	4249
advertencia común	166	256	5	4250
alarma audible	166	256	7	4250
lampara test	166	256	9	4250
generador	166	256	11	4250

Fuente: (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

Posteriormente se explicara con fotografías y esquemas la configuración de comunicación entre el protocolo Modbus Rtu/BACnet.

Cada uno de los parámetros establecidos en estas ventanas de configuración fue vigilado y asesoradas por el departamento de soporte técnico de los fabricantes del dispositivo convertidor.

**Figura 28.** Esquema de conexión del convertidor.



**Fuente:** manual ADF web

#### 4.1.2 Características:

El convertidor BACnet /Modbus Master HD67671-485-A1 tiene las siguientes características:

- \* Hasta 2048 objetos BACnet (Read+Write).
- \* Triple aislamiento entre BACnet-fuente de poder, BACnet-Modbus, fuente de poder-Modbus.
- \* Información bidireccional entre el bus BACnet y el bus Modbus.
- \* Montable en riel Din.
- \* Amplia gama de entrada de la fuente de alimentación: 8...24V AC o

12...35V DC

- \* Amplia gama de temperatura: -40°C / 85°C [-40°F / +185°F].

## 4.2 Configuración.

Es necesario contar con el software Compositor SW67671 instalado en el PC, para configurar los siguientes parámetros:

- \* Definir los parámetros de la línea de BACnet.
- \* Definir los parámetros de la línea de MODBUS.
- \* Definir objetos BACnet que contienen los datos leídos de los esclavos MODBUS.
- \* Definir objetos BACnet que contienen los datos a enviar a los esclavos MODBUS.
- \* Actualizar el dispositivo.

## 4.3 Fuente de alimentación del dispositivo convertidor de Modbus a BACnet.

El dispositivo puede ser alimentado por 8v, 24v; 12v, 35v DC.

**Figura 29** Entrada de alimentación de voltaje al dispositivo.

VAC 		VDC 	
Vmin	Vmax	Vmin	Vmax
8V	24V	12V	35V

Consumption at 24V DC:

Device	Consumption [W/VA]
HD67671-232-A1	3.5
HD67671-485-A1	3.5

**Fuente:** manual del ADF web

**Figura 30.** Bornes de entrada de voltaje.



**Fuente:** manual del ADF web

#### 4.4 Modo de función.

El dispositivo tiene el modo de dos funciones dependiendo de la posición de la Dip2 del Dip-Switch A:

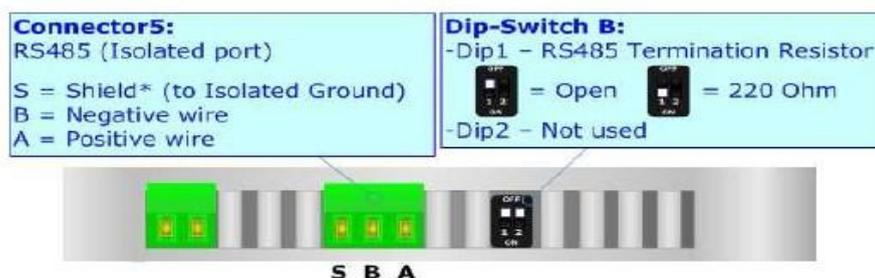
- \* El primero con Dip2 del Dip-Switch A en la posición "off", se utiliza para el funcionamiento normal del dispositivo.
- \* El segundo con Dip2 del Dip-Switch A en la posición "on", se utiliza para el cargar el proyecto y el firmware.

Dip 1 del "Dip-Switch A" debe estar en la posición "on" para trabajar incluso si no se inserta el cable Ethernet.

##### 4.4.1 Puerto RS485.

Para terminar la línea RS485 con una resistencia de 220Ω, es necesario poner en Dip1.

**Figura 31.** Posiciones de dip-switch



**Fuente:** manual del ADF web

Para lograr una buena comunicación la longitud máxima del cable, debe ser máxima de 1200 metros.

Códigos de algunos cables para este tipo de conexión:

\* Belden: p/n 8132 - 2x 28AWG stranded twisted pairs conductor + foil shield braid shield;

\* Belden p/n 82842 - 2x 24AWG stranded twisted pairs conductor + foil shield +braid shield;

\* Tasker: p/n C521 - 1x 24AWG twisted pair conductor + foil shield + braid shield;

\* Tasker: p/n C522 - 2x 24AWG twisted pairs conductor + foil shield + braid shield.

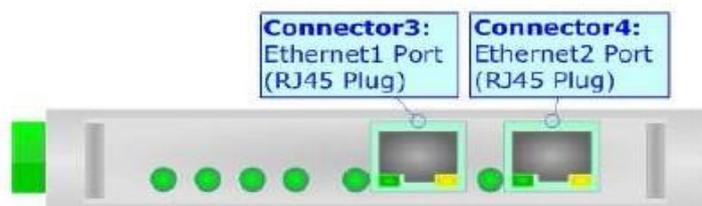
#### 4.5 Conexión bacnet.

La conexión BACnet se debe realizar con Connector3 y / o conector 4 de HD67671 -232- A1 o HD 67671-485-A1 con al menos un cable de categoría 5E.

La longitud máxima del cable no debe superar los 100 m. El cable tiene que ajustarse a las normas relativas a T568 conexiones en cat.5 hasta 100 Mbps.

Para conectar el dispositivo a un concentrador / conmutador se recomienda el uso de un cable de conexión directa para conectar el dispositivo a un PC / Se recomienda PLC / otros el uso de un cable cruzado.

**Figura 32.** puertos RJ45 del convertidor.



**Fuente:** manual de ADF web

#### 4.6 Compositor ADF WEB.

- \* Abrir el software "Compositor SW67671" de inicio, programas, ADF web.
- \* Crear un nuevo proyecto pulsando el icono "nuevo proyecto" y darle un nombre.

#### 4.7 Actualización del dispositivo.

Al pulsar el botón "Actualizar dispositivo" es posible cargar la configuración creada en el dispositivo; y también el Firmware, si es necesario.

Si no conoce la dirección IP (protocolo de internet) real del dispositivo, realizaremos los siguientes pasos:

##### 4.7.1 Procedimiento para actualizar el dispositivo.

- Apague el dispositivo convertidor.
- Ponga dip2 de "Dip-Switch A" en la posición ON.
- Encienda el dispositivo conecte el cable Ethernet.
- Escriba la IP 192.168.2.205 y dar click en el botón Ping, debe aparecer Device Found.
- Pulsar el botón "siguiente" selecciona las operaciones que desea hacer.
- Dar clic en el botón "ejecutar actualización de firmware" para iniciar la carga.
- Cuando todas las operaciones están "ok" apagar el dispositivo.
- Conecte dip2 de "Dip-Switch A" en la posición "OFF" y encienda el dispositivo.
- En este punto, la configuración / firmware en el dispositivo se actualiza correctamente.

Cuando el equipo sea nuevo, tiene que actualizar también el firmware en el dispositivo HD67671-485-A1.

