



1859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA Y LOS RECURSOS NATURALES
NO RENOVABLES.

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA.

TÍTULO:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL ELECTRÓNICO, PARA LA
AUTOMATIZACIÓN DE UN GRUPO ELECTRÓGENO DE
EMERGENCIA Y SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA EN
UNA GRANJA AVÍCOLA DE CODORNICES”.

TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTRÓNICA.

DIRECTOR:

ING. JUAN PABLO CABRERA SAMANIEGO, MG.SC.

AUTOR:

MILTON EDUARDO LUDEÑA JIMÉNEZ

LOJA – ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

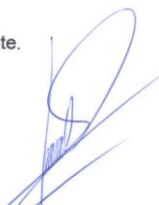
ING. JUAN PABLO CABRERA SAMANIEGO. MG. SC.

**DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA,
DEL ÁREA DE LA ENERGÍA Y LOS RECURSOS NATURALES NO
RENOVABLES.**

CERTIFICO:

Que luego de cumplir con todos y cada uno de los procedimientos institucionales, legales y científicos, en el análisis, revisión y rectificación de contenidos estructurales de la presente Tesis de Grado titulada: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL ELECTRÓNICO, PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE UN GRUPO ELECTRÓGENO DE EMERGENCIA Y SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA EN UNA GRANJA AVÍCOLA DE CODORNICES”**. Que ha sido desarrollada y estructurada a cabalidad por parte del postulante **Milton Eduardo Ludeña Jiménez**, en uso de mis atribuciones, como director de tesis, procedo a autorizar, para que la presente investigación de tesis y sus correspondientes resultados sean presentados, defendidos y sustentados ante el tribunal pertinente.

Atentamente.



ING. JUAN PABLO CABRERA SAMANIEGO. MG. SC.

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, **MILTON EDUARDO LUDEÑA JIMÉNEZ**, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula:

1104018393

Fecha:

6 de agosto 2015

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, **MILTON EDUARDO LUDEÑA JIMÉNEZ**, declaro ser autor de la tesis Titulada **“IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL ELECTRÓNICO, PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE UN GRUPO ELECTRÓGENO DE EMERGENCIA Y SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA EN UNA GRANJA AVÍCOLA DE CODORNICES”**, como requisito para optar al título de **TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de su visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de Información de país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización en la ciudad de Loja a los seis días del mes de agosto del dos mil quince.

Firma:

Autor: Milton Eduardo Ludeña Jiménez.

Cédula: 1104018393

Dirección: Loja (Panamá 13 – 56 y Venezuela)

Correo Electrónico: milton_ludena@hotmail.com

Teléfono: 072571255 **Celular:** 0969356996

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de Tesis: Ing. Juan Pablo Cabrera Samaniego. Mg. Sc.

Tribunal de Grado:

Ing. Julio César Cuenca Tinitana, Mg. Sc.

Ing. Franco Edy Pineda Ochoa, Mg. Sc.

Ing. José Leonardo Benavides Maldonado, Mg. Sc.

DEDICATORIA

El presente trabajo final de carrera teórico práctico, en este proceso de aprendizaje ha tenido como pilar fundamental a mi madre Gladys, a mi esposa Yadira, mis hijos Julián y Daniel a quienes dedico este trabajo práctico.

AGRADECIMIENTO

La gratitud a quienes conforman la Universidad Nacional de Loja, a los profesionales docentes, que impartieron su guía en el proceso de formación académica; a sus dignas Autoridades y personal administrativo que colaboraron, con el objetivo de culminar abante en este proceso de formación intelectual y moral.

EL AUTOR

1. ESQUEMA DE CONTENIDOS

1. TÍTULO
2. RESUMEN - ABSTRACT
3. INTRODUCCIÓN
4. REVISIÓN DE LITERATURA
 - 4.1. Generador de Corriente Alterna
 - 4.1.1. Generador asincrónico o de inducción
 - 4.1.2. Generador sincrónico o alternador
 - 4.2. Elementos del generador de corriente alterna
 - 4.2.1. El Inductor
 - 4.2.2. El Inducido
 - 4.3. Principio de funcionamiento de un generador A.C
 - 4.3.1. Ley de Faraday
 - 4.3.2. Ley de Lenz.
 - 4.4. Grupos electrógenos y su clasificación
 - 4.4.1. Grupos electrógenos a gas, industriales
 - 4.4.2. Grupos electrógenos a diesel industriales
 - 4.4.3. Grupos electrógenos a gasolina
 - 4.4.4. Grupos electrógenos móviles
 - 4.4.5. Grupos electrógenos encapsulados e insonorizados
 - 4.4.6. Grupo electrógeno de emergencia
 - 4.5. Partes de un grupo electrógeno
 - 4.5.1. Motor de Combustión Interna
 - 4.5.2. Generador de corriente alterna
 - 4.5.3. Circuito de control de arranque y paro
 - 4.5.4. Instrumentos de Medición
 - 4.5.5. Control Electrónico
 - 4.5.6. Silenciador
 - 4.5.7. Tanque de Combustible
 - 4.5.8. Regulador de Velocidad
 - 4.6. Sistemas de control automático
 - 4.7. Sistema de transferencia de energía eléctrica
 - 4.7.1. Componentes de un sistema de Doble Acometida
 - 4.7.2. Transferencia automática de energía eléctrica
 - 4.8. Sistema de control o mando del grupo electrógeno

- 4.8.1. Sistema electrónico de control para grupos electrógenos
- 4.8.2. Sistema electrónico de control IntelliLite para grupos electrógenos
- 4.8.3. Modos de funcionamiento de un grupo eléctrico
- 4.9. Elementos de Potencia
 - 4.9.1. Interruptores
 - 4.9.2. Contactores
 - 4.9.3. Ventajas del uso de contactores ante el uso de equipos de maniobra accionados manualmente
 - 4.9.4. Intensidad nominal térmica e Intensidad nominal de empleo
 - 4.9.5. Consideraciones para la elección de un contactor
 - 4.9.6. Clasificación de los contactores
 - 4.9.7. Fusibles
 - 4.9.8. Protección diferencial
- 4.10. Equipos manuales de mando y señalización
 - 4.10.1. Pulsadores
 - 4.10.2. Conmutadores
 - 4.10.3. Combinadores
 - 4.10.4. Aparatos automáticos de mando
 - 4.10.5. Relés electromagnéticos
 - 4.10.6. Relés temporizadores
 - 4.10.7. Contador de impulsos
 - 4.10.8. Aparatos para control de magnitudes no eléctrica
- 4.11. Comunicaciones industriales
- 4.12. Sistemas para transporte de señal
 - 4.12.1. Cable eléctrico
 - 4.12.2. Fibra Óptica
 - 4.12.3. Enlace óptico
 - 4.12.4. Radio frecuencia
 - 4.12.5. Microondas
 - 4.12.6. Satélite
- 4.13. Sistemas de transmisión de la señal
- 4.14. Niveles de tensión
 - 4.14.1. RS-232C (V24)
 - 4.14.2. RS-422 V(11)
 - 4.14.3. RS-485/58
 - 4.14.4. Cuadro Comparativo

- 4.15. TTL
- 4.16. Bucle de corriente
- 4.17. Señal modulada
- 4.18. Modos de transmisión de datos
- 4.19. Codificación de señales
- 4.20. Protocolos de comunicación
- 4.21. Objetivo de los protocolos de comunicación
- 4.22. Tipos de redes según forma (Topología)
 - 4.22.1. Redes Centralizadas (Clustered Systems)
 - 4.22.2. Redes Distribuidas (Distributed Systems)
- 4.23. Configuraciones básicas
 - 4.23.1. Anillo
 - 4.23.2. Estrella
 - 4.23.3. Bus
 - 4.23.4. Árbol
 - 4.23.5. Red
- 4.24. Tipos de redes según extensión
 - 4.24.1. WAN (Wide Área Network)
 - 4.24.2. MAN (Metropolitan Área Network)
 - 4.24.3. LAN (Local Área Network)
- 4.25. Formas de comunicación
 - 4.25.1. Comunicaciones Cíclicas
 - 4.25.2. Comunicaciones Acíclicas
- 4.26. Modos de diálogo
 - 4.26.1. Modo de comunicación simplex
 - 4.26.2. Modo de comunicación Half-Duplex
 - 4.26.3. Modo de comunicación Duplex (Full Duplex)
- 4.27. Relaciones entre estaciones
- 4.28. Modos de comunicación
- 4.29. Formas de organización de nodos
 - 4.29.1. Maestro – Esclavo
 - 4.29.2. Cliente-Servidor
 - 4.29.3. Productor-Consumidor
- 4.30. Entradas y salidas
- 4.31. Protocolo STP
 - 4.31.1. Proceso STP

- 4.32. Versiones STP
 - 4.32.1. PVST
 - 4.32.2. PVST+
 - 4.32.3. PVST + rápido
 - 4.32.4. RSTP
 - 4.32.5. MSTP
 - 4.33. Protocolo Modbus
 - 4.34. Tiempo real
 - 4.35. Acceso a la Red
 - 4.36. Modelo de referencia OSI
 - 5. MATERIALES Y MÉTODOS
 - 5.1. Métodos
 - 5.1.1. Métodos Teóricos
 - 5.1.2. Métodos Empíricos
 - 6. RESULTADOS
 - 6.1. Configuración básica del control
 - 6.2. Configuración de parámetros del motor
 - 6.3. Configuración de parámetros para protección del motor
 - 6.4. Configuración de parámetros para protección del generador
 - 6.5. Configuración de parámetros de fallo de red automático (AMF)
 - 6.6. Modificación de entradas binarias, salidas binarias y entradas analógicas
 - 6.7. Proceso de montaje e instalación del control de grupo electrógeno y transferencia automática
 - 7. DISCUSIÓN
 - 8. CONCLUSIONES
 - 9. RECOMENDACIONES
 - 10. BIBLIOGRAFÍA
 - 11. ANEXOS
- ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. TÍTULO.

“Implementación de un control electrónico, para la automatización de un grupo electrógeno de emergencia y sistema de transferencia automática en una granja avícola de codornices”.

2. RESUMEN - ABSTRACT.

Resumen

La granja de codornices Golden Eggs, ubicada en el cantón Catamayo en la provincia de Loja, mantiene una producción constante de huevos y carne de codorniz. En su línea de producción se integra la incubación de huevos, molido de materias primas, producción de alimento balanceado, he iluminación en las baterías de aves en postura, para lo cual se requiere un suministro eléctrico constante. Con esta finalidad se monta un grupo electrógeno de emergencia con motor diesel, que supla los requerimientos energéticos de las instalaciones frente a un eventual corte de energía eléctrica. Se procede con la automatización del grupo electrógeno para que cumpla con los siguientes requerimientos:

- El encendido y apagado del G.E frente a un corte de energía de la red comercial y retorno de la misma.
- El monitoreo de variables de motor y generador para el normal funcionamiento del equipo.
- Poner en marcha y controlar el proceso de transferencia y re transferencia de la carga.

Se usa para este propósito un control electrónico ComAp iL-AMF 20, el mismo que es programado de acuerdo a las características del grupo electrógeno y transferencia automática. El control funciona con un suministro de voltaje de 12 VDC proveniente de la batería del motor, el control electrónico, es apropiado para este propósito puesto que en el intento de arranque del motor, la batería de siente hasta 8 VDC y el control electrónico mantiene su operatividad, a su vez se ha instalado un mantenedor de batería el cual mantiene el nivel de carga de la misma en momentos de inoperatividad del grupo electrógeno.

Se instalan las protecciones eléctricas de fuerza y control de acuerdo a la demanda de corriente de la carga, potencia del grupo electrógeno y funcionalidad del control electrónico.

El equipo se mantiene operativo en base a las exigencias y siguiendo un cronograma de mantenimiento preventivo.

Abstract

The quail farm Golden Eggs , located in the canton Catamayo in the province of Loja, keeps a constant production of eggs and quail meat.

In this production line it is integrated; egg incubation grinding raw material, poultry feed production, to others lighting batteries for posture birds; for which it is required a constant electrical power supply.

For this purpose it is mounted an emergency power diesel engine that mitigates the energy requirements to facilities eventual against power outage. Then it proceeds to the automation Generator to comply with the following requirements:

- The On and Off the GE front of an outage of the commercial network and return it.
- Monitoring of variables of the engine and generator for a normal operation.
- Implement and monitor the process of transfer and retransfer of the load.

For this purpose we use an electronic control ComAp IL-AMF 20, the same as is programmed according to the characteristics of the generator and automatic transfer. The control works with a supply voltage of 12 VDC from the engine battery, the electronic control is appropriate for this purpose because in the attempt to start the engine, battery feels up to

8 VDC and the electronic control keeps on your operation, at the same time is installed battery maintainer which keep the level of battery charge in moments of inoperability of the generator.

They are installed the electrical protection and control force of the agreement demand load current, power generator and electronic control functionality.

Operating equipment is maintained on the basis of demands and following preventive maintenance schedule.

3. INTRODUCCIÓN.

Los procesos de producción actuales requieren de especial cuidado en la calidad de los productos; en tal virtud, la industria avícola y en especial la producción de codornices con doble propósito (obtención de huevos y carne), la cual es una industria incipiente en el austro ecuatoriano y muy joven en el país, requiere de procesos técnicos automáticos para la optimización de recursos y mejores resultados.

La primera etapa del proyecto, consiste en mantener un suministro de energía eléctrica constante, para lo cual se ha montado un grupo electrógeno de emergencia como back up (respaldo de emergencia) frente a un eventual corte de energía eléctrica, el requerimiento es que este equipo junto a un sistema de transferencia automática, funcionen de manera autónoma.

En la presente se detalla el proceso de automatización del grupo electrógeno y transferencia automática, al servicio de la Granja de codornices Golden Eggs.

4. REVISIÓN DE LITERATURA.

4.1. Generador de Corriente Alterna.

“Un generador de corriente alterna consta, principalmente de un circuito magnético, un devanado de campo de CD, un devanado de armadura de AC, una estructura mecánica e incluye sistemas de enfriamiento y lubricación” (Fink & Beaty, 1996, págs. 7-2).

La transformación de energía, se consigue por efecto de la inducción electromagnética, este fenómeno consiste en producir una fuerza electromotriz (F.E.M.) en un medio expuesto a un campo magnético variable, o en un medio móvil respecto a un campo magnético estático, es así que cuando dicho medio es un conductor se produce una corriente inducida; la F.E.M. se define como el trabajo que el generador realiza para pasar la unidad de carga positiva del polo negativo al positivo por el interior del generador. Figura 1.

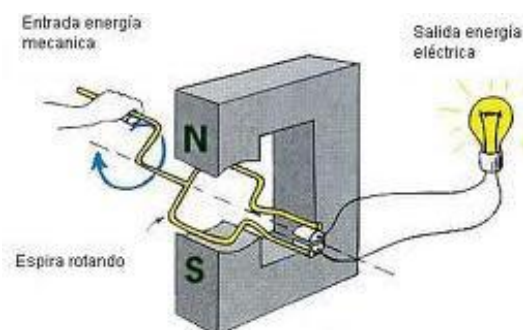


Figura 1. Conversión de energía de in Generador Eléctrico (Gonzales & Rebollo , 2013).

Tipos de Generadores de Corriente Alterna.

Existen dos tipos de generadores de corriente alterna.

4.1.1. Generador asincrónico o de inducción.

“Inicialmente diseñado como un motor eléctrico” (Danish Wind Industry Association, 2003)

“Una máquina que solo tiene devanados de amortiguamiento se llama máquina de inducción”(Chapman, 2005, pág. 380).

Por tanto podemos indicar que la mayor parte de motores eléctricos que se emplean en la industria son de inducción.

(Danish Wind Industry Association, 2003), podemos notar que el rotor del generador asíncrono, es diferente del generador síncrono, se notan en la construcción mecánica del rotor barras de cobre o aluminio conectadas eléctricamente por anillos de aluminio al final como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Rotor de Jaula con barras de cobre o Aluminio (Danish Wind Industry Association, 2003).

En la Figura 3. Se aprecia un rotor construido por un núcleo de hierro “utilizando un apilamiento de finas láminas de acero aisladas, con agujeros para las barras conductoras de aluminio” (Danish Wind Industry Association, 2003). Se observa un estator tetra polar conectado a las tres fases de la red eléctrica. Figura 3.



Figura 3. Rotor núcleo de hierro (Danish Wind Industry Association, 2003).

El funcionamiento como motor es el siguiente: Al ser alimentado el equipo al suministro de energía eléctrica, este funciona como motor, “girando a una velocidad ligeramente inferior a la velocidad síncrona del campo magnético del estator” (Danish Wind Industry Association, 2003). De esta forma se puede notar que el rotor genera los propios campos magnéticos.

Para que el equipo tenga la performance de un generador, debemos hacer girar el rotor del mismo, teniendo en cuenta lo siguiente: si gira el rotor a la velocidad síncrona del generador es decir 1800 rpm no obtenemos respuesta o F.E.M porque el campo magnético gira a la misma velocidad que el rotor.

En este tipo de máquinas la corriente de campo se obtienen por inducción magnética en sus devanados de excitación, el proceso como generador requiere que la máquina entregue potencia eléctrica por el estator, la energía ingresa por el eje mecánico, atraviesa el entrehierro y llega al estator para ser suministrada a la respectiva carga.

Las máquinas de inducción funcionan como generador si hay una fuente de potencia reactiva (capacitores estáticos o una máquina sincrónica) disponible en el sistema de potencia. Un generador de inducción aislado presenta graves problemas de regulación de voltaje, pero cuando opera en paralelo con un gran sistema de potencia, éste puede controlar el voltaje de la máquina.

Los generadores de inducción se caracterizan por ser máquinas pequeñas que se usan en fuentes de energía alternativas como molinos de viento; casi todos los generadores grandes en uso, son generadores sincrónicos.

Una ventaja muy importante a la hora de escoger un generador asíncrono como aerogenerador, es que si aumenta o disminuye su par de torsión, aumentara o disminuirá ligeramente su velocidad, esta es un ventaja mecánica muy útil, con ello se tendrá menores rupturas en la caja multiplicadora. Como ejemplo se cita un equipo tetra polar que gira en vacío a 1800 rpm, al conectarse a una red a 60 Hz si este está funcionando a plena carga girara a 1750 rpm.