##### 4.7.2 Nota de advertencia.

Esta ventana aparece cuando se intenta realizar la actualización antes que requiera ayuda tratar los siguiente pasos:

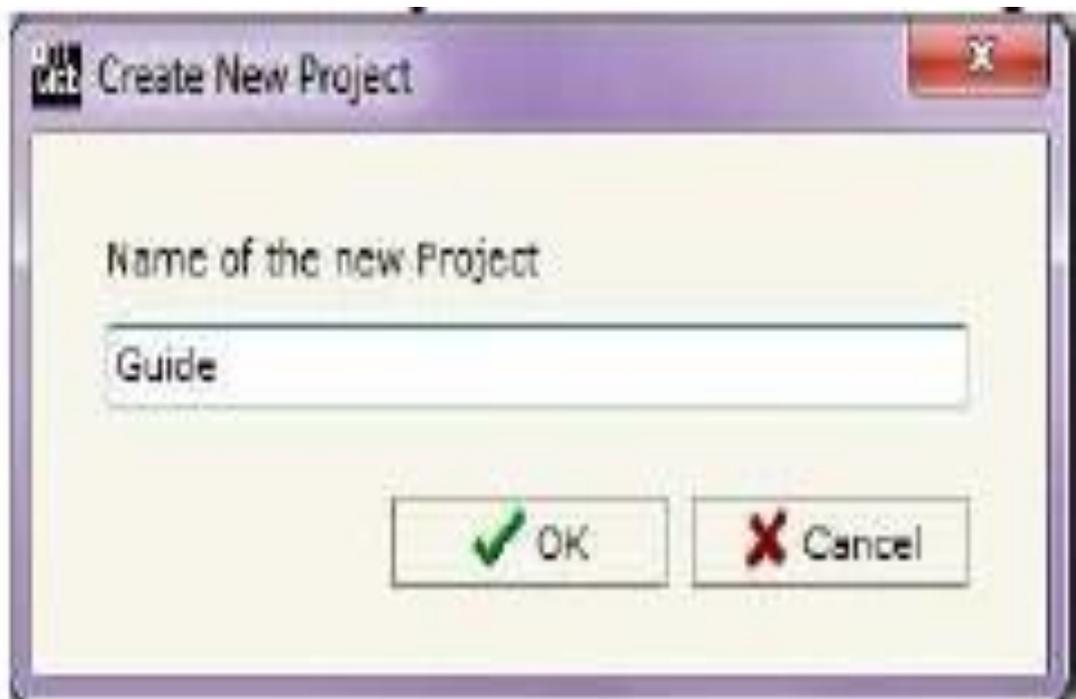
Fig. 33.Actualizando el firmware.



Fuente: (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

- \* Pruebe a repetir las operaciones para la puesta al día
- \* Pruebe con otro PC
- \* Trate de reiniciar el PC
- \* Si está utilizando el programa dentro de una máquina virtual, trate de usar en el principal Sistema operativo
- \* Si está usando Windows Vista 7 ó 8, asegúrese de que se tienen los privilegios de administrador
- \* Tome la atención al bloqueo Firewall
- \* Compruebe los ajustes de la LAN.
- \* Comprobar que la IP del pc y del dispositivo no sean las mismas.

**Figura 34.** Asignando nombre al proyecto.



Fuente: (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).



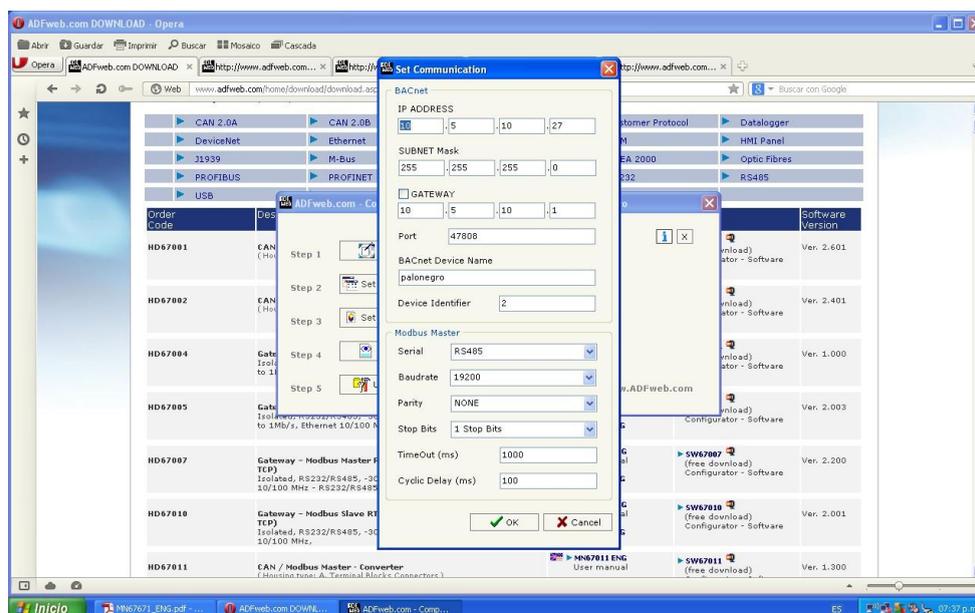
#### 4.1 configuración del dispositivo HD 67671-A1-RS485 bacnet.

Para establecer la comunicación entre el controlador Deep sea 7320 y el centro de monitoreo fue necesario utilizar el convertidor HD67671- A1- RS485 el cual tiene como función convertir el protocolo (Modbus Slave Rtu) nativo, generado por el controlador del grupo electrógeno Deep sea 7320.

Durante el proceso de configuración hubo comunicación directa con el departamento de soporte técnico Deep sea, y de los fabricantes del convertidor HD67671- A1- RS485, los cuales realizaron un acompañamiento y colaboración para la configuración adecuada del convertidor.

A continuación realizo una breve descripción de la configuración, realizada al dispositivo HD67671- A1- RS485.

Figura 35. Asignando ip al convertidor.



Fuente: (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

**Figura. 36.** Registro de variables de lectura en modbus.

N	Slave ID	Type	Address	NPoint	Poll Time	Max Error	Position	Start Bit	Mnemonic
1	2	Holding Register	772	1	1000	0	6	0	modo control
2	2	Holding Register	2050	1	1000	0	1	0	crank
3	2	Holding Register	1029	1	1000	0	11	0	voltaje
4	2	Holding Register	2049	1	1000	0	16	0	stopo
5	2	Holding Register	1411	1	1000	0	21	0	horas
6	2	Holding Register	42503	1	1000	0	46	0	audible
7	2	Holding Register	42496	1	1000	0	56	0	alarma comun
8	2	Holding Register	42499	1	1000	0	61	0	shutdown common
9	2	Holding Register	42505	1	1000	0	66	0	lamp test
10	2	Holding Register	42507	1	1000	0	71	0	disponible
11	2	Holding Register	42501	1	1000	0	76	0	advertencia comun
12	2	Holding Register	1024	1	1000	0	81	0	Oil Pressure
13	2	Holding Register	1025	1	1000	0	86	0	Engine Temp
14	2	Holding Register	1030	1	1000	0	91	0	Engine Speed
15	2	Holding Register	1031	1	1000	0	96	0	Generator Frequency
16	2	Holding Register	256	1	1000	0	111	0	adres
17	2	Holding Register	259	1	1000	0	116	0	rate
18	2	Holding Register	258	1	1000	0	121	0	id
19	2	Holding Register	264	1	1000	0	126	0	act master
20	2	Holding Register	773	1	1000	0	136	0	slec
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									

**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

**Figura 37.** Registro de variables de lectura en BACnet.

N	Data Type	Eng. Unit	Position	Start Bit	Length	Mnemonic
1	Integer Value	95	6	0	4	Control Mode
2	Integer Value	95	1	0	4	Falla de Arranque
3	Integer Value	95	11	0	4	Voltaje de Bateria
4	Integer Value	95	16	0	4	Parada de Emergencia
5	Integer Value	95	21	0	4	Horas de trabajo
6	Integer Value	95	46	0	4	Alarma Audible
7	Integer Value	95	56	0	4	Alarma comun
8	Integer Value	95	61	0	4	Shutdown common
9	Integer Value	95	66	0	4	Lamp test
10	Integer Value	95	71	0	4	Generador disponible
11	Integer Value	95	76	0	4	Advertencia comun
12	Integer Value	95	81	0	4	Presion de Aceite
13	Integer Value	95	86	0	4	Temperatura de motor
14	Integer Value	95	91	0	4	Velocidad de motor
15	Integer Value	95	96	0	4	Frecuencia de Generador
16	Integer Value	95	106	0	4	funcion tedia
17	Integer Value	95	111	0	4	direcion
18	Integer Value	95	116	0	4	rate
19	Integer Value	95	121	0	4	id
20	Integer Value	95	126	0	4	act master
21	Integer Value	95	136	0	4	selec
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						

**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

Figura. 38. Registro de variables de escritura en Modbus.

N	Slave ID	Type	Address	NPoint	Poll Time	On Change	Max Error	Position	Start Bit	Mnemonic
1	2	Holding Register	4104	1	1000	<input checked="" type="checkbox"/>	0	36	0	control
2	2	Holding Register	4105	1	1000	<input checked="" type="checkbox"/>	0	41	0	complemento
3	2	Holding Register	42509	1	1000	<input checked="" type="checkbox"/>	0	51	0	boton
4	2	Holding Register	4098	1	1000	<input checked="" type="checkbox"/>	0	101	0	reset
5	2	Holding Register	4096	1	1000	<input checked="" type="checkbox"/>	0	131	0	control modo
6	2	Holding Register	42508	1	1000	<input checked="" type="checkbox"/>	0	141	0	off
7						<input type="checkbox"/>				
8						<input type="checkbox"/>				
9						<input type="checkbox"/>				
10						<input type="checkbox"/>				
11						<input type="checkbox"/>				
12						<input type="checkbox"/>				
13						<input type="checkbox"/>				
14						<input type="checkbox"/>				
15						<input type="checkbox"/>				
16						<input type="checkbox"/>				

Fuente: (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

Figura 39. Registro de variables de escritura en BACnet.

N	Data Type	Eng. Unit	Position	Start Bit	Length	Mnemonic
1	Integer Value	95	36	0	4	control key
2	Integer Value	95	41	0	4	complemento
3	Binary Out	95	51	0	1	boton apagado
4	Integer Value	95	101	0	4	reset
5	Integer Value	95	131	0	4	control scroll
6	Binary Out	95	141	0	1	off
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						

Fuente: (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

Al final cuando se obtuvo la configuración correcta se realizaron pruebas de comunicación utilizando un simulador de monitoreo llamado **BACnet Opc Server**, el cual básicamente reemplaza el software utilizado en el centro de monitoreo del Aeropuerto Palo Negro de Bucaramanga.

El siguiente software es un servidor que proporciona el acceso a los datos del el convertidor de modbus/bacnet el cual se obtienen del grupo electrógeno.

### **BACNET OPC SERVER**

El software que se utilizó para el simular el centro de monitoreo y control fue Bacnet Opc Server.

**Figura 40.** Programa BACnet Opc Server.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

## 5.1 registros cargados en bacnet opc server

Figura. 41. registros de variables en programa Bacnet Opc server.

The figure consists of two screenshots of the SCADA Engine BACnet OPC Server software interface.

**Top Screenshot:** The 'Object Browser' on the left shows a tree structure with 'Network: 1' selected. The main window displays a table with the following data:

Device Id	Device Name	Status
2	palonegro	Offline

The 'Message' pane at the bottom shows the text: "Attempting to locate device 2".

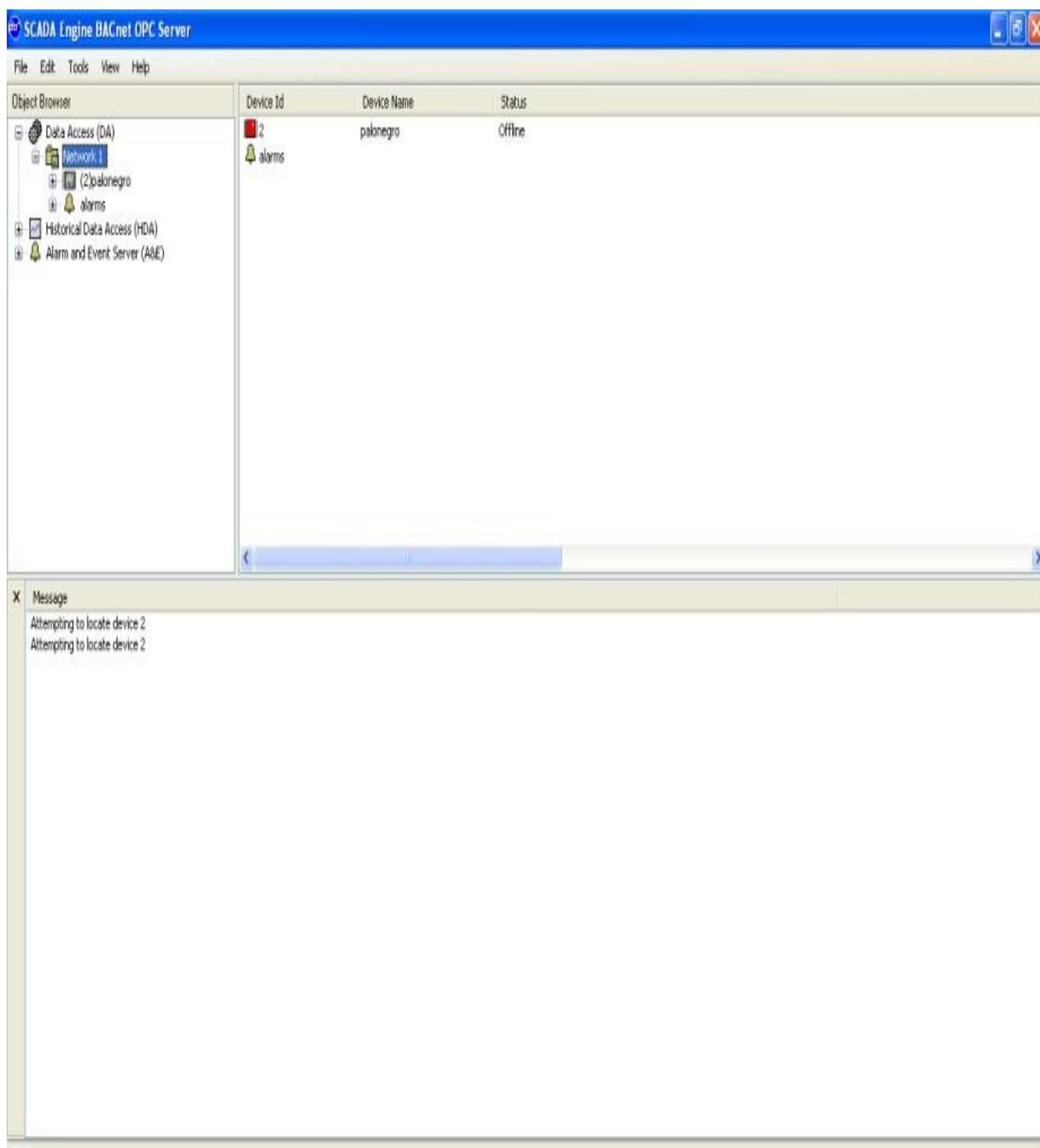
**Bottom Screenshot:** The 'Object Browser' on the left shows a tree structure with 'Control Mode' selected. The main window displays a table with the following data:

ID	Name	Value
28	description	* waiting *
36	eventState	* waiting *
75	objectIdentifier	* waiting *
77	objectName	* waiting *
79	objectType	* waiting *
81	outOfService	* waiting *
85	presentValue	* waiting *
111	statusFlags	* waiting *
117	units	* waiting *

The 'Message' pane at the bottom shows the text: "Attempting to locate device 2".