4.1.2. Generador sincrónico o alternador.

“Los generadores síncronos o alternadores son máquinas sincrónicas utilizadas para convertir potencia mecánica en potencia eléctrica de CA” (Chapman, 2005, pág. 267).

El término sincrónico se refiere al hecho de que la frecuencia eléctrica de esta máquina está confinada o sincronizada con su tasa mecánica de rotación del eje. Figura 4.

En la Figura 4, podemos ver que un generador sincrónico se le aplica una corriente DC al devanado del rotor, la cual produce un campo magnético. Entonces el rotor del generador gira mediante un motor primario y produce un campo magnético rotacional dentro de la máquina. Este campo magnético rotacional induce un grupo monofásico o trifásico de voltajes en los devanados del estator del generador.

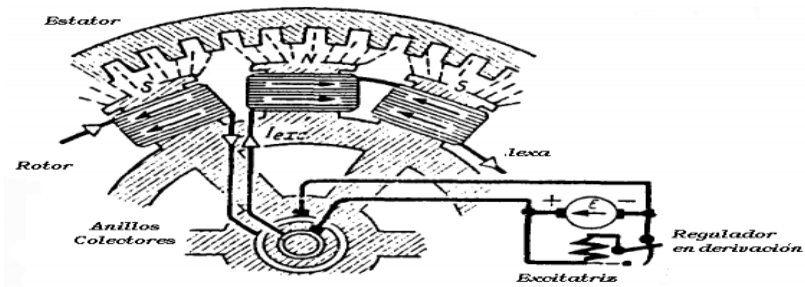


Figura 4. Generador síncrono de armadura estacionaria (ROMAN, 2014).

El generador síncrono se utiliza para producir la gran mayoría de potencia eléctrica utilizada en todo el mundo.

4.2. Elementos del generador de corriente alterna.

Un generador de corriente alterna consta de dos partes fundamentales: el inductor, que es el que crea el campo magnético y el inducido que es el conductor atravesado por las líneas de fuerza de dicho campo.

4.2.1. El Inductor.

El inductor está constituido por el rotor, dotado de cuatro piezas magnéticas (Norte y Sur), las que son imanes permanentes o electroimanes.

En el rotor se encuentran alojadas las bobinas del devanado de campo que inducen el voltaje en el devanado de armadura, en donde se encuentran las bobinas que determinan si el generador es monofásico o trifásico. Desde el punto de vista constructivo, los rotores se construyen del tipo polos salientes para baja velocidad, o rotor de polo cilíndrico para alta velocidad. Figura 5.

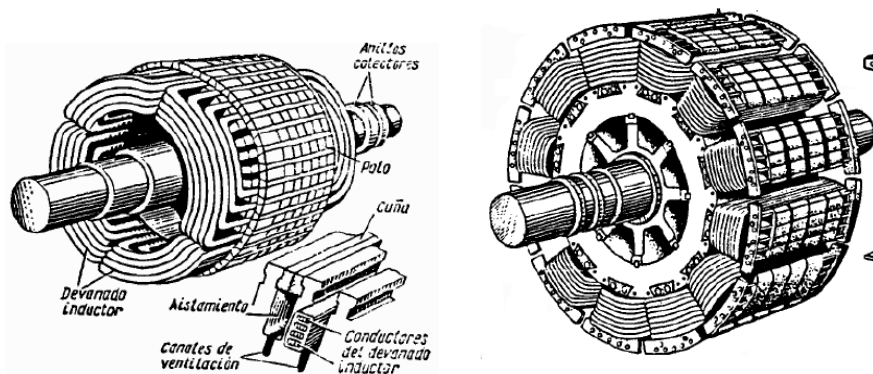


Figura 5. Tipos de rotores para generadores a) Polos salientes b) Polos lisos (ROMAN, 2014).

4.2.2. El Inducido.

El inducido o estator, está compuesto por bobinas de alambre arrolladas en las zapatas polares. Estas se magnetizan bajo la acción del inductor.

Los elementos más importantes del estator en un generador de corriente alterna, son los siguientes:

- Componentes mecánicos.
- Sistema de conexión en estrella.
- Sistema de conexión en delta.

4.3. Principio de funcionamiento de un generador A.C.

El funcionamiento del generador de Corriente Alterna, se basa en el principio general de inducción de voltaje en un conductor en movimiento, cuando atraviesa un campo magnético.

El generador más simple consta de una espira rectangular que gira en un campo magnético uniforme, al hacer girar una espira de alambre en el interior de las líneas de campo magnético producido por un par de imanes permanentes, se induce una corriente eléctrica, la cual circula por la espira, a este fenómeno se lo conoce con el nombre de inducción electromagnética.

En el generador elemental, el campo magnético principal proviene de un par de imanes permanentes. La bobina de la armadura esta devanada sobre el rotor, cada extremo de esta bobina esta fijo a dos anillos rozantes, y es donde aparece el voltaje generado. Para coleccionar el voltaje generado, se hace con pequeñas piezas metálicas o de carbón llamadas escobillas que se encuentran fuertemente fijadas a los anillos rozantes por medio de resortes.

En la medida que el rotor gira a una velocidad constante, se induce una onda senoidal de voltaje, el valor del voltaje generado dependerá de:

- La velocidad del rotor, a mayor rapidez el voltaje es mayor.
- La intensidad del campo magnético, a mayor intensidad de campo, mayor voltaje inducido.
- La cantidad de vueltas de alambre de las bobinas.

Cuando la armadura de un generador de corriente alterna hace una rotación completa a través del campo magnético, se entiende un ciclo completo o 360 grados eléctricos, “En vista de que un ciclo de onda senoidal tiene 360 grados, es conveniente medir la distancia alrededor de la periferia en grados eléctricos. Así pues grados eléctricos= grado mecánico x pares de polos” (Chapman, 2005, págs. 7-3). Figura 6.

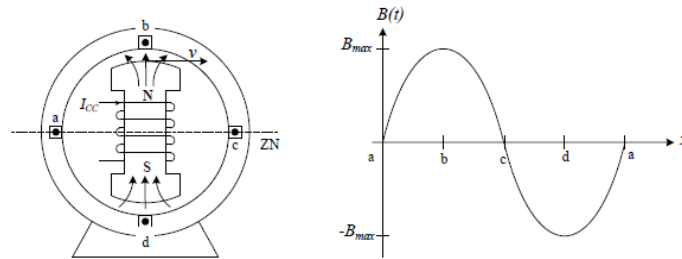


Figura 6. Onda Senoidal a partir de la rotación del inductor (ROMAN, 2014, pág. 15).

Explicación:

- Cuando la armadura alcanza la posición b-d, la espira (armadura) se mueve en forma perpendicular al campo magnético, por lo tanto, corta el máximo número de líneas por segundo y el voltaje está en su punto máximo.
- Cuando gira la armadura y pasa la posición a-c, el voltaje cae cuando ya no está perpendicular al campo magnético, al estar paralela al campo magnético el voltaje inducido es cero.

Son estas variaciones de sentido y de intensidad del campo magnético las que inducirán en la bobina una diferencia de potencial (voltaje) que cambia de valor y de polaridad siguiendo el ritmo del campo. Este sistema está basado en la ley de Faraday.

4.3.1. Ley de Faraday.

“La ley de Faraday establece que si un flujo magnético atraviesa la espira de un alambre conductor, se inducirá en esta un voltaje directamente proporcional a la tasa de cambio del flujo con respecto al tiempo” (Chapman, 2005, pág. 28).

Es decir, la fuerza inducida \mathcal{E} en un circuito es igual al valor negativo de la rapidez con la cual está cambiando el flujo que atraviesa el circuito. La ecuación 1 define esta ley y se puede expresar como: Ecuación 1.

Ecuación 1. Ley de Faraday (Chapman, 2005, pág. 29)

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

\mathcal{E} : Fuerza electromotriz inducida

Φ : Flujo magnético

El signo negativo de la expresión indica que la fuerza electromotriz inducida \mathcal{E} , se opone al cambio de flujo magnético $d\Phi$. Este signo negativo se debe a la ley de Lenz.

4.3.2. Ley de Lenz.

“Establece que la dirección del voltaje inducido en la bobina es tal que si los extremos de esta estuvieran en cortocircuito, se produciría en ella una corriente que generaría un flujo opuesto al flujo inicial” (Chapman, 2005, pág. 29), de esta forma se relacionan, los cambios producidos en el campo eléctrico en un conductor con la variación de flujo magnético en dicho conductor, y afirma que las tensiones o voltajes inducidos sobre un conductor y los campos eléctricos asociados son de un sentido tal que se oponen a la variación del flujo magnético que las induce. Esta ley se llama así en honor del físico germano-báltico Heinrich Lenz, quien la formuló en el año 1834

Si tenemos una bobina enrollada en un **conductor 1** por el que circula un flujo magnético y este es incrementado, en la bobina se forma un voltaje el cual a su vez genera un flujo que se opone al flujo magnético **del conductor 1**, una corriente eléctrica que circule produce el flujo opuesto. Por ende el voltaje inducido en la bobina debe tener la polaridad adecuada para inducir el flujo opuesto.

Por tanto, la polaridad de una tensión tal, que tiende a producir una corriente, cuyo campo magnético se opone siempre a las variaciones del campo existente producido por la corriente original.

El flujo de un campo magnético uniforme a través de un circuito plano viene dado por:

$$\Phi = \mathbf{B} \cdot \mathbf{S} = BS \cos \alpha,$$

Dónde:

Φ = Flujo magnético. La unidad en el SI es el weber (Wb).

\mathbf{B} = Inducción magnética. La unidad en el SI es el tesla (T).

S = Superficie definida por el conductor.

α = Ángulo que forman el vector S perpendicular a la superficie definida por el conductor y la dirección del campo.

Si el conductor está en movimiento el valor del flujo será:

$$\Phi = \int_S B \cos \alpha dS$$

A su vez, el valor del flujo puede variar debido a un cambio en el valor del campo magnético:

$$d\Phi = dB \cdot S \cdot \cos(\alpha).$$

En este caso la Ley de Faraday afirma que la tensión inducida en cada instante tiene por valor:

Ecuación 2. Ley de Lenz (Chapman, 2005, pág. 30).

$$\mathcal{E} = -n \frac{d\Phi}{dt}$$

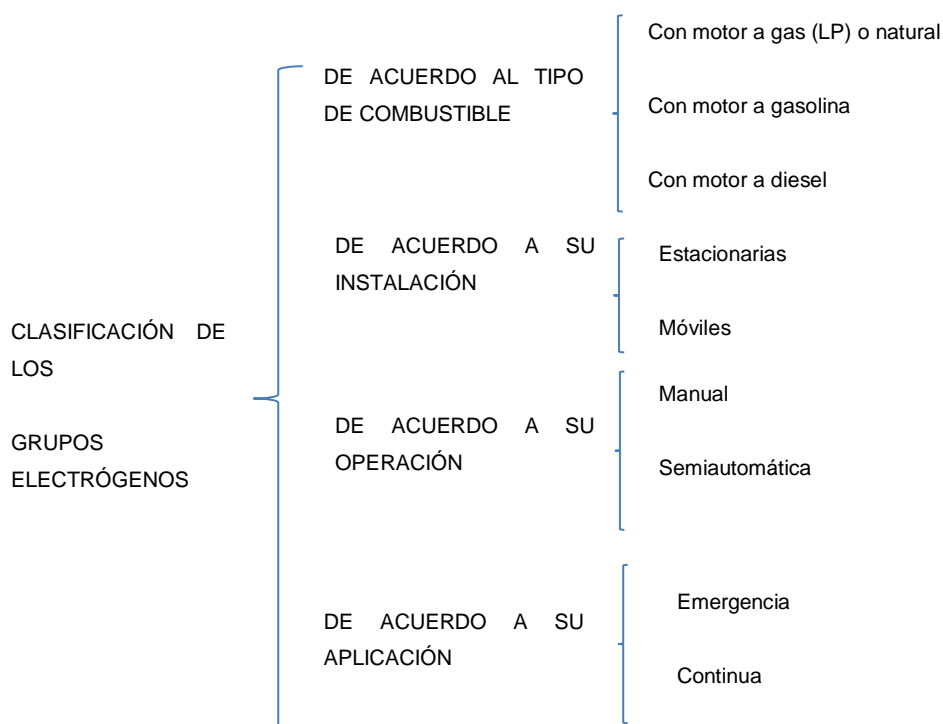
Donde \mathcal{E} es el voltaje inducido y $d\Phi/dt$ es la tasa de variación temporal del flujo magnético Φ . La dirección de voltaje inducido (el signo negativo en la fórmula) se debe a la oposición al cambio de flujo magnético.

4.4. Grupos electrógenos y su clasificación.

(de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 60) Un grupo electrógeno, es un sistema formado por un motor primario y una máquina eléctrica generadora. El motor primario generalmente de explosión, proporciona potencia mecánica en la máquina eléctrica, la potencia mecánica entregada, se transforma en potencia eléctrica. Esta combinación proporciona energía eléctrica de las características requeridas.

Los Grupos electrógenos se clasifican de la siguiente manera:

Cuadro 1. Clasificación de los grupos electrógenos.



4.4.1. Grupos electrógenos a gas, industriales.

Son equipos con sistemas de combustible que usan tanto gas natural, como propano, su rango de potencia puede ir desde los 10Kw. hasta 2,5Mw, un ejemplo de este tipo de generador se observa en la Figura 7.



Figura 7. Grupo electrógeno a gas (JINAN DIESEL ENGINE CO., 2014).

4.4.2. Grupos electrógenos a diesel industriales.

Estos son los sistemas de emergencia más usados en aplicaciones de potencia continua el cual puede ir en un rango de 5Kw. hasta 2.5Mw, están equipados con motores diesel, además poseen un sistema de control de velocidad de rotación dado por el suministro de combustible en la bomba de inyección, de manera que en caso de variación de la carga no se produzcan variaciones en la frecuencia y voltaje.

Generalmente son equipos estacionarios que deben instalarse en locales específicamente habilitados para este fin, pues de esta manera se aislará los ruidos y las vibraciones que este produce. Figura 8.



Figura 8. Grupo electrógeno Diesel (Caterpillar, 2015).

4.4.3. Grupos electrógenos a gasolina.

Son grupos electrógenos de baja potencia que se accionan con motores Otto, estos equipos se fabrican en forma de un bloque integrado de manera que todos los componentes queden contenidos en un módulo con forma de paralelepípedo. Este tipo de grupo electrógeno funciona con gasolina, son del tipo portátil y su rango de potencia puede ir hasta 10Kw. Figura 9.



Figura 9. Grupo electrógeno a gasolina (Pintulac, 2015).

4.4.4. Grupos electrógenos móviles.

Son equipos de potencia superior a los grupos electrógenos que funcionan a gasolina; regularmente se accionan con motores diesel y se caracterizan por que se los puede montar sobre trineos, remolques, o en casos mayores dentro de contenedores. Figura 10.



Figura 10. Grupo Electrónico mediano de remolque. (Caterpillar, 2015)

4.4.5. Grupos electrógenos encapsulados e insonorizados.

Son equipos fabricados con encapsulados solo de protección o acústicos para reducir los niveles de ruido. Figura 11.



Figura 11. Grupo electrónico encapsulado. (Pintulac, 2015).

4.4.6. Grupo electrónico de emergencia.

Son comúnmente utilizados cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico de la red pública y necesiten de otra fuente de energía alterna para abastecerse en caso de emergencia para no parar la producción. Figura 12.

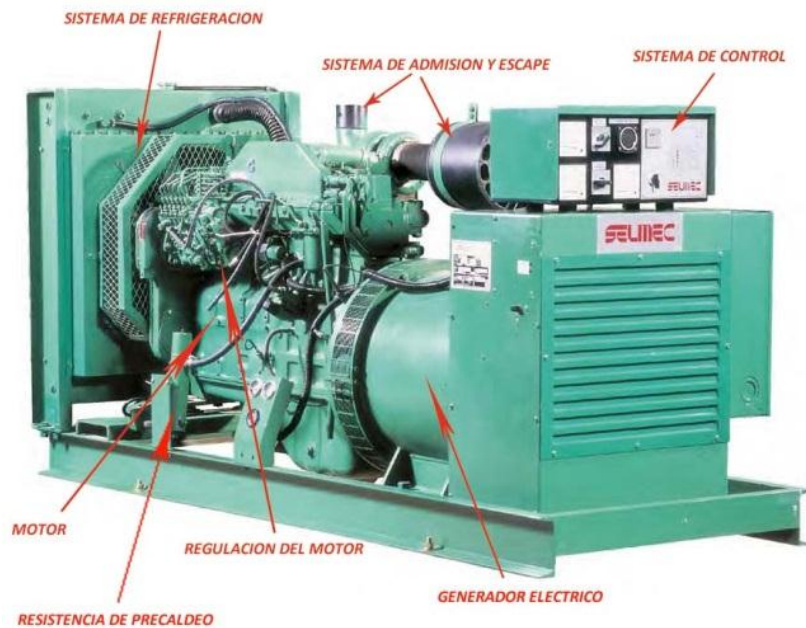


Figura 12. Grupo Electrónico de Emergencia (JINAN DIESEL ENGINE CO., 2014).

4.5. Partes de un grupo electrónico.

Los grupos electrónicos están compuestos principalmente de:

- Un motor de combustión interna.
- Un generador de corriente alterna.
- Un circuito de control de arranque y paro.
- Instrumentos de medición.
- Control electrónico basado en un microprocesador
- Tanque de combustible.
- Regulador de velocidad.
- Silenciador.



- Figura 13. Partes de un Grupo Electrónico (CVONLINE, 2015).

4.5.1. Motor de Combustión Interna.

El motor representa la fuente de energía mecánica para que el alternador gire y genere electricidad. Existe dos tipos de motores comúnmente usados: motores de gasolina y de gasoil (diesel).

Los motores diesel son los más utilizados en los grupos electrógenos por sus prestaciones mecánicas, ecológicas y económicas.

Partes principales de un motor de combustión interna (Nuñez, 2010).

- Sistema de combustible.
- Sistema de admisión de aire.
- Sistema de enfriamiento.
- Sistema de lubricación.
- Sistema eléctrico.
- Sistema de arranque.
- Sistema de protección.

Sistema de combustible.