Fuente: (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

**Figura 42.** Ejecutando archivo en el programa BACnet Opc Server.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

El personal técnico de la empresa contratista de redes, procede a realizar una prueba de cableado generando un ping desde el centro de monitoreo y control del aeropuerto, accediendo a la IP asignada por ellos mismos, esta prueba realizada fue exitosa.

Se realiza una segunda visita para realizar pruebas de comunicación, obteniendo resultados más exitosos, se logró visualizar el dispositivo convertidor BACnet desde la computadora encargada de realizar el monitoreo,

luego de este buen resultado se pacta nuevamente otra visita para realizar pruebas nuevamente.

Es este punto del proyecto se logra la configuración de del convertidor Modbus Rtu – bacnet se cargó la información al simulador y se obtuvo buenos resultados

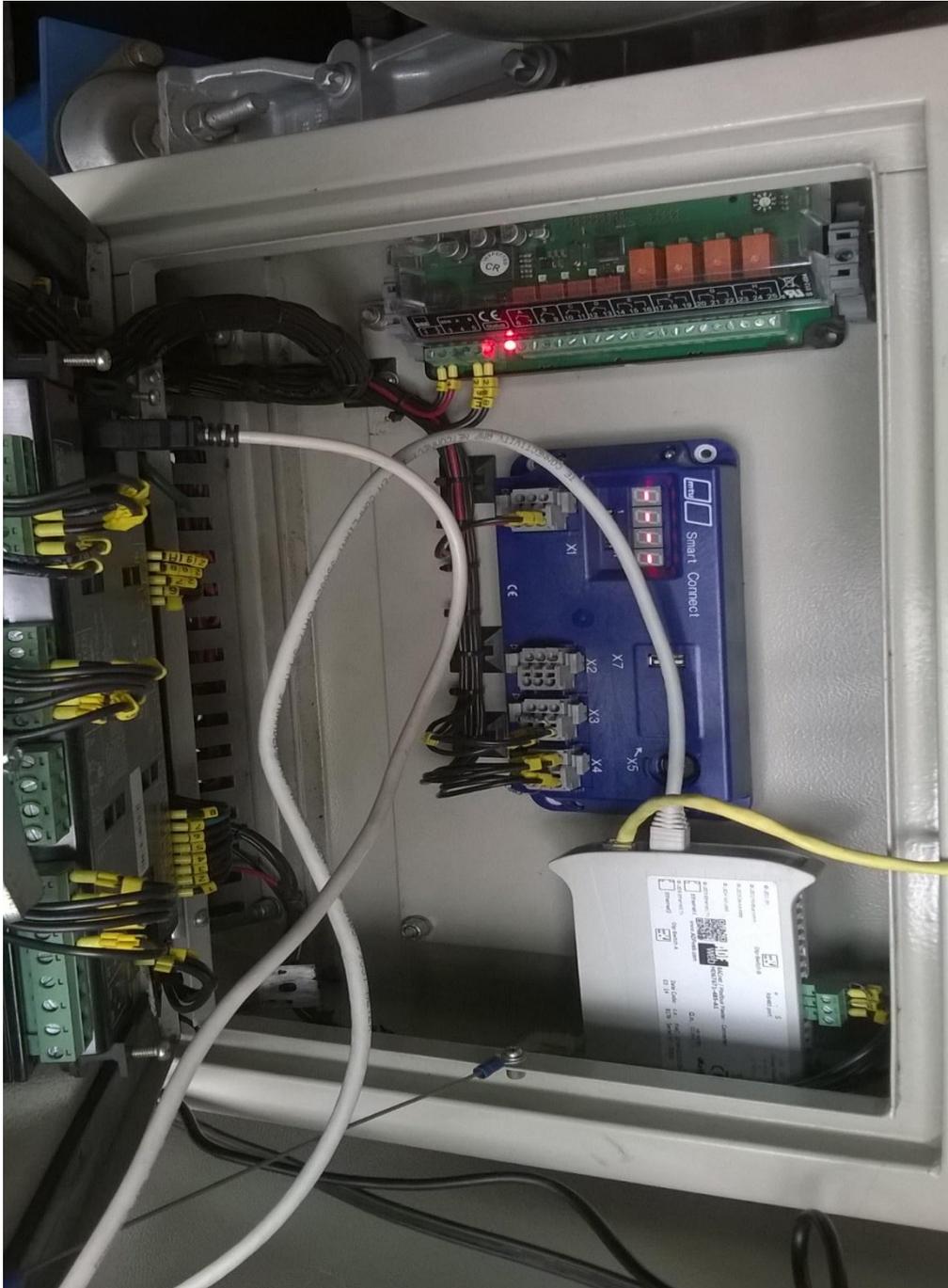
**Figura 43.** Equipos instalados en el gabinete.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

Los dispositivos que aparecen en la figura 47 se instalaron en el gabinete del grupo electrógeno para iniciar la implementación del sistema de monitoreo en Aeropuerto de Palo Negro en la ciudad de Bucaramanga.

**Figura 44.** Conexiones de equipos para iniciar configuración.



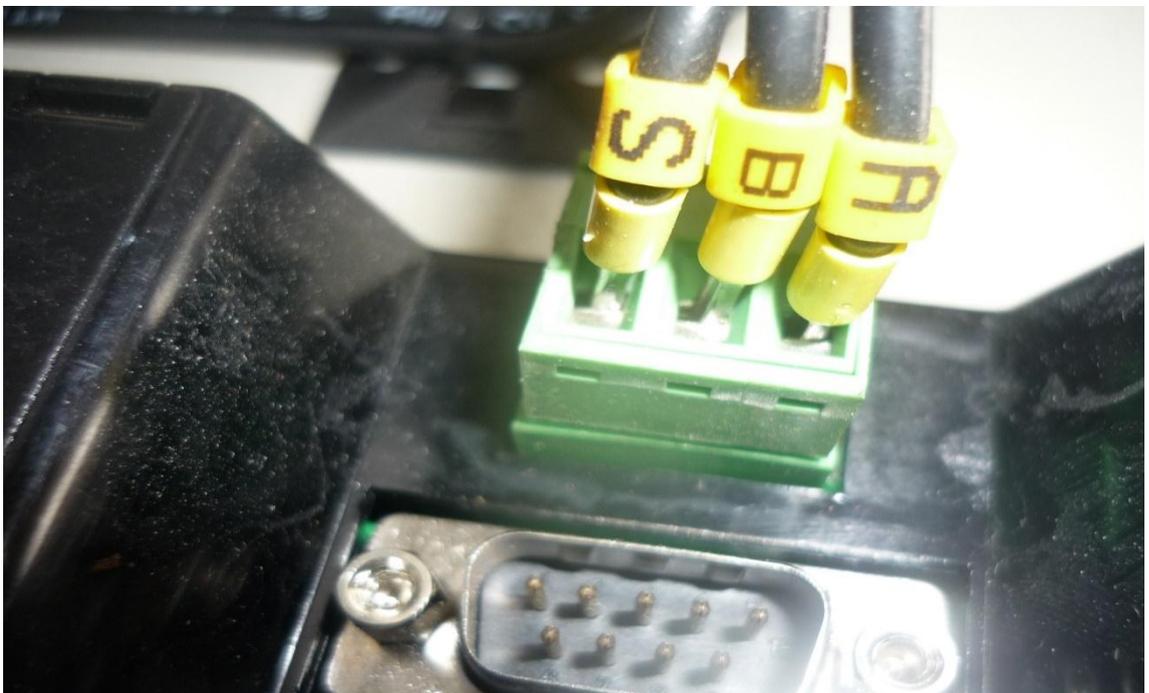
**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

**Figura 45.** Bornes de conexión del control Deep Sea 7320.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

**Figura. 46** Puerto RS485 del control Deep Sea.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

**Figura 47.** Puerto RS485 del convertidor Modbus/BACnet.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

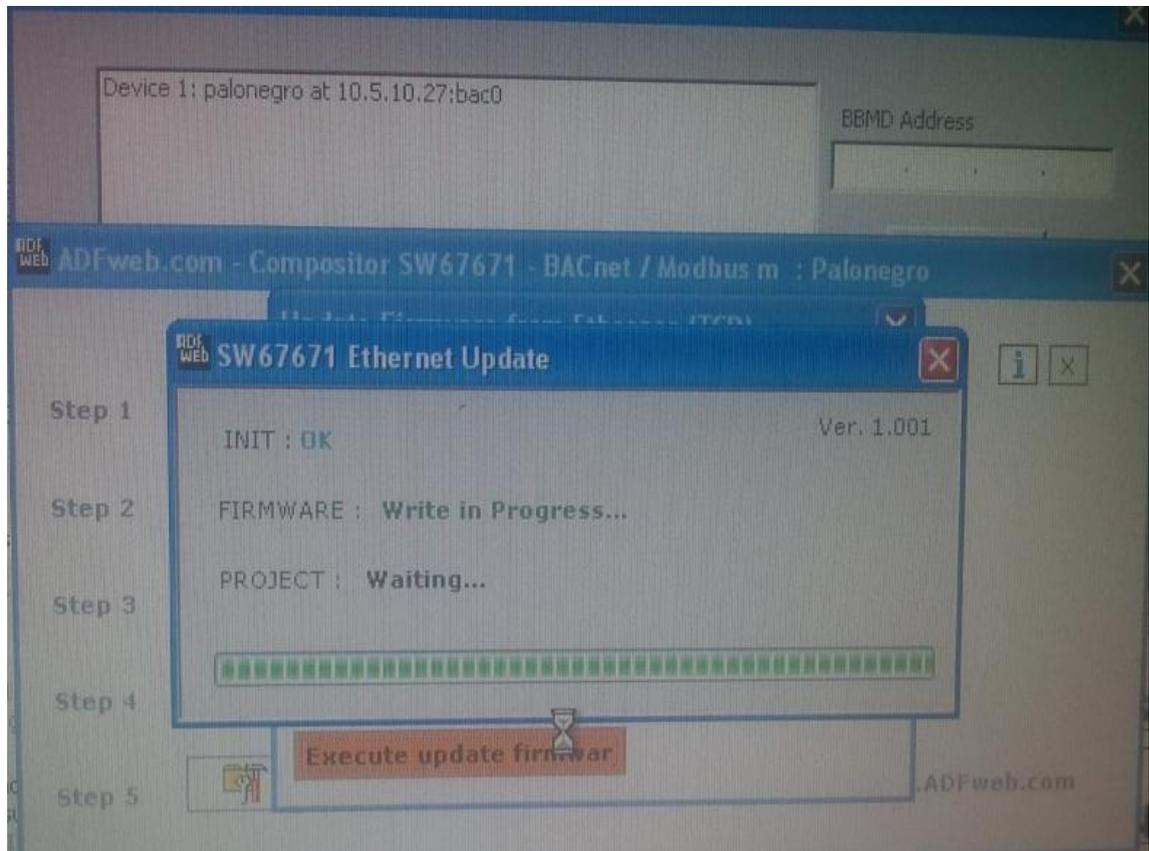
**Figura 48.** Referencia de controlador de grupo electrogeno.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