(Nuñez, 2010) El sistema de combustible debe ser capaz de entregar un suministro de combustible limpio y continuo, y debe estar respaldado por un depósito de combustible de acuerdo a la potencia del grupo electrógeno, es recomendable tener un depósito de uso diario y uno de mayor capacidad para evitar paros por falta de combustible.

Sistema de admisión de aire.

(Nuñez, 2010) El aire admitido por el motor debe ser aire limpio y frío, este es aspirado de la zona que rodea el grupo a través del filtro de aire del motor. En casos especiales donde el polvo o calor se encuentran cerca de la entrada de aire, se debe instalar una conducción de aire externa la cual viene de fuera con aire limpio y fresco.

Sistema de enfriamiento.

(Nuñez, 2010) El sistema de enfriamiento del motor consta de un radiador, termostato y un ventilador de acuerdo a la capacidad de enfriamiento requerida. La función del radiador es, intercambiar el calor producido por el motor al hacer pasar aire forzado a través de él. El ventilador es el que fuerza el aire a través del radiador el cual es movido,

por el cigüeñal o por un motor eléctrico en algunos casos. El termostato es el que se encarga de que el motor trabaje en un rango de temperatura óptima para un buen desempeño abriendo y cerrando, según los rangos de temperatura.

Sistema de Lubricación.

(Nuñez, 2010) Este sistema se encarga de mantener lubricadas todas las partes móviles del motor, a sí mismo sirve como medio refrigerante. La función es crear una película de aceite lubricante, en las partes móviles, evitando el contacto metal con metal. Consta básicamente de:

- Bomba de circulación de aceite.
- Válvula reguladora de presión.
- Filtro de aceite.
- Conductos externos e internos para circular el aceite.

Sistema Eléctrico.

(Nuñez, 2010) El sistema eléctrico del motor es de 12 ó 24 VDC con el negativo a masa y dependiendo del tamaño del grupo este puede contener uno o dos motores de arranque, cuenta con un alternador para cargar la batería autoexcitado, autorregulado y sin escobillas.

El alternador es accionado por el cigüeñal a través de una transmisión flexible (banda-polea), teniendo como finalidad recargar la batería cuando el grupo electrógeno se encuentra en operación, sus principales componentes son:

- Rotor (piezas polares)
- Estator (inducido)
- Carcaza
- Puente rectificador (puente de diodos).

Sistema de arranque.

(Nuñez, 2010) Puesto que el motor de combustión interna no es capaz de arrancar por sí solo, debido a que se requiere vencer el estado de reposo en que se encuentra el motor de combustión interna, se requiere de un motor de arranque el cual puede ser cualquiera de los siguientes tipos.

- Motor de arranque eléctrico.
- Motor de arranque neumático.

Es muy importante tener en buen estado las baterías, ya que este tipo de motores demandan una cantidad muy elevada de corriente en el arranque.

4.5.2. Generador de corriente alterna.

El generador sincrónico de corriente alterna, está compuesto por las siguientes partes, como se muestra en la Figura 14.

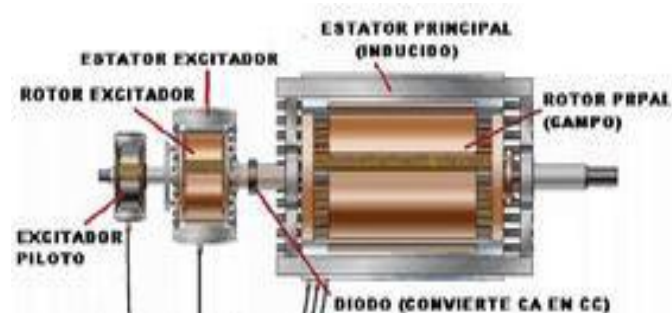


Figura 14. Partes del Alternador A.C (CVONLINE, 2015).

- Inductor principal.
- Inducido principal.
- Inductor de la excitatriz.
- Inducido de la excitatriz.
- Puente rectificador trifásico rotativo.
- Regulador de voltaje estático. Caja de conexiones.

4.5.3. Circuito de control de arranque y paro.

El circuito del motor de arranque y protecciones de la máquina consta de las siguientes funciones:

Retardo al inicio del arranque e intentos de arranque: Retardo programable al arranque del motor, por seguridad en caso en que este equipo actúe en stand by (emergencia) frente a cortes de energía. Los intentos de arranque se programan en un número máximo y mínimo.

El control monitorea las siguientes fallas: Tiempo de arranque, baja presión de aceite, alta temperatura, sobre y baja velocidad, no generación, sobrecarga, bajo nivel de

combustible, nivel de refrigerante, paro de emergencia y cuenta con algunos casos de entradas y salidas programables dependiendo del control que se use.

Solenoide de la máquina: Solenoide auxiliar de arranque, activa paso de combustible (Válvula de combustible).

Fusibles: Para la protección del control y sistema de medición.

Cuenta con indicador de fallas el cual puede ser: Alarma audible o Mensaje.

Desplegado en el display: Indicador luminoso (tipo incandescente o led).

4.5.4. Instrumentos de Medición.

Los instrumentos de medición que se instalan normalmente son los siguientes:

Voltímetro de A.C. con su conmutador, Amperímetro de A.C. con su conmutador, Frecuencímetro digital integrado en el controlador, Horómetro digital integrado en el controlador.

4.5.5. Control Electrónico.

Controla las operaciones del grupo electrógeno, además lo protege contra fallos en el funcionamiento, a través de un microcontrolador programado de fabricación.

4.5.6. Silenciador.

Todos los grupos electrógenos emiten ruidos debido al tubo de escape, al motor y al flujo de aire, el silenciador permite reducir la emisión de ruidos producidos, algunos grupos electrógenos pueden llevar cubiertas que absorben el ruido en exceso.

4.5.7. Tanque de Combustible.

El motor y el alternador están acoplados y montados sobre una bancada de acero de gran resistencia. La bancada incluye un depósito de combustible con una capacidad mínima de 8 horas de funcionamiento a plena carga.

4.5.8. Regulador de Velocidad.

El regulador del motor es un dispositivo mecánico diseñado para mantener una velocidad constante del motor con relación a los requisitos de carga. La velocidad del motor está directamente relacionada con la frecuencia de salida del alternador, por lo que cualquier variación de la velocidad del motor afectará a la frecuencia de la potencia de salida.

4.6. Sistemas de control automático.

Los componentes básicos de un sistema de control se describen mediante:

- Objetivos de control.
- Componentes del sistema de control.
- Resultados o salidas.

El objetivo de un sistema de control es controlar las salidas en alguna forma prescrita mediante las entradas a través de los elementos del sistema de control.

Un sistema automático de control es un conjunto de componentes físicos conectados o relacionados entre sí, de manera que regulen o dirijan su actuación por sí mismos, es decir, sin intervención humana. En la actualidad los sistemas automáticos juegan un gran papel en muchos campos, mejorando nuestra calidad de vida.

Todo sistema o planta industrial presenta una parte actuadora, que corresponde al sistema físico que realiza la acción, y otra parte de mando o control, que genera las órdenes necesarias para que esa acción se lleve o no a cabo.

Los sistemas de control deben cumplir los siguientes objetivos:

- Ser estables y robustos frente a perturbaciones y errores en los modelos.
- Ser eficiente según un criterio preestablecido evitando comportamientos bruscos e irreales.

4.7. Sistema de transferencia de energía eléctrica.

El sistema de transferencia eléctrica es utilizado en lugares donde la continuidad del servicio eléctrico, es fundamental.

En la actualidad son muchas las empresas que deciden instalar un sistema auxiliar de energía eléctrica por tres motivos generales:

- No hay red eléctrica disponible.
- No llega suficiente potencia de la red eléctrica como para cubrir las necesidades.
- Para protegerse frente a la posibilidad de pérdidas periódicas o habituales de potencia de la red eléctrica pública que pueden ocasionar, pérdidas económicas, de potencia, de luz, apagado de equipos informáticos, apagado de equipos de mantenimiento de las constantes vitales, pérdida de producción, pérdida de datos archivados y de productos, o incluso de vidas humanas.

4.7.1. Componentes de un sistema de Doble Acometida.

(Velasquez Ingenieros Asociados S.A.S, 2015) Podemos indicar los siguientes componentes Figura 15:

- Alimentación Normal (Red eléctrica pública).
- Planta de Emergencia (Grupo Electrónico).
- Control Maestro (Control de Motor).
- Circuito de Control de Transferencia y Paro.
- Unidad Básica de Transferencia.
- Carga.

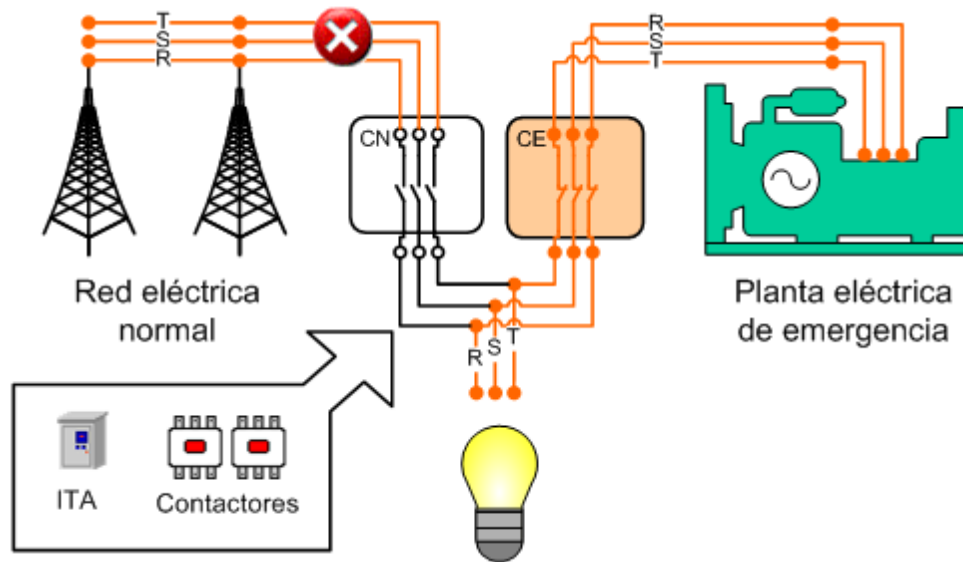


Figura 15. Elementos del Sistema de Transferencia Eléctrica (Velasquez Ingenieros Asociados S.A.S, 2015).

4.7.2. Transferencia automática de energía eléctrica.

La transferencia automática de energía eléctrica, es un sistema que consiste en poner en marcha un grupo electrógeno de emergencia y realizar el cambio o transferencia entre las redes de suministro de energía eléctrica en forma automática sin intervención humana, cuando se produzca una interrupción del servicio de electricidad de la red principal a consecuencia de algún fallo. Este automatismo se puede realizar por medio de un controlador lógico programable (PLC).

Una transferencia automática resulta un complemento muy útil para un grupo electrógeno de emergencia, en aquellos casos en que se necesite un suministro de energía constante, la operación en modo automático brinda la comodidad y tranquilidad al momento de una falla en la red externa de energía.

La automatización del sistema de transferencia de energía eléctrica realiza la siguiente serie de acciones cronológicamente ante una falla eléctrica, en función de poner en marcha el grupo electrógeno:

Comportamiento frente a una falla de energía externa.

La unidad se encuentra supervisando la presencia de las tres fases de voltaje de entrada en modo permanente y permanece a la espera de una falla eléctrica.

Arranque de motor.

(ComAp, 2015), Pone en marcha el grupo electrógeno en forma automática, operación que se verifica con el encendido de la luz indicadora de contacto ON, seguidamente energiza el motor de arranque, encendiendo la luz del indicador arranque START y una vez establecido, quita la energía al arranque. Esta operación se verifica con el apagado de la luz correspondiente. A partir de este momento, espera el tiempo programado para precalentamiento del motor (programable de 0 a 255 segundos).

Transferencia de cargas.

Una vez superado el tiempo de precalentamiento, inicia la transferencia, habiendo anteriormente desconectado ya el contactor de red, procede a conectar el contactor del grupo electrógeno. Figura 16

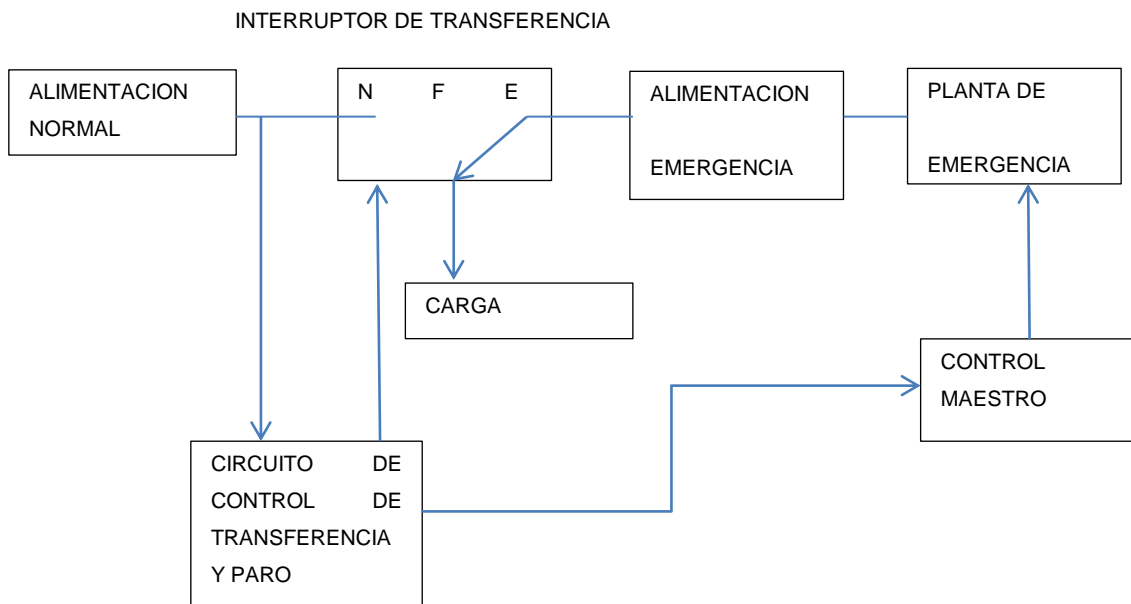


Figura 16. Sistema control de transferencia instalado interruptor generador carga.

Espera a la normalización de red externa.

Una vez terminada la rutina de transferencia de cargas, queda en espera del retorno de la red externa y controlando permanentemente el normal funcionamiento del grupo generador.

Reconexión a red externa.

(ComAp, 2015) Cuando se detecta el retorno de red externa, la unidad esperará que la misma se mantenga normal por un periodo programable de 0 a 255 segundos. Superado tal tiempo se producirá el paso a la rutina de reconexión a red externa. Figura 17.

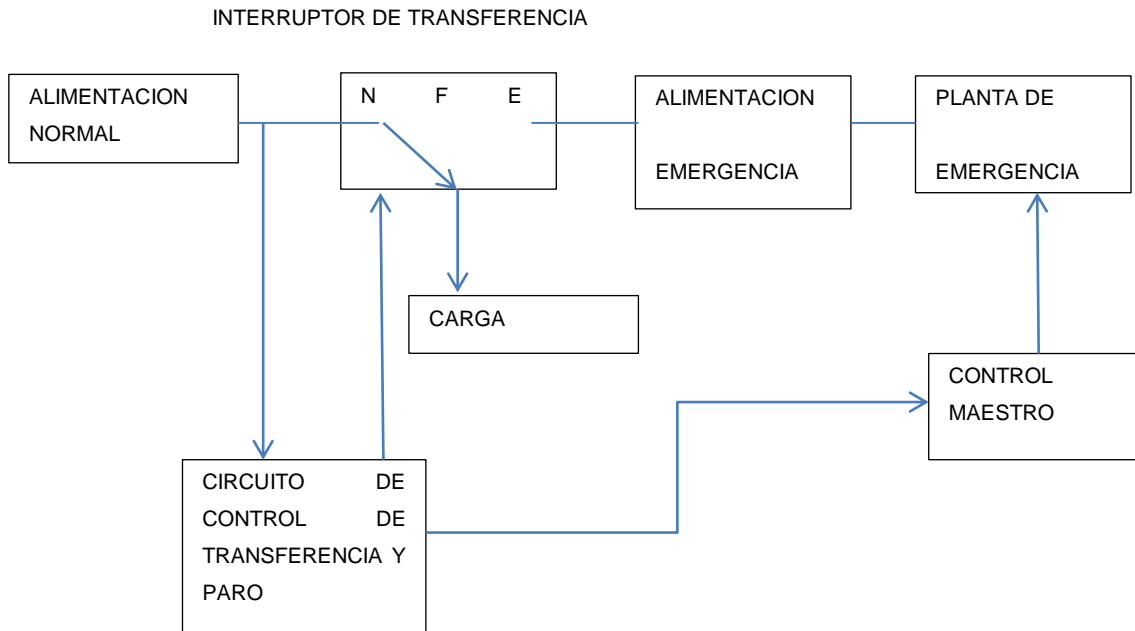


Figura 17. Sistema control de transferencia instalado interruptor red pública carga.

Finalización de maniobra de reconexión a red externa.

(ComAp, 2015) Una vez devuelta la carga a Red Externa, se esperará el tiempo programado de apagado del motor (tiempo variable de 0 a 255 segundos), útil por ejemplo para permitir una baja de temperatura del motor por encontrarse sin carga antes de apagarlo. Luego de este tiempo se quitará el contacto al grupo finalizando así el ciclo de transferencia por falla en el suministro de la Red Externa.

Una vez apagado el grupo normalmente, el sistema permanecerá en alerta para una nueva llamada de transferencia. La transferencia automática de energía eléctrica, es aplicable a todo tipo de sistema eléctrico, permite además operar como protección en sistemas trifásicos y monofásicos.

Aprovechando los avances de la electrónica y de la automatización, se puede desarrollar TTA (Tableros de transferencia automática) con mayor eficiencia y confiabilidad, de las siguientes características:

Transferencias Sencillas.- (Velasquez Ingenieros Asociados S.A.S, 2015) Con la configuración de Red/Planta, se construyen con un par de contactores o suiche doble tiro.

Transferencias Múltiples.- (Velasquez Ingenieros Asociados S.A.S, 2015) Con la configuración de Red/Planta, Planta/Planta y Red 1/Red 2/Planta, se construyen con más de 2 contactores o suiches doble tiro.

(ComAp, 2015) La unidad de transferencia de energía eléctrica puede ser cualquiera de las que se mencionan a continuación, según la capacidad del control electrónico:

- Contactores electromagnéticos.
- Interruptores termomagnéticos.
- Interruptores electromagnéticos.

Por motivos de seguridad del sistema de transferencia de redes, se utilizan enclavamientos eléctrico, electrónico o mecánico, con el objetivo de asegurar que nunca se activen los dos contactores que suministran energía eléctrica al mismo tiempo, lo que puede provocar grandes daños al sistema eléctrico conectado.

4.8. Sistema de control o mando del grupo electrógeno.

(de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 260) Los circuitos de mando en un grupo electrógeno, actúan en el manejo de los circuitos de potencia a distancia, esta circunstancia evitará que los operarios que controlan un proceso tengan que efectuar desplazamientos innecesarios y el sistema de transferencia entre en funcionamiento rápidamente sin pérdidas de tiempo.

(de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 260) En el circuito de mando se representa la lógica cableada del automatismo mediante cables conductores y en él se incluirán los equipos que por un lado reciben la información de los distintos elementos de captación de señales.

Los elementos básicos de un circuito de control son:

- Actuador.
- Protecciones.
- Controles automáticos.
- Controles Manuales.

- Indicadores.

4.8.1. Sistema electrónico de control para grupos electrógenos.

El controlador, o panel de control, es un dispositivo electrónico modular, que permite realizar las operaciones de arranque y paro del grupo eléctrico, en diferentes modos: automático, manual, remoto o en sincronismo, a más de monitorear el funcionamiento del motor y del generador.

El control contiene diferentes sistemas electrónicos internos, que al comunicarse con elementos externos periféricos, llamados sensores, obtiene los datos de funcionamiento del motor y del generador, los procesa y entrega una señal de respuesta.

Los paneles de control, existen en una variedad de clases y gamas; dependiendo del fabricante, podemos encontrar controladores sencillos, para cubrir escasamente las necesidades básicas de encendido, apagado y vigilancia de un grupo eléctrico con el monitoreo de no más de una o dos variables, en este caso el encendido y apagado es de forma manual el cual puede ser ejecutado con una llave o pulsadores.

Adicional se tienen controles electrónicos de gama alta con exactitud y sistemas de procesamiento muy superiores, que proporcionan un alto nivel de autonomía al grupo eléctrico.

4.8.2. Sistema electrónico de control IntelliLite para grupos electrógenos.

(ComAp, 2015) IntelliLite AMF20 es un controlador de grupos eléctricos individuales que operan en modo de espera o por modo, apto para motores con encendido eléctrico. El control IL-NT AMF25 posee características extendidas para motores electrónicos y módulos de extensión.

El control IntelliLite, está equipado con una pantalla gráfica o interfaz de hombre máquina, que muestra iconos, símbolos y gráficos para un manejo intuitivo, que establece, junto con la alta funcionalidad, nuevos estándares en Gen-set controles.

IntelliLite inicia automáticamente el grupo eléctrico, y lo apaga al cerrar el CB Gen-set cuando todas las condiciones se cumplen, entonces detiene el motor en una señal externa o pulsando botones pulsadores.

(ComAp, 2015) IntelliLite también proporciona soporte de motores de gas sin ventilación.

Se ha elegido este tipo de control por su fácil uso y configuraciones predefinidas. Figura 18.



Figura 18. Control IntelLite AMF (ComAp, 2015).

Características Técnicas y de funcionalidad de control IntelLite **AMF 20**. (ComAp, 2015)

- Compacto juego-gen controlador de un solo grupo electrógeno que funciona en modo de espera.
- Cumple con todos los requisitos para Mains Auto Failure (AMF) aplicaciones.
- Monitoreo grupo electrógeno completo y protección.
- Soporte de motor con mensajes de diagnóstico en texto plano a través display.
- Evento detallado de alarmas y registro de rendimiento.
- Múltiples idiomas (por el usuario) en el controlador.
- Plug-in y bus CAN capacidad de los módulos de extensión.
- WebSupervisor.
- SMS automático de alarma o evento.
- On-line de control y vigilancia sobre las páginas web (servidor web incorporado) a través de plug & play IB-Lite.
- Opcional módem GSM / GPRS / Internet inalámbrico a través de IL-NT GPRS.
- Protección contra el robo de combustible y monitoreo total del consumo de combustible.
- Soporta de energía primaria (MRS) aplicaciones.
- GCB automática y manual y control MCB.
- Entrada de pickup magnético.
- Mediciones RMS.
- Medición de potencia de 3 fases de grupo electrógeno y la red incl. kW/h.
- 3 entradas analógicas configurables.
- 7 entradas binarias.
- 7 salidas binarias.

Explicación de funciones principales del control Intelilite AMF 20

Medición de tensiones: La medición de tensiones se realiza en niveles de verdadero valor eficaz, para las tres tensiones de Red Comercial, como las tres tensiones de Generador. Figura 19.

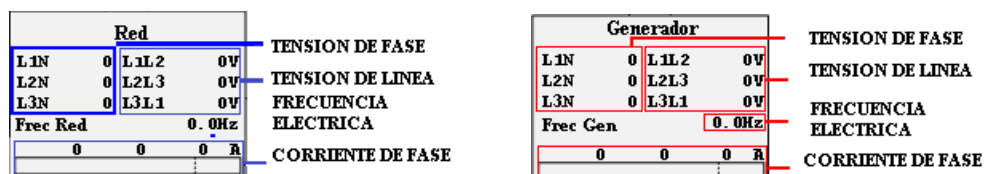


Figura 19. Visualización de los valores de Tensión RMS de Red pública y Generador (ComAp, 2015)

Medición de corrientes: (ComAp, 2015) La medición de corrientes es efectuada en verdadero valor eficaz, tres fases de carga, más un cable común, toman la señal de tres transformadores de corriente con el secundario en relación de 5A. El valor de las corrientes en visualizado en la pantalla del controlador.

Medición de frecuencia: (ComAp, 2015) La medición de frecuencia eléctrica, de la red pública y generador, se toma de la tensión, es visualizada en la pantalla del controlador.

Teleseñales: “Las teleseñales, se disponen sobre la bornera XT” (ComAp, 2015)

Tabla 1. Teleseñales de control IntelliLite AMF

Falla parada de grupo	TTA en Manual
Parada de Emergencia	Falla de Grupo
Bajo nivel de combustible	GE en Vacío
Falla Cargador	GE en Servicio
Red Anormal	Paro de Emergencia

4.8.3. Modos de funcionamiento de un grupo electrógeno.

Modo Off: (ComAp, 2015) No es posible arrancar el grupo electrógeno, no hay reacción si los botones Start, Stop, I/O se presionan. Antes una falla de la Red, abre el interruptor, al retornar la red cierra interruptor de red.

Modo Man: (ComAp, 2015) El TTA (transferencia automática) responde a los comandos del frente del controlador.

Modo AUT: (ComAp, 2015) El arranque/parada del grupo electrógeno está en función de la evaluación de los parámetros de red eléctrica. El controlador, no responde si se presionan los botones Start, Stop, I/O. Los parámetros de red que se analizan son sub tensión, sobre tensión, sub frecuencia, sobre frecuencia y asimetría de tensión. Si durante el arranque los parámetros de red no están dentro del rango establecido, el contactor/interruptor de red se cierra y se detiene el ciclo de arranque del grupo electrógeno.

Si los parámetros de Red Comercial durante el ciclo de parada se establecen fuera de rango, se detiene el ciclo de parada y el grupo electrógeno continúa en marcha.

Modo TEST: (ComAp, 2015) El parámetro de seteo Regreso de TEST influye en el funcionamiento, por tanto, el grupo electrógeno se inicia automáticamente siempre que se está ejecutando el modo Test.

ReturnFromTEST = MAN

Cuando se selecciona el modo Test, el grupo electrógeno arranca y permanece sin carga.

Ante un corte de la energía de red, el interruptor de red abre y se cierra el interruptor de generador del TTA, el grupo permanece con carga y no realiza la transferencia al retornar la energía de red. Sólo se transfiere la carga a la red cuando se pasa al modo AUT.

Si se presionan los botones Start, Stop, I/O estos no responden.

ReturnFromTEST = AUT

Mientras que el modo TEST es seleccionado, grupo electrógeno está funcionando sin carga.

Ante un corte de la energía de red, el interruptor de red abre y se cierra el interruptor de grupo, el grupo permanece con carga al retornar la red, se produce la re transferencia a la red.

El motor se mantiene funcionando

Para parar el grupo electrógeno debe selección un modo que no sea TEST

Si se presionan los botones Start, Stop, I/O estos no responden

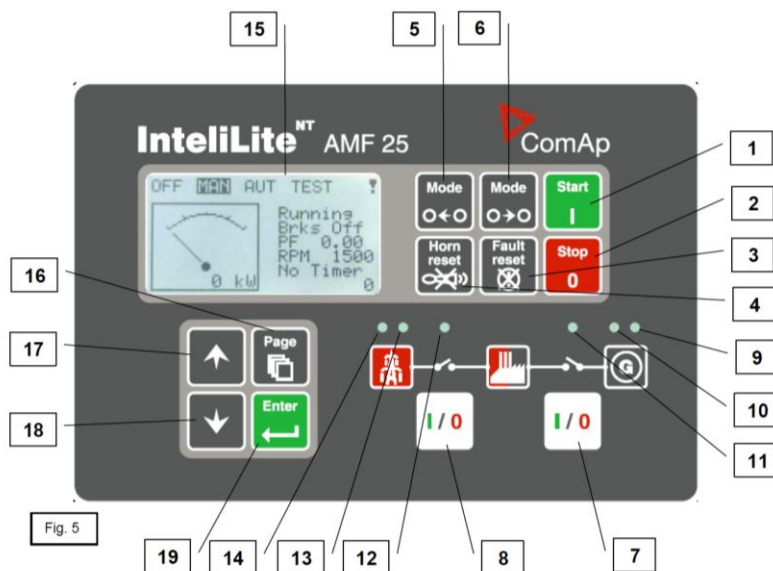


Figura 20. Panel de control de Intelilite AMF. (ComAp, 2015)

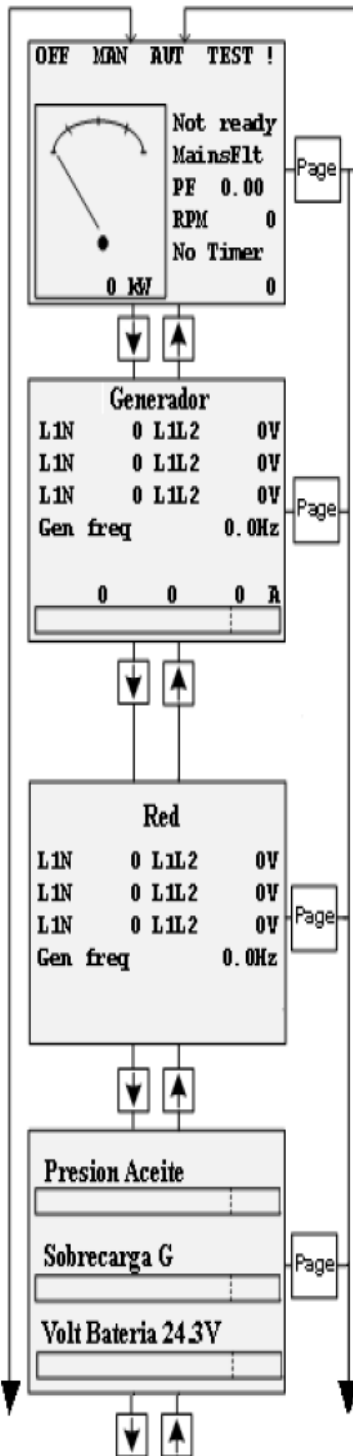
Tabla 2. Botones control Intelilite AMF (ComAp, 2015)

POSICIÓN	DESCRIPCIÓN
1	ARRANQUE. Sólo funciona en modo MAN. Pulse este botón para iniciar la secuencia de arranque del motor
2	PARADA. Sólo funciona en modo MAN. Pulse este botón para detener la secuencia del Grupo. Si deja pulsado o pulsa repetidamente el botón durante 2 s, se cancelará la fase actual de la secuencia de parada (por ejemplo, el enfriamiento) y se continuará con la siguiente fase.
3	REAJUSTE DE FALLO. Utilice esté botón para marcar las alarmas como atendidas y desactivar el sonido de

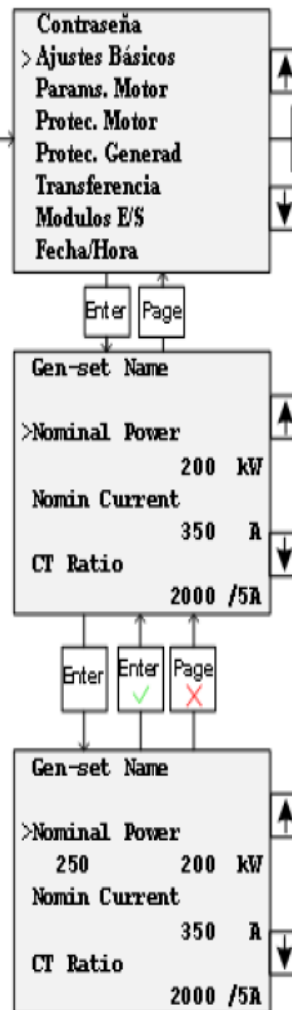
	la bocina. Las alarmas inactivas desaparecerán inmediatamente y el estado de alarmas activas pasará a "confirmado", con lo que desaparecerán tan pronto como desaparezca el motivo por el que suenan.
4	REAJUSTE DE BOCINA. Utilice este botón para desactivar la bocina sin marcar las alarmas como confirmadas.
5	MODO IZQUIERDA. Utilice este botón para cambiar el modo. Sólo funciona si cuando se visualiza la pantalla principal con el indicador de modo seleccionado actual.
6	MODO DERECHA. Utilice este botón para cambiar el modo. Sólo funciona cuando se visualiza la pantalla principal con el indicador de modo seleccionado actual.
7	Interruptor de Grupo. Sólo funciona en modo MAN. Pulse este botón para abrir o cerrar el interruptor de Grupo manualmente. Tenga en cuenta que deben darse unas ciertas condiciones o el cierre del Interruptor de Grupo estará bloqueado.
8	Interruptor de Red. Sólo funciona en modo MAN. Pulse este botón para abrir o cerrar el interruptor de Red manualmente. Aviso: ¡Con este botón puede desconectar la carga del suministro principal !Asegúrese de que sabe lo que va a hacer!.
9	Fallo del grupo eléctrico. El LED rojo comienza a parpadear cuando se produce un fallo en el grupo eléctrico. Después de presionar el botón REAJUSTE DE FALLO, el LED se enciende (si la alarma sigue aún activa) o se apaga (si ninguna alarma está activa).
10	Tensión del grupo eléctrico OK. El LED verde está encendido si el generador tiene una tensión dentro de los límites.
11	Interruptor de Grupo ON. El LED verde está encendido si el Interruptor de Grupo está conectado. Está dirigido por la señal de alimentación GCB.

12	Interruptor de Red ON. El LED verde está encendido si el Interruptor de Red está conectado. Está dirigido por la señal de alimentación MCB.
13	Tensión de la red OK. El LED verde está encendido si la red eléctrica principal está presente y dentro de sus límites.
14	Fallo de la red eléctrica principal. El LED rojo comienza a parpadear cuando se detecta un fallo en la red eléctrica principal y una vez que se ha arrancado el grupo electrógeno se ilumina permanentemente hasta que el fallo de la red eléctrica desaparece.
15	Visualización gráfica en B/N, 128x64 píxeles
16	PÁGINA. Utilice este botón para moverse por las diferentes páginas de visualización. Consulte el capítulo "Pantallas de visualización y estructuras de página" que sigue a esta tabla para más detalles.
17	ARRIBA. Utilice este botón para moverse hacia arriba o aumentar un valor.
18	ABAJO. Utilice este botón para moverse hacia abajo o reducir un valor.
19	INTRO. Utilice este botón para finalizar la edición de un punto de ajuste o para moverse a la derecha en la página de historia.