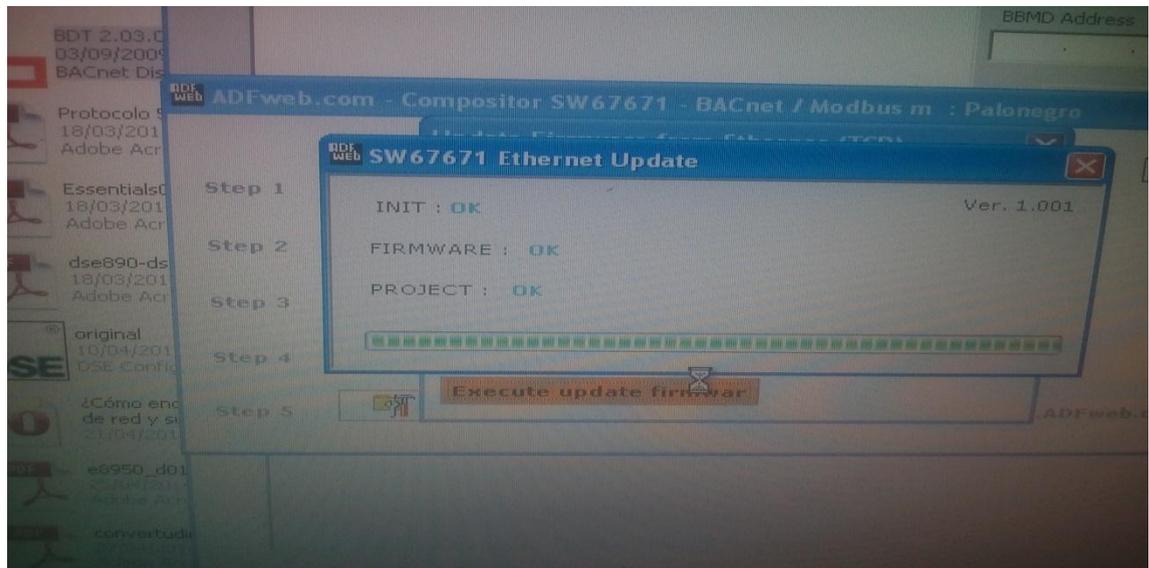


**Figura 50.** Programando los parámetros en el convertidor.



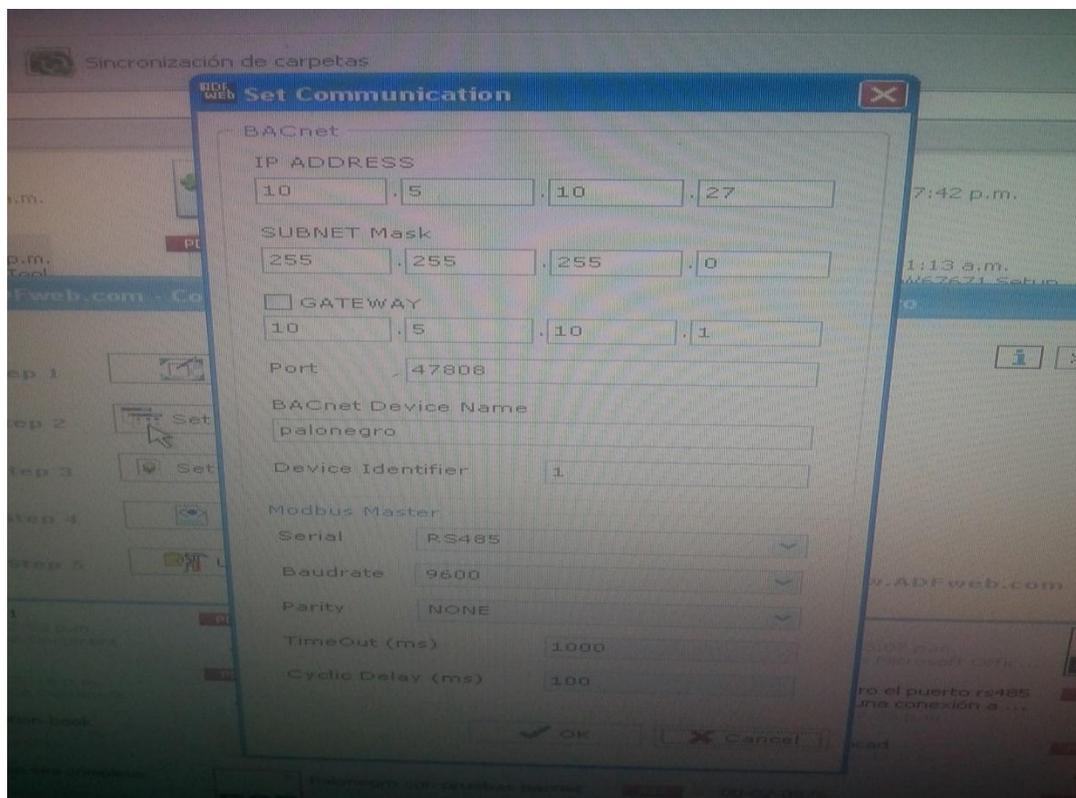
**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

**Figura 51.** actualizando el firmware del convertidor.



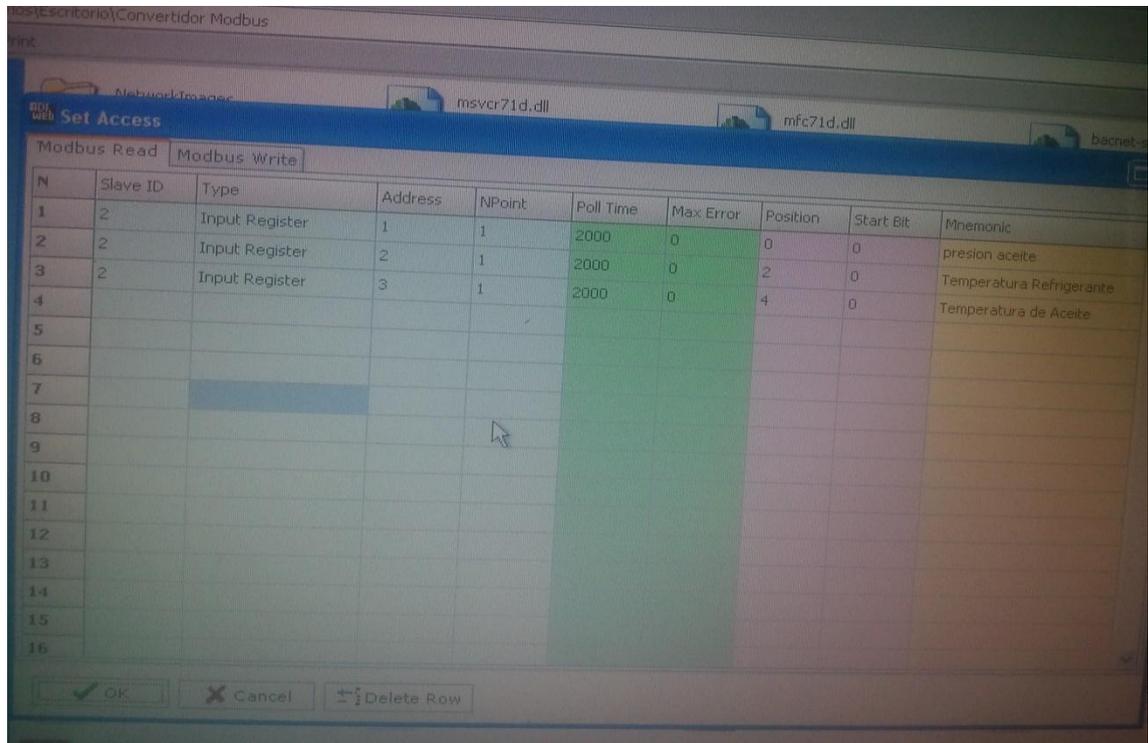
**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

**Figura 52.** Asignando ip y puerto de comunicación al master.



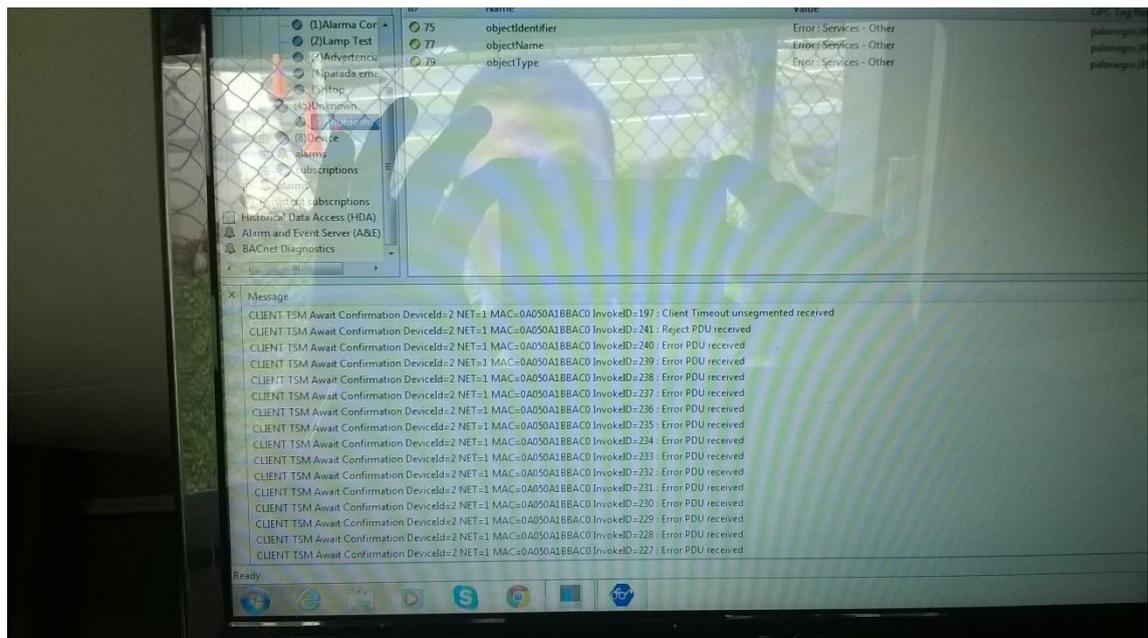
**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