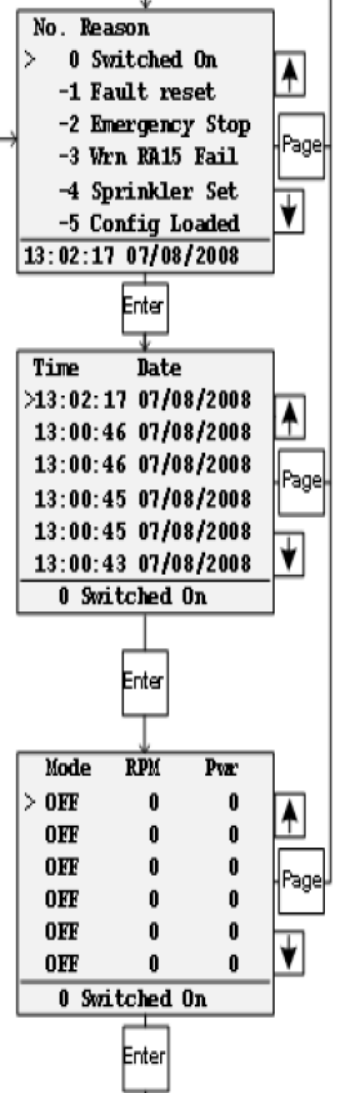
Medición

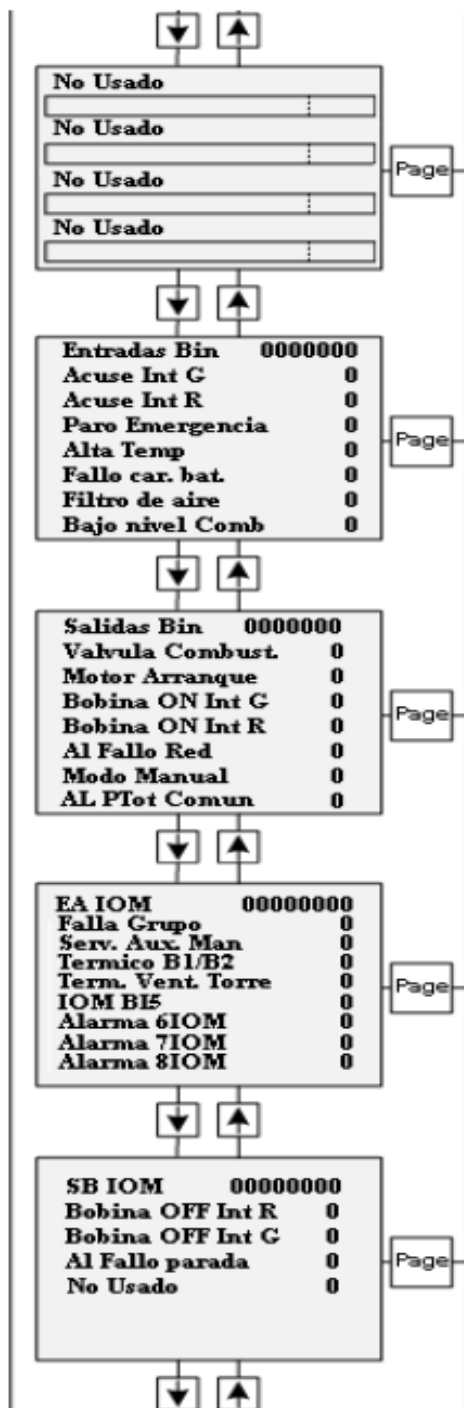


Puntos de ajuste



Registro de historia





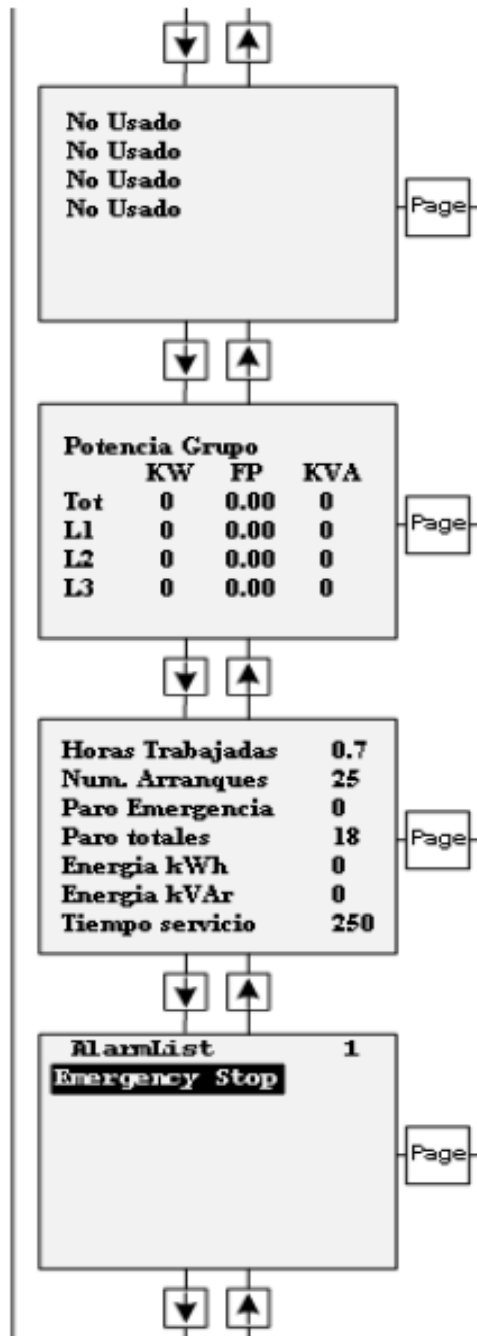


Figura 21. Estructura de páginas para programación desde control (ComAp, 2015)

4.9. Elementos de Potencia.

4.9.1. Interruptores.

(de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 248) Tienen como misión establecer, soportar e interrumpir la corriente de un circuito eléctrico que funciona con normalidad.

Condiciones de un interruptor:

- Las secciones de las piezas de contacto debe estar dimensionadas, de forma tal que permitan el paso de la corriente sin producir calentamientos no admisibles por las normas.
- Al abrirse un circuito mediante el interruptor, la extinción del arco debe ser rápida para evitar de esta forma el deterioro de los contactos, para esto la separación de los contactos debe ser brusca y de magnitud adecuada a la rigidez dieléctrica del medio en que estén inmersos.

Interruptores Automáticos.

(de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 248) A estos elementos categorizados como elementos de maniobra y protección, establecidos con un alto o medio poder de corte, están diseñados para restablecer o interrumpir el servicio eléctrico de diferentes partes de una instalación eléctrica. Por medio de un mecanismo de disparo se desconecta o deshabilita en presencia de intensidad de cortocircuito, intensidades de sobrecarga, sobretensiones y subvenciones, con opción de rearmarse o accionarse de forma manual, luego de producirse una desconexión por las razones antes indicadas; el tiempo de vida útil de este equipo viene dado por el número de reacciones del equipo, dadas por el fabricante.

(de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 249) Estos interruptores de modo automáticos son: unipolares, unipolares con neutro, bipolares, tripolares y tripolares con neutro, su principal característica es la sensibilidad de corte y la capacidad de maniobra; la capacidad de maniobra indica en mínimo número de maniobras que puede realizar y el poder el corte la corriente máxima que puede interrumpir, expresada normalmente en KA. (Kiloamperios).

Frente a sobre corrientes los interruptores se caracterizan por la protección: protección térmica, magnética, y magneto térmica.

“La protección magnética se consigue por medio de una lámina bimetálica que se deforma en presencia del calor que provoca una sobrecarga y que actúa sobre el dispositivo de apertura de los contactos de un interruptor que desconecta la instalación.

La respuesta de esta protección no es instantánea y su rapidez es una función inversa de la sobre intensidad que se produce” (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 249).

“La protección magnética, actúa cuando circula por una bobina dispuesta en el interruptor una intensidad muy superior a la nominal, produciendo la atracción de una pieza metálica que desplaza los contactos de interruptor y produce la apertura del circuito. La respuesta a esta protección es instantánea, por lo que tiende a despejar anomalías fuertes que producen intensidades muy elevadas” (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 249).

(de Francisco, Castillo, & Torres, 1993) Las protecciones magneto térmicas hacen referencia a las dos anteriores por lo que se usa para efectos de sobrecarga y cortocircuito.

Curvas tipo L (umbral de disparo I_n).

Curvas tipo U.

Curvas tipo D.

Estas curvas dependen del relé magneto térmico que incorporen. Figura 22.

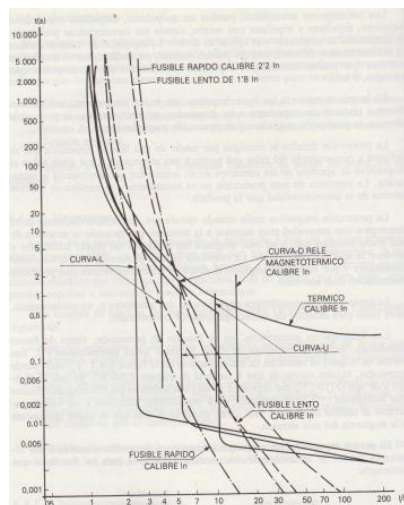


Figura 22. Curva de disparo de relés, de interruptores automáticos y de fusión de cortocircuito fusibles (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 250).

4.9.2. Contactores.



Figura 23. Contactor (GAMA, 2015).

(de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 250) Estos son equipos ubicados en la categoría de maniobra, su uso está difundido principalmente al poner en marcha instalaciones que poseen motores, “se pueden definir como aparatos de mando a distancia, que pueden cerrar o abrir circuitos, ya sea en vacío o con carga, también pueden interrumpir circuitos con fuentes sobrecargadas” (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 249). Por tal motivo los contactores pueden estar asociados a una protección térmica que genera la apertura del circuito o desenergización de la bobina del contactor en el caso de una sobre corriente o sobrecarga de la nominal.

Partes de un contactor: Figura 24.

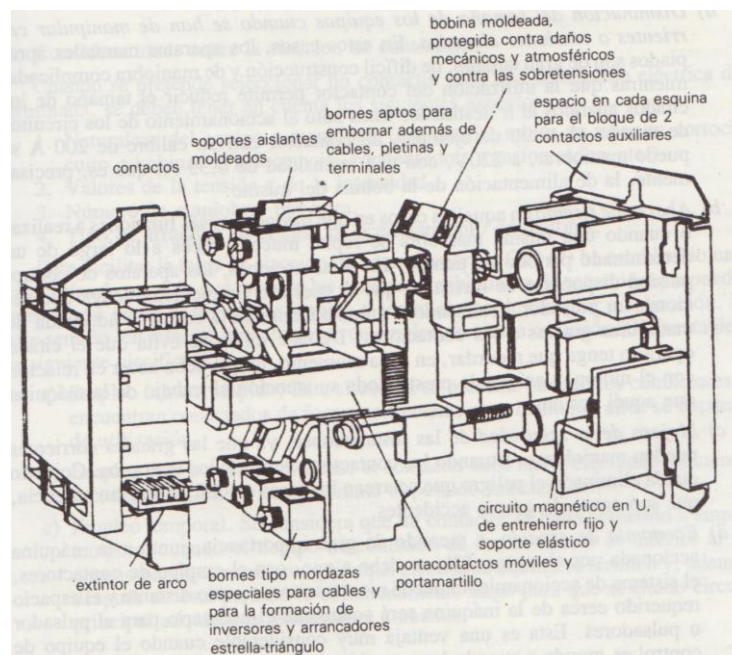


Figura 24. Partes constituyentes de un contactor (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 251).

- “Base o soporte: El elemento sobre el que se fijan los elementos del contactor.
- Electroimán: Formado por un circuito magnético y una bobina.
- Contactos Principales: Elementos que aseguran el establecimiento y corte de las corrientes principales. Según el número de vías del paso de corriente, el contactor será, bipolar, tripolar, tetra polar, etc., realizándose la maniobra de forma simultánea en todas las vías.
- Contactos auxiliares: son los elementos que forman parte del circuito auxiliar del contactor y realizan las funciones de señalización, enclavamiento, auto alimentación, etc.”. (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 251)

(de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 252) Si a un contactor que se mantiene en estado de reposo, le aplicamos un voltaje, este actúa directamente sobre la bobina del mismo, y se desencadena el siguiente proceso: la tensión aplicada en la bobina, crea un campo magnético, cuyo flujo, da lugar a un par electromagnético, capaz de vencer el par resistente del muelle de recuperación, y provoca, el desplazamiento de un elemento móvil (armadura móvil). Esta armadura al desplazarse acciona los contactos principales y auxiliares, del contactor, de tal modo que conmutan los contactos es decir se abren los que están cerrados y se cierran los que están normalmente abiertos. Cuando se interrumpe la alimentación de voltaje a la bobina del contactor, este conmuta los contactos, los cuales quedan en su estado normalmente cerrados y normalmente abiertos según corresponda.

4.9.3. Ventajas del uso de contactores ante el uso de equipos de maniobra accionados manualmente.

- Disminución del tamaño de los equipos: Para los casos en que se manipulan corrientes o tensiones elevadas, los equipos de maniobra manuales son de gran tamaño, de difícil construcción y de maniobra complicada, pero el uso del contactor permite, reducir el tamaño de los equipos destinados al accionamiento de los circuitos de mando. Ejemplo. Un contactor de 500 A es posible maniobrarlo a 220V con una corriente de 0.35 A que es la de alimentación de la bobina del mismo.
- Disminución de tiempo: Cuando tenemos el requerimiento de numerosas funciones a realizar o cuando la misma maniobra se repite por muchas veces a lo largo de un determinado periodo de tiempo, para estos casos los equipos de control se disponen de forma tal en la que un operario, deba accionar un pulsador suscitándose las diferentes acciones efectuadas por los contactores.

- Seguridad de las instalaciones: En vista de que las grandes corrientes pueden manejarse al situar los contactores lejos de los operarios, con esto se elimina el peligro que acarrearán los arcos eléctricos de gran potencia, que son la causa de graves accidentes.
- Economía de espacio: Con el empleo de contactores, el sistema de accionamiento puede ser montado en un punto distante y el espacio requerido cerca de la máquina será el necesario para el pulsador o pulsadores.
- Posibilidad de automatización: Los motores y procesos de producción de todo tipo con ayuda de los equipos detectores de magnitudes físicas como presión, temperatura etc.

4.9.4. Intensidad nominal térmica e Intensidad nominal de empleo.

(de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 253) La intensidad nominal térmica (I_{th}), es la intensidad que un contactor puede soportar en servicio continuo sin arcos de ruptura y sin experimentar calentamientos anormales según normas establecidas. El servicio continuo en un contactor es poco frecuente, ya que está sometido a picos de intensidad seguidos de instantes de reposo de forma cíclica.

La intensidad nominal de empleo: Es la corriente de utilización de un contactor para un servicio determinado, según normas establecidas, teniendo un valor fijo dependiendo del aparato eléctrico controlado, así como el número de maniobras hora del mismo.

4.9.5. Consideraciones para la elección de un contactor.

Se debe tener en cuenta los siguientes criterios (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 254):

- Naturaleza del equipo a maniobrar (resistencia, inductancia, capacitor, transformador etc.).
- Valor de tensión y de la intensidad.
- Numero de maniobras por hora.
- Tipo de arranque en el caso de accionamiento de motores.

Simbología.

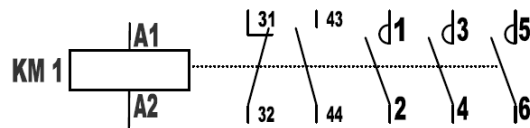


Figura 25. Simbología de un contactor. (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 260)

4.9.6. Clasificación de los contactores.

Por su construcción:

Contactores electromagnéticos: Su accionamiento se realiza a través de un electroimán.

Contactores electromecánicos: Se accionan con ayuda de medios mecánicos.

Contactores neumáticos: Se accionan mediante la presión de aire.

Contactores hidráulicos: Se accionan por la presión de aceite.

Contactores estáticos: Estos contactores se construyen a base de tiristores. Su dimensionamiento debe ser muy superior a lo necesario, la potencia disipada es muy grande, son muy sensibles a los parásitos internos y tiene una corriente de fuga importante además su costo es muy superior al de un contactor electromecánico equivalente.

Clasificación de los contactores por el tipo de corriente que alimenta a la bobina:

Contactores para corriente alterna.

Contactores para corriente continua.

4.9.7. Fusibles.

(de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 254) Son elementos de protección que están especialmente indicados para proteger las instalaciones eléctricas contra los efectos de corrientes de cortocircuitos. Su uso no es apropiado para temas de sobrecarga, para ello se debe usar una protección térmica relé térmico que actúe sobre el elemento de corte adecuado.

Un fusible es la parte de la instalación eléctrica que deliberadamente está diseñado de formas más débil que el resto de la instalación por esta razón en presencia de una sobrecarga o cortocircuito, la línea se interrumpe por el fusible, evitando de esta forma posibles lesiones humanas o desperfectos. El funcionamiento se basa en el calentamiento de un conductor que experimenta al ser atravesado por una corriente efecto Joule, dando lugar cuando esta es muy superior a la normal a la ruptura por fusión.

Los fusibles se componen fundamentalmente por una carcasa cerámica de gran resistencia a los efectos térmicos y dinámicos y de un conductor de bajo punto de fusión (hilos de cobre, cintas de plomo o plata, etc.) que en caso de sobrecarga, se funde rápidamente sin que se llegue a producir un arco eléctrico.

Existen varios tipo de fusibles como, tapón, cuchilla, cartucho, etc.

En la actualidad en la industria, los fusibles se van sustituyendo en las instalaciones eléctricas por interruptores auto neumáticos, ya que estos se reconectan una vez superado el problema.

Desde el punto de vista de la rapidez de respuesta al cortocircuito, los fusibles de clasifican en: Ultrarrápidos, rápidos y lentos. Como ejemplo podemos citar que la fusión de un fusible lento de calibre adecuado es de 0,4s, la fusión de un fusible rápido es de 0,045s, la apertura de un interruptor magneto térmico, de curva L en un tiempo de 0,011s o de 1,3 s y 1,8 s si las curvas de disparo fuesen U o D respectivamente, y debemos indicar que la actuación del relé térmico es en 2,2s

Interruptores diferenciales.

(de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 256) Su misión principal es proteger a las personas que maniobran las instalaciones eléctricas, de los riesgos producidos por la corriente, dada que la naturaleza de estos riesgos puede ser muy variable. El paso de la corriente eléctrica por una instalación, conlleva riesgos inherentes de contactos que se los puede clasificar en dos grupos: Contactos Directos y Contactos Indirectos.

Los contactos directos se producen por la puesta en contacto accidental de las personal con conductores activos de la línea, o con piezas conductoras normalmente en tensión. Los contactos indirectos, son los que se establecen entre personas y masa metálicas, normalmente sin tensión, que de forma accidental han quedado en tensión a

consecuencia de un fallo de aislamiento eléctrico, un error de conexiones de las fases y protección u otro tipo de anomalía. Figura 26.

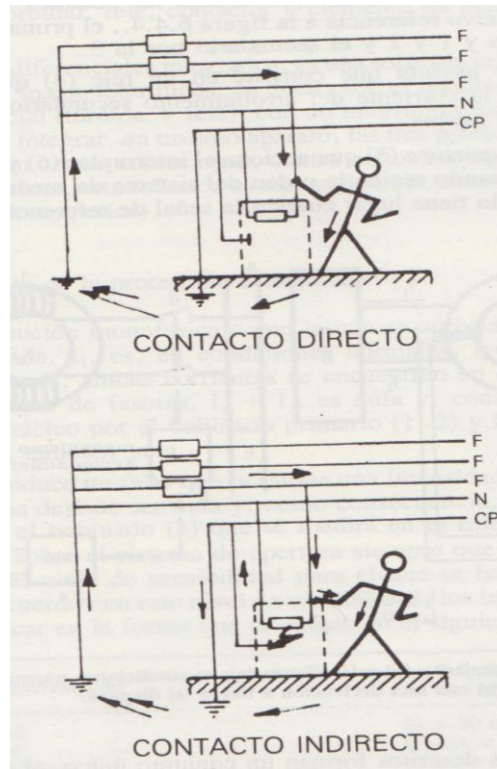


Figura 26. Contacto directo e indirecto en sistemas TT las flechas indican el sentido de la corriente de efecto. (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 257)

4.9.8. Protección diferencial.

Los elementos que componen una protección diferencial son los siguientes: Figura 27.

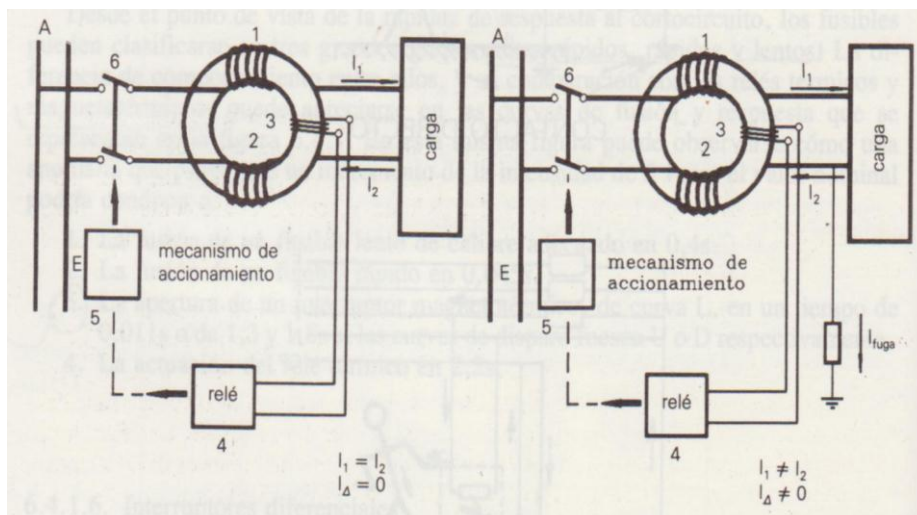


Figura 27. Protección Diferencial (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 258).

- Un sistema de detección de fugas de corriente, constituido por un transformador con núcleo de material ferromagnético, en forma de toroide sobre el que se dispone un circuito primario unido a los conductores activos de la instalación y otro secundario que detecta las posibles fugas de corriente en la figura se observa el primario constituido por las bobinas 1, 2 y el secundario por la bobina 3.
- Un sistema de medida, constituido por un relé (4) que recibe la señal provocada por la corriente del arrollamiento secundario (3) y realiza una medición de la misma.
- Un sistema de apertura (5) que acciona el interruptor (6) y abre el sistema de alimentación cuando recibe la orden del sistema de medida. La apertura de este circuito, tiene lugar cuando la señal de referencia tiene un valor prefijado.

Cuando todos los sistemas forman un conjunto, se forma un interruptor diferencial, aunque también es posible que los dos sistemas puedan actuar sobre cualquier elemento de maniobra independiente como un interruptor, un contactor, etc.

Se encuentran interruptores diferenciales compactos o puros, estos diferenciales clásicos, son usados en instalaciones de viviendas, todos los componentes están dentro de un solo envolvente y se fabrican para intensidades nominales pequeñas normalmente por debajo de los 160 A. No llevan incluida protección magneto térmica, y deben protegerse previamente de sobrecargas y cortocircuitos.

Los sistemas diferenciales de elementos independientes, hace referencia a los sistemas empleados en instalaciones que utilizan motores, y donde sus órganos (núcleo torionda, relé, contactor y elemento de maniobra) son totalmente independientes.

Los sistemas diferenciales integrados, en este caso, es una solución mixta entre los elementos diferenciales y los magneto térmicos, son el resultado de la integración de un bloque diferencial (toroide + relé), con un interruptor magneto térmico. De esta forma es posible integrar las tres protecciones fundamentales, es decir protección contra sobrecargas, contra cortocircuitos, y contra corrientes de defecto. Estos equipos son usados en soluciones de grandes intensidades de corriente.

La protección diferencial funciona de la siguiente manera: en una distribución monofásica: la corriente de entrada I_1 , es en condiciones normales igual en módulo a la de retorno I_2 y además ambas corrientes se encuentran en oposición de fase, implicando

la suma de los fasores $I_1 + I_2 = 0$ y consecuentemente el flujo producido en el núcleo por el bobinado 1 y 2 es cero y la F.E.M en el bobinado 3 es nula.

Si se produce un fallo con una intensidad por defecto, la suma de los fasores deja de ser nula y por tanto en el bobinado 3 aparece una F.E.M inducida, que se medirá en el relé diferencial. A su vez, este relé actúa sobre el sistema de apertura siempre que el valor de la señal por defecto alcance el nivel de sensibilidad para el que se ha regulado de fábrica, de acuerdo a esto los interruptores diferenciales se pueden clasificar en:

Tabla 3. Clasificación según la sensibilidad de interruptores diferenciales. (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 259)

Interruptores diferenciales	Mínima intensidad de defecto para la que actúa con seguridad.
Baja sensibilidad.	$I_d > 30\text{mA}$
Alta sensibilidad.	$30\text{mA} \geq I_d > 10\text{mA}$
Muy alta sensibilidad	$I_d \leq 10\text{mA}$

4.10. Equipos manuales de mando y señalización.

Los equipos manuales, de mando son utilizados, para poner en marcha los receptores electromecánicos (motores, electroválvulas, etc.), fuentes de iluminación y demás, siendo accionados a voluntad por los operarios encargados de llevar a cabo esta operación.

Estos equipos cuando actúan, de forma directa sobre el circuito eléctrico de potencia del receptor, son llamados de mando o maniobra, y comprenden cargas de varios amperios a centenares de amperios.

Por estos equipos y en general los circuitos de control, circulan corrientes muy bajas, que no suponen peligro para el usuario, permitiendo la conexión de aparatos de maniobra por donde circulan potencias eléctricas importantes.

Los equipos y elementos de señalización, son todos aquellos cuya misión es indicar, el estado de la marcha, funcionamiento, o paro de los receptores de la instalación; a este grupo pertenecen los pilotos (luz indicadora).

4.10.1. Pulsadores.

“Son elementos de mando constituidos por contactos de acción instantánea, que recupera su posición de reposo cuando cesa la presión manual, sobre los mismos” (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 260).

4.10.2. Conmutadores.

“Son dispositivos dotados de varios elementos, de conexión y de accionamiento, generalmente rotativo con varias posiciones, su empleo puede ser como mando o como mando y maniobra para motores de pequeña potencia” (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 261) Figura 28.

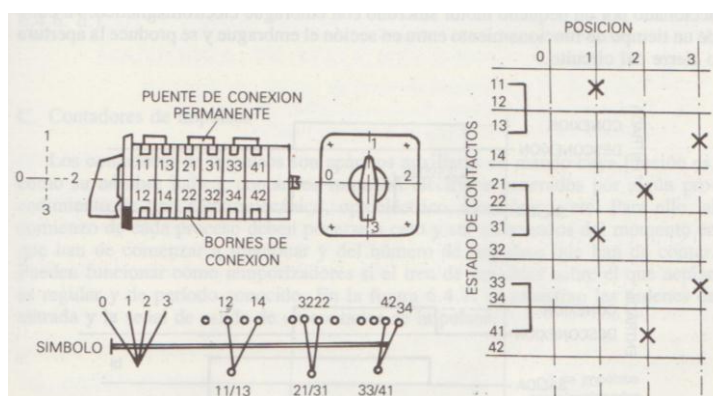


Figura 28. Selector manual (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 261).

4.10.3. Combinadores.

“Son aparatos de contactos múltiples accionados por una palanca, que hace girar un árbol de contactos. La posición del eje hace que el árbol actúe sobre unos u otros circuitos permitiendo combinaciones múltiples” (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 261).

4.10.4. Aparatos automáticos de mando.

(de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 263) Son auxiliares de mando, cuya misión es transferir órdenes eléctricas instantáneamente o con demora de tiempo, cuando se cumplen una serie de condiciones de funcionamiento de un receptor dado. Entre ellos cabe señalar los relés electromagnéticos (contactores de muy bajo rango de intensidades), los temporizadores, los contactores de pulsos, etc.

4.10.5. Relés electromagnéticos.

“Tienen una construcción similar a los contactores, y su función es transferir ordenes de mando a los diferentes circuitos mediante los diferentes contactos normalmente abiertos o normalmente cerrados que poseen” (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 262).

4.10.6. Relés temporizadores.

“Según su funcionamiento y tecnología los relés temporizados pueden ser de varios tipos, (temporizadores motorizados, temporizadores electrónicos” (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 262).

Es importante señalar que los temporizadores motorizados, “actúan mediante un mecanismo de relojería, accionado por un pequeño motor síncrono, con embrague electromagnético, al cabo de un tiempo de funcionamiento, entra en acción el embrague y se produce la apertura o cierre del circuito” (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 262). Figura 29.

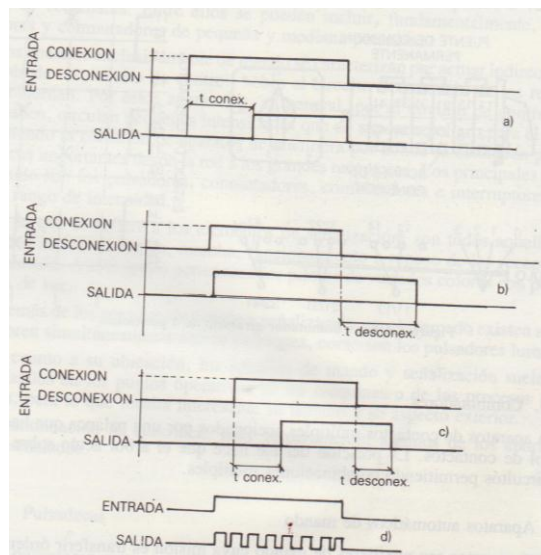


Figura 29. Diagrama de comportamiento de relés temporizados (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 262).

En el mercado existen temporizadores electrónicos, estos equipos basan su temporización en el proceso de descarga de un condensador, a través de una resistencia, cuyo parámetro característico, es la constante de tiempo RC o τ .

Existen temporizadores a la conexión u On Delay, su característica es retrasar su orden de mando un cierto tiempo después de que llegue la señal de su conexión; este tiempo de retardo es configurable.

Los temporizadores a la desconexión, por el contrario transmite su señal de mando con un cierto retardo después de haber recibido la orden de su desconexión.

4.10.7. Contador de impulsos.

“Los contadores de impulsos son aparatos auxiliares, de mando cuya función es contar los impulsos eléctricos generados por algún procedimiento de tipo electromecánico, optoeléctrico, electrónico, etc.” (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 263).

Para este proceso los contadores deben encerse o ponerse a cero “Pueden funcionar como temporizadores, si el tren de impulsos sobre el que actúan es regular y de periodo conocido” (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 263) Figura 30.

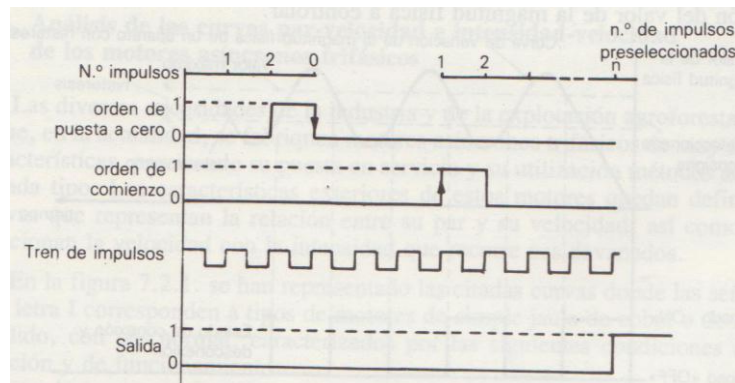


Figura 30. Diagrama del comportamiento de un contador de impulsos (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 263).

4.10.8. Aparatos para control de magnitudes no eléctrica.

El funcionamiento de estos equipos se basa la detección y cuantificación de una determinada magnitud física y la compara con un valor preestablecido, de forma que según sea el resultado de esta comparación, envían distintas ordenes eléctricas al circuito de control del proceso donde intervienen.

“Muchos de los dispositivos de mando o de regulación que se usan, tiene un comportamiento no lineal, y en estos la magnitud física a controlar, solo puede tomar dos valores (máximo y mínimo), que se hacen corresponder a las dos posiciones (abierto o

cerrado) de un interruptor o conmutador. La diferencia entre estos valores es lo que se llama histéresis y puede ser un parámetro intrínseco del aparato entre cuyos extremos se encuentra el valor de la magnitud física que previamente se ha seleccionado o puede ser un parámetro que se regule a voluntad mediante la preselección de los dos valores máximo y mínimo de dicha magnitud” (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 264).
 Figura 31.

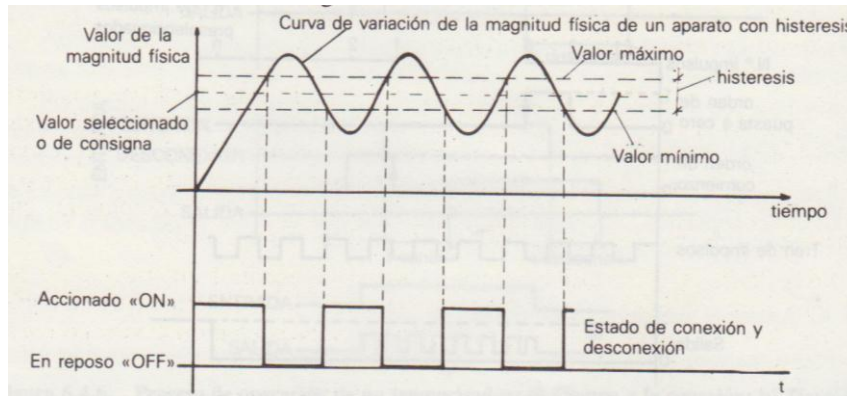


Figura 31. Acondicionamiento de señales de magnitudes no eléctricas (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 264).

4.11. Comunicaciones industriales.

(Dorf & Bishop, 2005, pág. 2) La relación de la máquina con su entorno, ha sido vital para el desarrollo del control moderno, desde la primera máquina automatizada a base de componentes electromecánicos, hasta las grandes máquinas trabajando coordinadamente.

(Penin, 2008, pág. 2) Una máquina aislada requiere información de su entorno para poder trabajar correctamente esta información es tomada por transductores como (finales de carrera, detectores, sistemas de medida, etc.).

En cuanto se utilizan señales en un sistema o máquina, es importante coordinar los diferentes componentes para obtener así un resultado productivo. Al agrupar varias máquinas para ejecutar un trabajo determinado, estas deben comunicarse entre sí o ponerse de acuerdo para perseguir un objetivo en común.

(Dorf & Bishop, 2005) Haciendo una remembranza, las comunicaciones industriales entre las máquinas en los años 60 se venía haciendo mediante lógica cableada, en base a relés electromecánicos. Desde entonces el desarrollo de la electrónica, ha permitido la inserción de dispositivos basados en microprocesadores, llamados Autómatas

Programables o Controles Lógicos, es importante señalar que las siglas PLC son propiedad intelectual de la empresa Rockwell Automación.

Estas nuevas adaptaciones tecnológicas, han permitido alcanzar cotas en la producción impensables hasta la fecha.

Cuando tenemos varias máquinas, el tema se complica, aparecen fenómenos de interferencias, caídas de tensión, y canales de distribución eléctrica repletas de mangueras que transportan energía y señales entre las máquinas y el armario de control.

“Cuando las máquinas alcanzan una determinada medida, el volumen de cableado y su complejidad empiezan a ser considerables, con todo lo que esto implica, mano de obra, mayor cantidad de material, menor tiempo entre fallos, (MTBF Medium time between fails), mantenimiento más complejo, etc.” (Penin, 2008, pág. 2).

Lo anterior indicado corresponde a un sistema de control centralizado, en el cual todas las ordenes y los mensajes tienen un punto focal único. Figura 32.

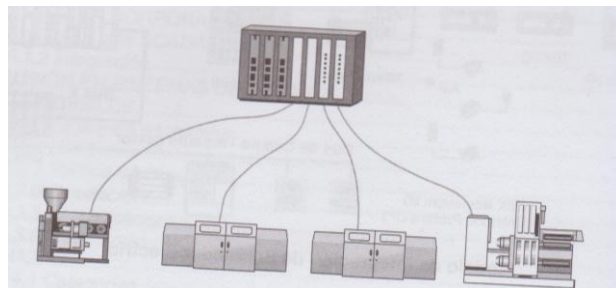


Figura 32. Esquema de control centralizado. (Penin, 2008, pág. 2)

(Penin, 2008, pág. 3) En base a los requerimientos actuales, se ha simplificado la parte pasiva de las comunicaciones industriales, estos nuevos sistemas tecnológicamente superiores, son sistemas menos complejos con autonomía. La comunicación entre periféricos y sistemas de control, usan señales de tipo analógico en un inicio que luego es digitalizada, son comunicaciones tipo `punto a punto, gracias al desarrollo de la electrónica digital, y al auge de los microprocesadores, se transforman en un conjunto de señales, capaces de transformar esta información, mediante un único medio de transmisión (Bus de campo), gracias a un protocolo de comunicación que permite que una señal, ejemplo sensor activado, pueda hacerse llegar donde interese. La opción de interconectar autómatas deja solo una línea de comunicación entre ellas. Estas líneas de conexión son lo que llamamos Buses de Campo, permiten unir todos los elementos de

control necesarios de forma que puedan intercambiar mensajes entre ellos, a esto se llama control distribuido, un sistema complejo se divide en subsistemas autónomos, con control propio que se integran gracias a un sistema de comunicaciones común. Figura 33.

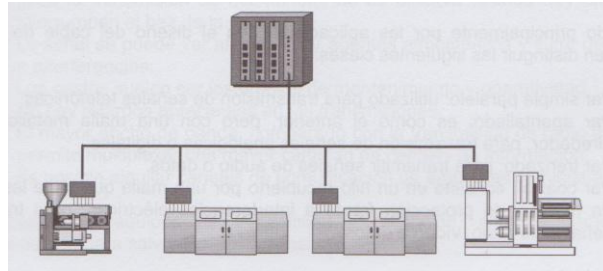


Figura 33. Esquema de control distribuido (Penin, 2008, pág. 3).