**Figura 53.** leyendo registros modbus en el convertidor.



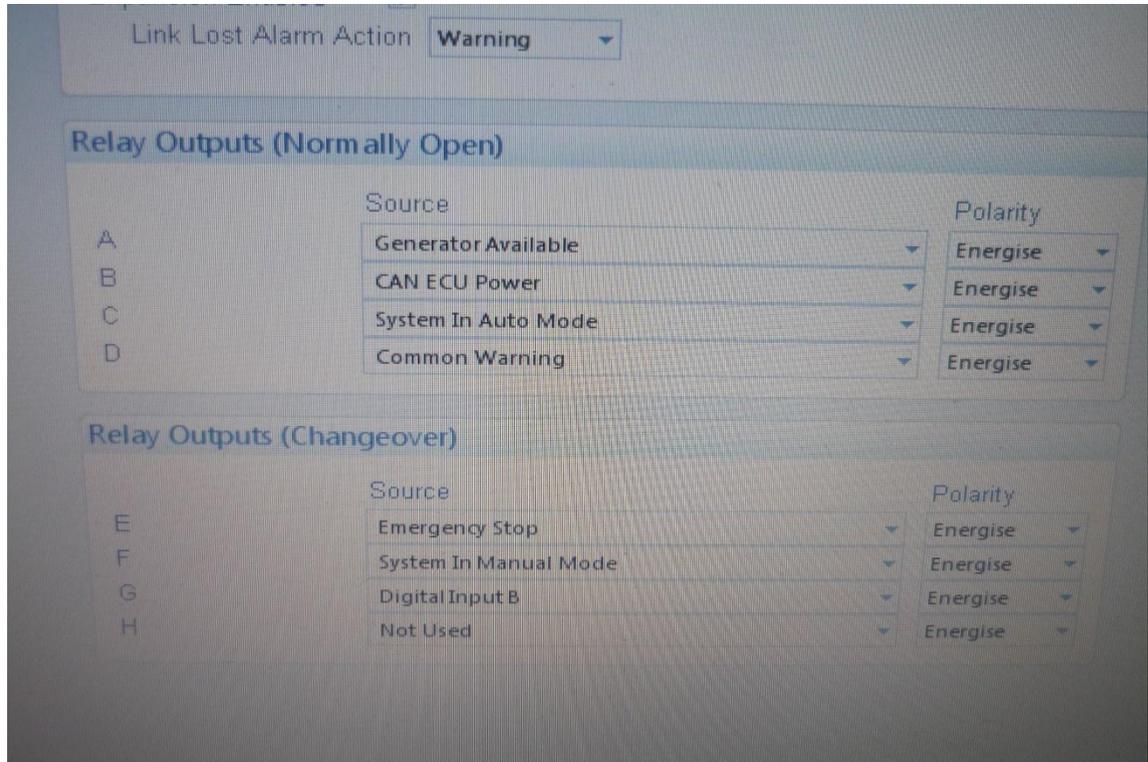
**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

**Fig. 54.** Pines sostenidos de las ID de la variables.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

**Figura 55.** Salidas de relés.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

**Figura 56.** Equipo electrogeno listo para ser monitoreado.



**Fuente:** (Jorge Eliecer Sandoval Romero, 2016).

## CONCLUSIONES

Al finalizar este trabajo de grado se puede generar las siguientes conclusiones:

\* Los problemas generados por el deficiente servicio de energía por parte de la empresa Electricaribe son el principal dolor cabeza para las empresas prestadoras de servicios, que necesitan operar las 24 horas del día.

\* La detección de fallas mecánicas en el motor generador le ayudara a la al departamento de mantenimiento la prestación de un mejor servicio, a los usuarios del aeropuerto de Palo Negro.

\* Los sistemas ininterrumpidos de energía (ups y grupos electrógenos) son la base de un sistema altamente confiable, al permitir seguir operando, cuando se presentan contratiempos con el suministro de energía eléctrica. Y así no generar emergencias en la operatividad del aeropuerto de tales como, choque del avión por corte de energía eléctrica en la noche, accidentes en ascensores y escaleras eléctricas por falla en el suministro eléctrico y falla de comunicación entre el controlador de vuelo y el piloto del avión.

\* Con la implementación del sistema de monitoreo del grupo electrogeno, se reducirán los costos debido al mantenimiento por parte de empresa contratistas que realizan dicha labor, también se aumentaría la vida útil de los elementos que pertenecen al sistema.

\* La rápida detección de la presencia de fallas en el grupo electrogeno puede ayudar a tomar decisiones correctivas, y de este modo reducir el daño potencial que esta falla pueda ocasionar a la operatividad normal del Aeropuerto.

\* Durante el proceso de investigación de los protocolos modbus rtu y bacnet, se encontró que las aplicaciones que requieren monitoreo y control, son cada día mayores debido a la creciente demanda en la automatización de cualquier proceso que requiera calidad y confiabilidad.

\* Este prototipo de sistema de telemetría puede implementarse en equipos electrónicos diferentes a grupos electrógenos como por ejemplo torres de telecomunicaciones, termoeléctricas, sistemas de vigilancia, etc.

## **OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES**

Se recomienda desarrollar trabajos futuros que tengan como base este aplicativo, para integrarlo en equipos como por ejemplo: monitoreo de temperatura, flujo de caudal, seguridad, iluminación, etc.

Debido a la profundidad que se presentó en el desarrollo del sistema de telemetría para el grupo electrógeno, se recomienda que el programa de ingeniería en Telecomunicaciones, realice un énfasis o incluya una asignatura para que el estudiante de pregrado, pueda abarcar en el área de automatización industrial.

En el momento de la planificación de las actividades a desarrollar, para el cumplimiento del proyecto se presentó algunos inconvenientes con los permisos de ingreso a las instalaciones del aeropuerto de Palo Negro, ya que por tratarse de una empresa que presta servicios de transporte aéreo, y por esta razón el ingreso y las pruebas del proyecto de grado son muy rigurosas.

\* Las actividades se ejecutaron de manera extemporánea de acuerdo con el cronograma de actividades planificado, debido a los desplazamientos que se debían realizar al aeropuerto de palo negro, y también a mis condiciones laborales ya que actualmente estoy laborando en una empresa de servicios teleinformáticas los cuales consumían gran parte del tiempo de dedicación.

## **Abreviaturas utilizadas.**

### **MTU**

Unidad máxima de transferencia.

### **ECU**

Unidad de control de ingeniería.

### **RPM**

Revoluciones por minuto.

### **TC**

Trasformadores de corriente.

### **HVAC**

Sistemas de control de aire acondicionado.

### **ANSI**

Instituto nacional estadounidense de estándares.

### **ISO**

Organización internacional de estandarización.

### **PLC**

Controlador lógico programa

### **TCP**

Protocolo de control de transmisión.

### **UDP**

Protocolo de uso de datagrama.

### **RTU**

Unidad terminal remota.

### **ASCII**

Código Estándar Americano para Intercambio de Información.

### **IP**

Protocolo internet.

## **Glosario**

### **BACNET**

Es un protocolo de comunicación de datos diseñado para comunicar entre sí a los diferentes aparatos electrónicos presentes en los edificios actuales.

### **FRECUENCIA**

Es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico.

### **BUSHING**

Cojinete

### **DEVANADO**

Son las vueltas que tiene un transformador es decir el embobinado del Transformador

### **READ**

Leer.

### **RELE**

Dispositivo electromagnético que, estimulado por una corriente eléctrica muy débil, abre o cierra un circuito en el cual se disipa una potencia mayor que en el circuito estimulador.

### **MODICON**

Controlador digital modular.

### **WRITE**

Escribir

### **FIRMWARE**

Firmware o programación en firme, es un bloque de instrucciones de programa para propósitos específicos, grabado en una memoria tipo ROM, que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo a cualquier tipo.



10. CARDENAS PARADA, Nomar Alexis y MORENO RUEDA, Elkin.

Implementación de un Bas (Building Automation System) básico para el control integrado de un sistema de aire acondicionado e iluminación mediante dispositivos con comunicación bacnet. 2012. Trabajo de Grado. Universidad Industrial de Santander. Ingeniería Mecánica.