El sistema de comunicaciones antes señalado, ha dado lugar al concepto de CIM (Computer Integrated Manufacturing), este sistema consiste en una ayuda para la toma de decisiones en los procesos productivos, recursos humanos, tecnologías, logística etc., las decisiones se toman por los indicadores generados de la información que se encuentra en la base de datos.

Los sistemas de comunicación se basan en normas o protocolos, estos se caracterizan por mantener un lenguaje explícito, sin ambigüedades, el vocabulario conocido por todos los interlocutores, con respeto absoluto de las normas de cortesía, estas reglas son normadas por ISO (International Standards Organization), que ha definido toda una serie de normas en el modelo OSI (Open Standards Interconnection).

4.12. Sistemas para transporte de señal.

Al comunicarse entre sí dos equipos, se hace necesario un medio de transporte para la energía que contendrá esta información, los medios de transporte pueden estar constituidos por:

4.12.1. Cable eléctrico.

Es un hilo metálico aislado es el medio más extendido, del cual derivan dos grandes grupos.

- Par.
- Coaxial.

(Penin, 2008, pág. 4) El par es un cable constituido por dos hilos conductores ubicados de forma paralela, separados por un aislante que hace las veces de soporte físico, las aplicaciones más comunes en esta vía son la voz, (teléfono, hilo musical, interfonos), datos (modem) y alimentación eléctrica alterna y continua.

Según las aplicaciones el diseño del cable puede ser:

- “Par simple paralelo: Usado para transmisión de señales telefónicas.
- Par apantallado: Es parecido al anterior, pero con una malla metálica a su alrededor, para transmisión de señales analógicas o digitales.
- Par trenzado: Para transferir de audio y datos.
- Par coaxial: Consiste en un hilo recubierto por una malla que hace las veces de masa y de protección frente a interferencias eléctricas, para transferir señales de radio, video y datos”. (Penin, 2008, pág. 4).

4.12.2. Fibra Óptica.

(Penin, 2008, pág. 4) El conductor de fibra óptica, posee un núcleo de material transparente, puede ser de cristal o plástico, este guía señales luminosas por su interior. Este sistema es el suministro ideal en ambientes con interferencias eléctricas, es completamente inmune a estas.

4.12.3. Enlace óptico.

“Principalmente mediante rayos infrarrojos, la señal debe tener conexión visual directa entre emisor y receptor por lo cual es un sistema poco adecuado para grandes distancias” (Penin, 2008, pág. 4).

4.12.4. Radio frecuencia.

“Se basa de las señales de radio que se generan en un conductor eléctrico cuando se supera una cierta frecuencia en la señal que transporta dicho conductor” (Penin, 2008, pág. 4).

“Por debajo de la frecuencia de 1 GHZ tenemos las transmisiones de radio de baja velocidad. Por encima de 1 GHZ, estamos tratando el tema de las microondas que permiten tasas de transferencia de información muy elevadas, video por ejemplo” (Penin, 2008, pág. 4).

Este sistema, nos permite la comunicación de forma ininterrumpida, usada en ubicaciones distantes entre sí a varios Kilómetros.

- “Si la distancia es excesiva se requiere la instalación de antenas repetidoras.
- Los gastos son los propios de mantenimiento y operatividad.
- No hay retardos apreciables en la transmisión.
- No suelen necesitar licencias de emisión” (Penin, 2008, pág. 5).

4.12.5. Microondas.

Estas son denominadas señales de radio con frecuencias superiores al Giga Hercio. Las características que lo difieren de las ondas de radio son las siguientes.

- “Las antenas son especiales, de tipo parabólico (platos).
- Son enlaces de tipo directo de punto a punto.
- Una opción para unir equipos distantes que no puedan conectarse mediante líneas terrestres.
- El tipo de conexión es fijo e ininterrumpido.
- La diferencia con los enlaces de radio es que se necesitan enlaces de “vista”, pues la transmisión de microondas no es afectada cuando hay objetos que interrumpen el haz de la antena.
- La señal se puede ver afectada por agentes atmosféricos y sufrir distorsiones e interferencias.
- Los gastos suelen ser los propios de mantenimiento y operatividad.
- No hay retardos apreciables en las transmisiones.
- El mayor ancho de banda, comparado con la transmisión de radio tradicional, permite multiplexar una mayor cantidad de canales de información.
- Es posible alquilar canales de comunicación de empresas suministradoras” (Penin, 2008, pág. 5).

4.12.6. Satélite.

Estas comunicaciones están dentro del rango de las microondas, su medio es extraterrestre.

- “Satélites geoestacionarios se ocupan de la recepción, acondicionamiento y reenvío de las señales.

- Permiten la comunicación entre equipos en cualquier situación en el planeta (teléfonos tipo INMARSAT) de forma ininterrumpida.
- Es posible alquilar canales de comunicación de empresas suministradoras especificando incluso la cantidad de información a transmitir para ajustar precios.
- Es un sistema de transmisión de calidad y seguridad muy elevadas.
- Los retardos pueden llegar a ser de segundos” (Penin, 2008, pág. 6).

Se requiere un canal de acceso al satélite y equipos que tenga acceso a este canal, y antenas parabólicas.

4.13. Sistemas de transmisión de la señal.

El objetivo principal de un sistema de comunicaciones electrónico es que la información entre los dos o más puntos pueda transmitirse y recuperarse en condiciones originales.

4.14. Niveles de tensión.

“Las conexiones físicas en el entorno industrial, se realizan mediante interfaces serie, normalizadas por la Asociación de Industrias Electrónicas de los Estados Unidos (EIA). Estos estándares sólo determinan las características del soporte de comunicación, y como debe ser la señal eléctrica” (Penin, 2008, pág. 6).

Los estándares de comunicación recomendados, (Recommended Standard, RS), son entre los más comunes:

- RS-232
- RS-422A
- RS-485
- TTL

Tener presente que para transmitir información a grandes distancias en base a niveles de tensión no es recordable, esto por la pérdidas en el conductor y caídas de tensión debido a la distancia, a más de los efectos capacitivos.

4.14.1. RS-232C (V24)

Técnica adoptada 1960 por la EIA (Electronics Industries Association), y la recomendación 232, versión c, fue publicada en 1969, denominada RS-232C.

“RS232-C fue adoptada por la CCITT bajo la denominación V.24 Esta norma define la interconexión serie entre un dispositivo transmisor de datos (DCE, Data Communication Equipment) y un receptor de datos (DTE, Data Terminal Equipment)” (Penin, 2008, pág. 6). Figura 34.

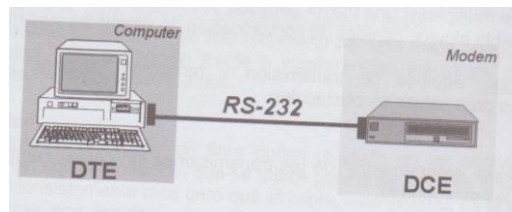


Figura 34. Conexión RS232 (Penin, 2008, pág. 6)

Para el año 1984 la industria IBM puso a la luz del mercado el RS-232 en su IBM PC de esta forma el protocolo se difunde de forma rápidamente en las demás marcas de ordenadores y es usada en el entorno industrial.

Características básicas de RS-232:

- “Permite velocidades de 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400 bps.
- Longitud máxima del cable: 15 metros, (mayor aun si se usan cables cuya capacitancia total sea menor de 2500pF).
- El interfaz, debe poder soportar un cortocircuito de duración indefinida entre cualquiera par de pines (en caso de Corriente Continua, la corriente no deberá superar los 0.5 A)” (Penin, 2008, pág. 6).

El Protocolo RS-232 se ha destina para comunicaciones punto a punto, en el entorno doméstico y la oficina como (conexiones PC-impresora, PC-Ratón, PC-módem), dentro de la industria, entre captadores y sistemas de adquisición de datos, sistemas de codificación, pesaje etc.

Debido a que estructuralmente no es un sistema de alta impedancia lo limita a usarcé en paralelo, por tal motivo se mantienen como una comunicación punto a punto.

Este protocolo mantiene limitaciones físicas tales como:

- “La longitud del cable, a medida que aumenta la longitud, aumenta la capacitancia del cable, con lo cual van desapareciendo armónicos en la onda cuadrada al comportarse la línea como un filtro pasa bajo. Esto significa la pérdida de información o sea de flancos, bit de marcha, de paro, etc.” (Penin, 2008, pág. 7). Figura 35.

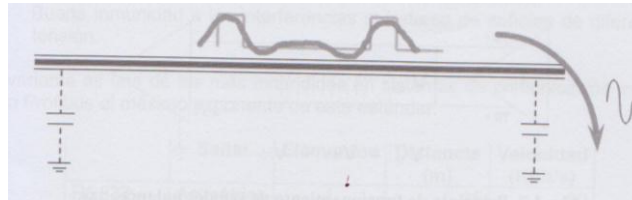


Figura 35. Problemas con la longitud de RS – 232 (Penin, 2008, pág. 7)

- Las perturbaciones eléctrica, la comunicación se efectúa en base a niveles de voltaje, los niveles son binarios, positivos y negativos, respecto al punto de potencial común (+10v.-10V). “Esto es un punto desfavorable, este tipo de transmisión, es susceptible de introducir fallos de transmisión, frente a las perturbaciones eléctricas” (Penin, 2008, pág. 7). Figura 36.

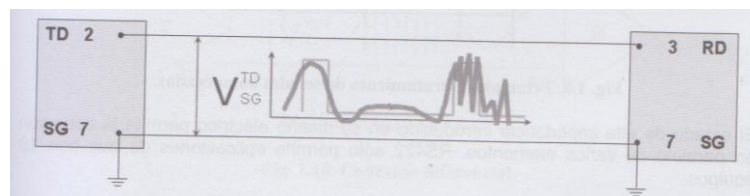


Figura 36. Problemas con las interferencias de RS – 232 (Penin, 2008, pág. 7).

- “La velocidad de transmisión, el aumento de la velocidad implica acortar la duración de bit lo cual implica menor tolerancia a la pérdida de sincronismo, a la deformación de la onda cuadrada y al ruido en la línea” (Penin, 2008, pág. 7). Figura 37.

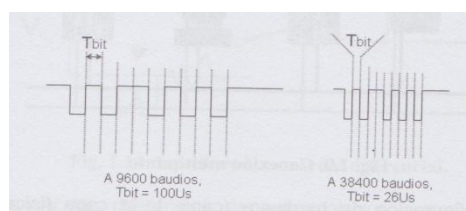


Figura 37. Problemas con la velocidad de RS - 232 (Penin, 2008, pág. 7).

Como solución a las limitaciones de RS-232, aparece RS422 y RS485

4.14.2. RS-422 V(11)

Se origina por la transmisión de diferenciales (balanceadas) mediante dos hilos, sin referencia a tierra. Figura 38.

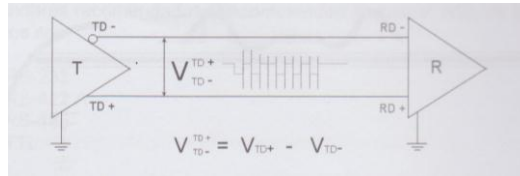


Figura 38. Principio de funcionamiento de señales balanceadas (Penin, 2008, pág. 8).

“Con esta forma de transmitir la señal, las perturbaciones, se acoplan por igual a la tensión absoluta TD- y TD+. De esta manera, el valor de tensión entre las dos líneas permanece constante durante la perturbación. Así los unos y ceros se transmiten en forma de diferencia de tensión entre los dos conductores del circuito presentando una gran inmunidad a los ruidos eléctricos y permitiendo una mayor distancia entre conexiones” (Penin, 2008, pág. 8). Figura 39.

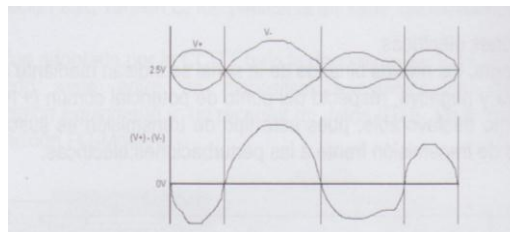


Figura 39. Principio de tratamiento de señales balanceadas (Penin, 2008, pág. 8).

En base al diseño eléctrico del sistema, se caracteriza por ser de alta impedancia, permitiendo conexiones en paralelo de varios elementos, este protocolo permite aplicaciones de bus con 10 equipos.

4.14.3. RS-485

Se considera una evolución de RS-422 desarrollada en el año de 1983 se indica las comunicaciones industriales, utilizan generalmente el estándar de transmisión RS485 o RS422. Figura 40.

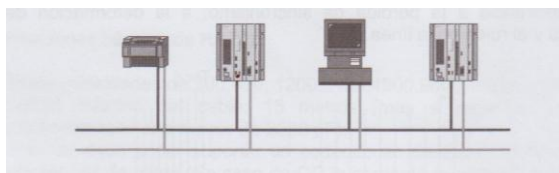


Figura 40. Conexión Multipunto (Penin, 2008, pág. 8).

“RS485 es la configuración de hardware (capa 1 la capa física OSI) más extendida para los buses de campo, permite conectar hasta 32 dispositivos en un solo tramo de cable con una longitud máxima del tramo de 50 metros puede incrementarse a 10000m con repetidores de señal” (Penin, 2008, pág. 8).

Sus principales características son:

- “Hasta 32 estaciones.
- Resistencia de adaptación en extremos.
- Rango de velocidades que abarca de 9,6Kbits/s a 12Mbit/s.
- Cable de par trenzado apantallado.
- Según velocidad hasta 1200m de distancia de transmisión.
- Buena inmunidad a las interferencias al tratarse de señales de diferencia de tensión” (Penin, 2008, pág. 9).

Esta variante es una de las más extendidas en comunicaciones industriales. Siendo Profibus el máximo exponente de este estándar.

4.14.4. Cuadro Comparativo.

Tabla 4. Diferencia protocolos de comunicación RS232 -RS422- RS485 (Penin, 2008, pág. 9)

	SEÑAL	ELEMENTOS	DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (Kbits/s)
RS232	Asimétrica	1	15	20
RS422	Simétrica	10	1200	10000
RS485	Simétrica	32	50	10000

Principio de transmisión.

El protocolo RS485 transmite señales en base a un principio de diferencia de potencial o de voltaje, sin referencia de tierra. En el caso de haber interferencias, afectaran por igual a las dos señales. Figura 41.

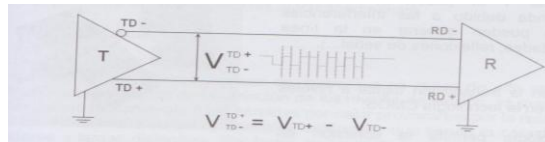


Figura 41. Conexión Diferencial (Penin, 2008, pág. 9).

En el sitio la señal definitiva se obtiene de restar las dos señales recibidas, con lo cual la interferencia se anula. Figura 42.

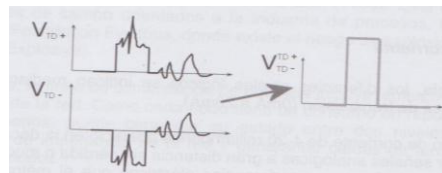


Figura 42. Interferencia en señal diferencial (Penin, 2008, pág. 9).

“Para compensar las diferencias de potencial que aparecen en las grandes instalaciones suele tenderse un cable de igualación de potencial, para evitar corrientes que fluyan a través de la malla del cable de señal” (Penin, 2008, pág. 9) Figura 43.

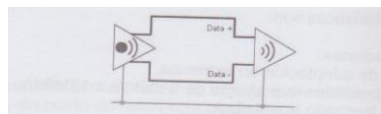


Figura 43. Equipotencialidad en señal diferencial (Penin, 2008, pág. 10).

El cable usado para la transmisión RS485 no tiene interrupciones y está terminado en sus extremos con resistencias de adaptación de línea. Figura 44.

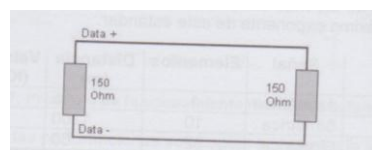


Figura 44. Resistencias de terminación (Penin, 2008, pág. 10).

Se pueden concretar hasta 32 estaciones, en paralelo, al cable de bus. “Se aconseja conectar directamente la estación al bus mediante los conectores especiales diseñados a tal efecto (el cable de bus atraviesa el conector). Es posible realizar conexiones con cable de hasta 1 metro; esto se recomienda debido a las interferencias que se pueden generar en la línea (capacidades, reflexiones de señal)” (Penin, 2008, pág. 10). Figura 45.

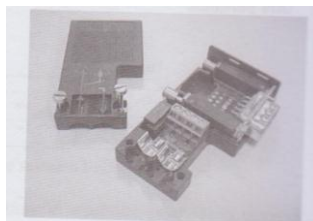


Figura 45. RS485, Conector Siemens (Penin, 2008, pág. 10).

4.15. TTL.

Esta es una transmisión digital, utiliza niveles de 5V de voltaje TTL, y en la tecnología CMOS.

“Esta tecnología permite la conexión en paralelo de varios nodos a un mismo cable al permitir un estado de alta impedancia en la conexión del dispositivo. De esta manera se obtiene el efecto de un solo elemento conectado al cable, y que será el que controle la comunicación en ese momento” (Penin, 2008, pág. 10).

4.16. Bucle de corriente.

“Es esta tecnología los diferentes niveles lógicos se indican mediante niveles de corriente en la línea de transmisión (0mA a 20mA)” (Penin, 2008, pág. 10).

Esta tecnología se ve en 1960 maneja niveles de corriente de (4 a 20) mA, transmite señales analógicas a distancias considerables sin que se pierda la señal o se distorsione.

“Es más robusto frente a interferencias eléctricas que el método basado en niveles de tensión. La transmisión de corriente permite del mismo modo, utilizar el mismo cable para transmitir potencia a los dispositivos (alimentación)” (Penin, 2008, pág. 11).

Para esta implementación se requieren cuatro elementos principales. Figura 46.

- El emisor.
- La alimentación del bucle.

- El cable.
- El receptor.

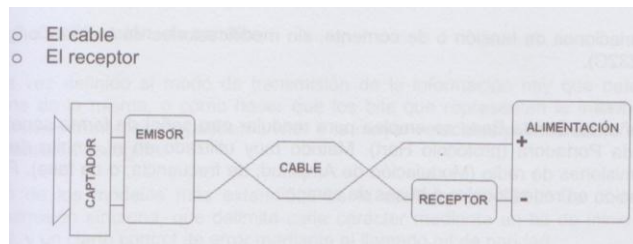


Figura 46. Bucle analógico de corriente (Penin, 2008, pág. 11).