11. RABINES, Franco Mario. Diseño e implementación de un sistema de monitoreo de parámetros físicos y eléctricos de grupos electrógeno Tesis para optar el título de Ingeniero Electrónico. Universidad Católica Del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. 2006.

12. Disponible en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

13. ALVAREZ ARMAS, Kléber Santiago; BUSTOS RUBIO, Moisés Israel. Diseño e implementación de una red de comunicaciones y un sistema HMI para la medición, monitoreo y reporte del consumo de energía eléctrica y combustible de la Empresa Familia Sancela del Ecuador SA. 2009.

14. Disponible en: [http://www.adfweb.com/download/filefold/MN67671\\_ENG.pdf](http://www.adfweb.com/download/filefold/MN67671_ENG.pdf)

15. Disponible en: <http://www.scadaengine.com/BACnet%20OPC%20Server.pdf>

16. Disponible en: Manual DSE puerto serial RS232/RS485 y Ethernet.

## **NORMAS**

17. Disponible en: <http://normasapa.net/normas-apa-20>

18. Disponible en: <http://www.colconectada.com/normas-icontec>

19. Disponible en:

[http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home\\_15/recursos/01\\_general/09062014/n\\_icontec.pdf](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_15/recursos/01_general/09062014/n_icontec.pdf)

## Anexos

### **Anexo A. Manual de operación del sistema implementado.**

El manual de operación, permitirá que las personas con habilidades en electrónica y telecomunicaciones puedan interpretar y analizar el sistema de telemetría que se implementó en el Aeropuerto Palo Negro.

#### **Contenido.**

- \* Sensores del grupo electrógeno
- \* Controlador Deep Sea 7320
- \* Convertidor Modbus/Bacnet
- \* Programa Bacnet Opc Server

#### **Sensores del grupo electrógeno**

Todos los sensores del grupo electrogeno están conectados directamente o indirectamente al controlador Deep Sea 7320, es decir que el control de la maquina es el encargado de decodificar todas las variables como por ejemplo: presión de aceite, voltaje de la batería, amperaje del generador, etc.

#### **Que es un sensor?**

Un sensor es más que un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, y así ser más sencillo de cuantificar y manipular.

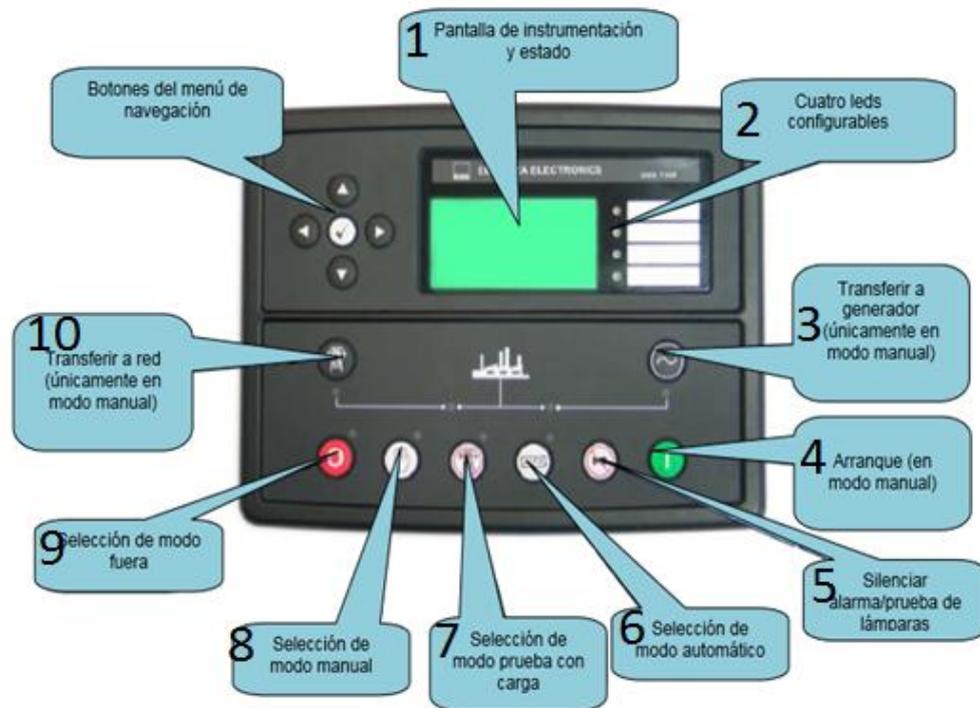
Normalmente estos dispositivos se encuentran realizados mediante la utilización de componentes pasivos (resistencias variables, PTC, NTC, LDR, etc. todos aquellos componentes que varían su magnitud en función de alguna variable), y la utilización de componentes activos.

#### **Controlador Deep Sea 7320**

Este dispositivo es el encargado de controlar las magnitudes físicas del grupo electrógeno, es decir en caso de que la maquina falle por algún motivo este envía una orden al motor generador para que se detenga y así el daño no sea mayor según sea el caso.

A continuación en la siguiente figura se explicara los parámetros de funcionamiento básicos del control Deep Sea 7320.

**Figura. 57.** Explicación básica del controlador del grupo electrógeno.



**Fuente:** (manual del control Deep Sea 7320, 2009).

1. La pantalla o display es en el cual se observan todas las variables físicas del funcionamiento del motor y el generador.
2. Estos leds son indicadores de una alarma en común.

Anteriormente configuradas por el diseñador del sistema, en este caso en particular se configuro las siguientes variables:

- \* Generador disponible para carga
- \* Interruptor cerrado
- \* Generador habilitado
- \* ECU energizada

3. Este botón solo funciona cuando el control está habilitado en modo manual, sirve para transferir la carga al generador de manera manual.
4. El botón solo funciona para encender la maquina cuando está en el control en modo manual.
5. Al oprimir el botón se ordena silenciar la alarma audible presente en el motor o en el generador como consecuencia de alguna falla presente.
6. Al estar seleccionado este botón el motor generador opera de manera automática, es decir si hay corte de energía o el voltaje de la red comercial se baja de manera considerable, se envía la orden para que la maquina encienda para respaldar el sistema de energía eléctrica.
7. Al seleccionar este botón se realiza una prueba manual, es decir se ordena que el relé de la red comercial se abra, y que el relé del generador se cierre para realizar un test por 5 minutos.
8. El botón de modo manual facilita realizar maniobras, como encender el equipo de manera manual con el botón de star anteriormente mencionado.
9. La función de este botón es deshabilitar totalmente el control.
10. El botón funciona solo cuando el control esta en modo manual, el cual sirve para transferir carga a la red comercial.
11. Estos cinco botones sirven para desplazarse por el menú y visualizar las diferentes variables presentes en el display.

### **Convertidor Modbus/Bacnet**

La principal función del convertidor HD67671-485-A1 es realizar una conversión de protocolos, es decir pasar del protocolo Modbus al protocolo Bacnet en este punto del proyecto fue donde se inició el diseño para lograr el segundo objetivo propuesto en el trabajo de grado, el cual se cumplió de manera contundente, logrando implementa el sistema de telemetría para un grupo electrógeno.

### **Programa Bacnet Opc Server**

Este software es un servidor que proporciona acceso a los datos en este caso en particular del grupo electrógeno, cuenta con 30 días de uso gratuito el cual fue de gran ventaja para el proyecto de grado, como solo es compatible con Bacnet fue necesario instalar un convertidor.

Inicialmente el proyecto se implementaría con el software Bacnet continuum pero por razones financieras, se optó por el software Bacnet Opc Server ya que este software era más económico y era el mejor para realizar pruebas de funcionamiento del sistema de telemetría.