“La alimentación de la red proviene de una fuente (10-30)V DC. El transductor de campo controla el flujo de corriente (conocido por la denominación transmisores de dos hilos)” (Penin, 2008, pág. 11).

“El paso de corriente a tensión es sencillo, mediante una resistencia de 100 ohms obtenemos los niveles de tensión equivalentes. Su aislamiento galvánico, es igual de sencillo mediante optoacopladores” (Penin, 2008, pág. 11).

Ventajas:

- Transmisión a larga distancia.
- Detección de fallos de sensores.
- Red económica 2 hilos.
- Alta inmunidad a interferencias electromagnéticas.

4.17. Señal modulada.

(Penin, 2008, pág. 11) Para el uso en largas distancias, o en redes de alta velocidad no es factible el uso del método de la variación de los niveles de tensión, ya que como señalamos antes por los efectos físicos de la distancia se existe pérdida. Para la transmisión con estas características es recomendable el uso señales oscilantes, que tienen la característica de propagarse a grandes distancias, por tanto en lugar de transmitir corrientes que solo cambian cuando se modifica el valor de un bit, se transmite es su lugar una señal oscilante llamada portadora.

“Hay sistemas que utilizan la señal de alimentación, para el transporte de la señal de datos (modulación) según se refleja en la norma IEC-111582. Esta técnica se puede hallar en buses de campo orientados a la industria de procesos, tales como Hart, Profibus-PA o

Foundation Fieldbus, donde existe el riesgo de explosión (zonas ATEX de Atmósfera Explosiva)” (Penin, 2008, pág. 11).

“En esta técnica la línea de alimentación de potencial incluye también la comunicación con los nodos de la red. Como cada nodo tiene un consumo en reposo, del orden de pocos miliamperios, puede conmutar su estado entre dos niveles, alterando las características de impedancia de la red y generando caídas de tensión detectables por los demás nodos” (Penin, 2008, pág. 11).

Las señales se pueden clasificar también según el proceso al cual se someten antes de ser transmitidas:

- “Banda base.- los datos a transmitir convertidos en una sucesión de niveles lógicos mediante una herramienta de codificación, se inyectan directamente en el cable en forma de variaciones de tensión o de corriente, sin modificaciones de la señal original RS-232.
- Portadora.- La señal de banda base se emplea para modular otra señal de forma senoidal, llamada portadora (protocolo Hart). Método muy utilizado en el ámbito de las transmisiones de radio (Modulación de Amplitud, de frecuencia o de fase). Poca utilización en redes sociales o buses de campo” (Penin, 2008, pág. 12).

4.18. Modos de transmisión de datos.

Paralelo.- Con este modo se observa una gran cantidad de líneas de comunicación, de esta forma, se envía información a gran velocidad., por hoy es la única opción válida para los sistemas de microprocesadores (el bus local del PC).

Se mide en bits, o líneas de comunicación (pistas de circuito impreso). Así tenemos buses de 8,16,32,64,128 bits.

Ejemplos de este tipo de bits son:

- Sistemas domésticos: ISA, PCI, AGP.
- Sistemas industriales: Eurocard, VME, FuturesBus.

Serie.- Este es un sistema clásico para transmitir señales, se lo hace en base a un sistema digital, el sistema receptor debe ser capaz de identificar esos cambios de estado,

e interpretarlos correctamente para poder traducirlos a bits. Este método exige que, tanto emisor como receptor, estén sincronizados.

Para sincronizar emisor y receptor se pueden utilizar dos métodos:

“Asíncrono:

Emisor y receptor trabajan a la misma velocidad y con el mismo número de bits por mensaje. Una señal determinada (start bit) indica el inicio del mensaje, y el receptor comienza el muestreo de la señal presente en el medio, de la misma forma existe un bit de final de mensaje.

Este método requiere precisión en las operaciones de muestreo (periodos de reloj constantes en el tiempo).

Síncrono con reloj:

Una señal de reloj adicional indica al receptor los instantes de muestreo de señal. Este método requiere una línea de comunicación adicional. La ventaja de este método es que el receptor solo debe seguir los flancos de la señal de reloj, y este no tiene por qué ser preciso” (Penin, 2008, pág. 12).

4.19. Codificación de señales

Una vez definido el modo de transmisión de la información hay que determinar la forma de la misma, o cómo hacer que los bits que representan la información que queremos transmitir se puedan enviar a la mayor velocidad posible sobre la línea de transmisión escogida.

Uno de los modelos más extendidos es la codificación ASCII. Es una forma de transmisión síncrona, que delimita cada carácter mediante un bit de inicio y uno de final, y un cierto control de error mediante el llamado bit de paridad. Figura 47.

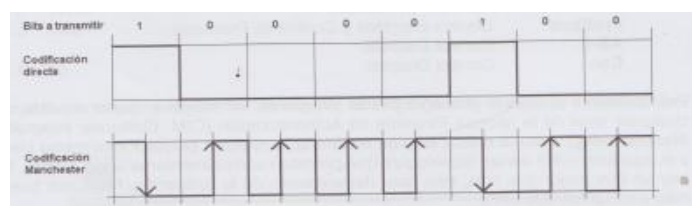


Figura 47. Codificación Manchester.

Una mejora sustancial en cuanto a la efectividad se consigue con la codificación del tipo Manchester, que permita la sincronización entre emisor y receptor.

Este código divide cada bit en dos subintervalos, definiendo el nivel lógico del bit mediante el sentido del flanco entre el primer y segundo subintervalo.

4.20. Protocolos de comunicación.

Definidos el soporte físico y las características de la señal a transmitir, queda por definir la forma en la cual se va a realizar el intercambio de información (sincronización entre los extremos de línea, detección y corrección de errores, gestión de enlaces de comunicación, etc.).

El protocolo de comunicación engloba todas las reglas y convenciones que deben seguir dos equipos cualesquiera para poder intercambiar información.

Cualquier tipo de enlace de comunicación se puede estructurar de la siguiente manera
Figura 48:



Figura 48. Componentes de un enlace de datos (Penin, 2008, pág. 13)

DTE (Data Terminal Equipment): Equipo terminal de datos.

DCE (Data Communication equipment): Equipo de comunicación de datos.

4.21. Objetivo de los protocolos de comunicación.

“El objetivo de cualquier protocolo de comunicación es poder conectar y mantener el dialogo entre dos Equipos Terminales de Datos (DTE), permitiendo que la información pueda fluir entre ambos con seguridad (sin fallos). Es decir, todas las reglas y especificaciones del lenguaje a utilizar por los equipos” (Penin, 2008, pág. 14).

El punto de inflexión entre los intereses económicos y técnicos es el protocolo de comunicación, pues cada fabricante realiza sus investigaciones encaminadas a que sus equipos cubran determinadas necesidades y, por supuesto, pretende después que estas

utilidades se conviertan es estándar pues, por supuesto, son las mejores soluciones del mercado. Este tipo de soluciones denominaciones tales como:

Hart	Control de Procesos
Profibus	Control discretos y Control de Procesos
AS-i	Control Discreto
Can	Control Discreto

“Prácticamente cualquier protocolo puede integrarse, en mayor o menor medida, en cualquier nivel de la famosa Pirámide de Automatización (CIM, Computer Integrated Manufacturing),” (Penin, 2008, pág. 14) El objetivo es encontrar la relación costo beneficio del equilibrio entre varias tecnologías que permitan complementarse una a otras. El tema es que no existe un bus de comunicaciones mejor que otro, en función de las necesidades se recomienda el más apropiado.

Esta es una guía para la selección de un bus de datos:

- Coste por nodo de bus.
- Coste de programación(o desarrollo).
- Tiempos de respuesta.
- Fiabilidad.
- Robustez (tolerancia a fallos).
- Modos de funcionamiento (Maestro esclavo, acceso remoto).
- Medios físicos (cable, fibra óptica, radio...).
- Tipologías permitidas.
- Gestión.
- Interfaces de usuarios.
- Futuro (referente a normalización).

4.22. Tipos de redes según forma (Topología).

La topología define la disposición de los diferentes equipos alrededor del medio de transmisión de datos, determinando unas estructuras de red características:

4.22.1. Redes Centralizadas (Clustered Systems).

“Todos los equipos están supeditados a un equipo central (Host) que controla todo el sistema. El Host debe ser un equipo potente para gestionar el tráfico de datos con eficiencia.

El fallo de un Terminal no afecta al funcionamiento de la red, pero si el fallo es en el Host, se paraliza todo” (Penin, 2008, pág. 15).

4.22.2. Redes Distribuidas (Distributed Systems).

“En este tipo de red, los equipos pueden ser maquinas sencillas que comparten las cargas de trabajo, los recursos y comunicaciones.

El fallo de un Terminal no afecta al resto de equipos” (Penin, 2008, pág. 15).

Como conclusión podemos indicar que las redes centralizadas se basan en la potencia de un único equipo y las redes distribuidas se basan en la distribución de los equipos, menos potentes, pero con mucha más capacidad de maniobra, pues son más tolerantes a fallos, se dice también que, por este motivo, tienen un nivel de inteligencia mayor que las configuraciones centralizadas.

4.23. Configuraciones básicas:

- Anillo
- Estrella
- Bus
- Árbol
- Red

4.23.1. Anillo.

Los equipos se conectan a un circuito cerrado. Figura 49.

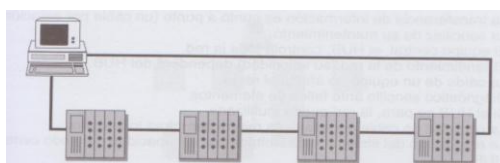


Figura 49. Topología en anillo (Penin, 2008, pág. 15).

Las principales ventajas de este tipo de topología:

- “Los requerimientos de cable son mínimos, similares a los de la topología bus.
- Se basa en una serie de conexiones punto a punto de una estación con la siguiente.
- El modo de transmisión se organiza por turnos, mediante el paso de un permiso de transmisión de una estación a otra (paso de testigo o token passing).
- El mensaje vuelve al emisor (reconocimiento automático).
- El tráfico de información va en un sentido único a lo largo del soporte de transmisión.
- Es una estructura activa, la señal se regenera en cada nodo.
- No permite la ampliación en funcionamiento (se interrumpiría físicamente la red)
- En este tipo de redes está muy extendido el uso de la fibra óptica (prestaciones de seguridad al implementarse anillos redundantes)” (Penin, 2008, pág. 15).

Los posibles inconvenientes:

- Si un equipo se queda por fuera afecta a toda la red.
- Un solo sentido del flujo de información lo que dificulta el diagnóstico de problemas..
- Añadir o quitar nodos afecta a la red.
- Distancias máximas entre nodos.

4.23.2. Estrella.

En esta configuración, todos los equipos están conectados a un equipo o nodo central (HUB, Host Unit Broadcast) que realiza las funciones de control y coordinación. Figura 50

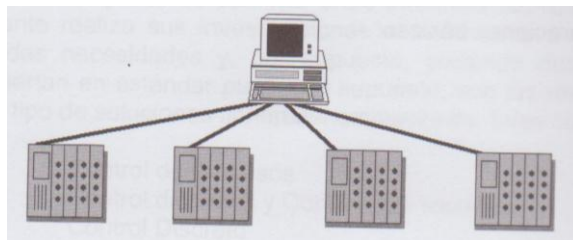


Figura 50. Topología en estrella (Penin, 2008, pág. 16).

Las características principales son:

- La transferencia de información es punto a punto (un cable por estación).
- La sencillez de su mantenimiento.
- El equipo central, el HUB, controla toda la red.
- El rendimiento de la red (su velocidad) dependerá del HUB.
- La caída de un equipo no afecta al resto.
- Diagnostico sencillo ante fallos de elementos.
- Si el HUB se para, la red queda inutilizada.
- La cantidad de cable necesaria es mayor que otras topologías.
- La ampliación del sistema está limitada por la capacidad del nodo central, HUB.

4.23.3. Bus.

La distribución básica se realiza alrededor de un segmento de cable al cual se conectan los equipos. Figura 51.

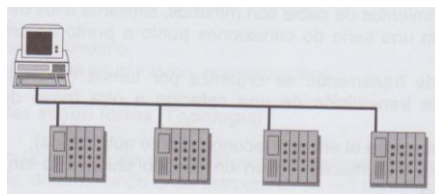


Figura 51. Topología en bus (Penin, 2008, pág. 16).

El modo de transmisión es aleatorio, un equipo transmite cuando lo necesita. Si hay transmisiones simultaneas (colisiones) , unos algoritmos especiales solventan el problema.

Entre las características más destacables se encuentran las siguientes:

- Necesita menor longitud de cable en comparación con otras redes similares en extensión.
- Las conexiones de alta impedancia permite conectar y desconectar elementos de forma sencilla (por tanto, la caída de un equipo no afecta al resto de la red).
- Elevada velocidad de transmisión.
- La comunicación es multipunto (todos los equipos pueden transmitir a cualquier otro según necesidad).
- Número reducido de conexiones.

- Ampliación sencilla.
- Es la opción más extendida actualmente en buses de campo.

Las posibles desventajas son:

- Falta de seguridad, pues cualquier nodo puede ver cualquier mensaje (aunque no sea destinatario).
- El diagnóstico puede ser difícil debido a la estructura física, un fallo eléctrico puede estar en cualquier punto del bus.
- No hay reconocimiento automático de mensajes (no vuelven al emisor).
- En casos de sobrecarga de tráfico puede bajar el rendimiento.

4.23.4. **Árbol.**

Mezcla las características de las tres topologías anteriores. Figura 52.

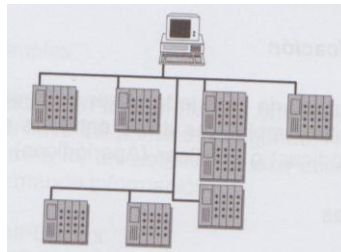


Figura 52. Topología en Árbol. (Penin, 2008, pág. 17).

Se encuentra en los sistemas de bus tipo sensor – actuador (AS-i).

4.23.5. **Red**

Permite la conexión entre dos estaciones a través de múltiples caminos. Figura 53.

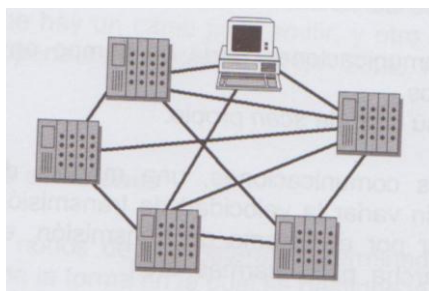


Figura 53. Topología en red. (Penin, 2008, pág. 17).

Las características principales:

- Fiabilidad y tolerancia a fallos. La caída de una línea de transmisión se solventa redirigiendo el tráfico por otro camino.
- Alto coste de implementación.
- No utilizado en buses de campo.

A escala industrial, las topologías más extendidas son las de Bus y Anillo, debido a su robustez ante fallos, velocidad de transmisión y sencillez de ampliación.

4.24. Tipos de redes según extensión.

4.24.1. WAN (Wide Área Network)

“Cubre necesidades internacionales (reserva de vehículos de alquiler) o nacionales (Seguridad Social)” (Penin, 2008, pág. 18).

4.24.2. MAN (Metropolitan Área Network)

“Cubre necesidades a escala de una ciudad (gestión de edificios municipales)”. (Penin, 2008, pág. 18).

4.24.3. LAN (Local Área Network)

“Son las conocidas Redes Locales. Son geográficamente limitadas (sobre 1Km de radio), y permite interconectar de forma sencilla ordenadores situados en edificios próximos, que pueden ser de uso industrial, terciario o doméstico (Ethernet o FDDI)” (Penin, 2008, pág. 18).

Adicional, tenemos redes de área local de muy poca distancia entre equipos, este es el caso de los ordenadores personales, en los cuales los elementos están conectados mediante enlace paralelo de alta velocidad (PCI, AGP, VME, GPIB).

4.25. Formas de comunicación.

En función de la frecuencia con que se intercambian los datos o se usan los mismos, se denota la forma de comunicación las cuáles pueden ser: Cíclicas (periódicas) o Acíclicas (Aperiódicas).

4.25.1. Comunicaciones Cíclicas.

A la hora de transmitir vía Bus de campo, interesa que el tiempo empleado en enviar y recibir todos los datos entre estaciones (tiempo de "Scan"), sea lo más corto posible. En un caso ideal no debería hacer retraso o sea comunicación en tiempo real . Por ejemplo, entre pulsar un botón de paro de estación en el sistema de visualización del Maestro, y el paro real de la misma.

Es inevitable que transcurra un tiempo determinado entre estos dos sucesos:

- El Maestro tiene un ciclo de trabajo de una duración determinada (ciclo de Scan).
- El sistema de comunicaciones tarda un tiempo en enviar –recibir todos los datos programados.
- El Esclavo tiene su ciclo de Scan propio.

Una alternativa viable es reducir la cantidad de datos a procesar el sistema, con esto se reduce el tiempo de procesamiento y disminuye el tiempo de emisión - recepción, se enviarían solo datos necesarios, (marcha, paro, alarmas, etc.).

“En determinadas situaciones puede ser necesaria la transferencia de grandes cantidades de datos entre estaciones. Si esto se realizase de forma cíclica, la carga de trabajo del sistema de comunicaciones podría volverse inoperante debido a los tiempos de retraso”. (Penin, 2008, pág. 25)

4.25.2. Comunicaciones Acíclicas.

“En el caso del intercambio de grandes cantidades de información “no critica” (piezas producidas, tiempo de funcionamiento, visualización de algunas variables analógicas, etc.), se puede optar por realizar el envío de la misma en momentos determinados del proceso, o solo cuando se solicite esta.

Así como la comunicación Cíclica se realiza de forma automática, la lectura y escritura de datos en modo Acíclico debe ser realizada mediante la ejecución de instrucciones específicas de comunicación (lectura escritura).

La comunicación de tipo Acíclico representa una carga adicional a las comunicaciones de tipo Cíclico, que se ejecutan de modo automático”. (Penin, 2008, pág. 25)

Hay que tener presente que un uso continuo de comunicación Acíclica, tiene una gran incidencia en el tiempo de transmisión – recepción final.

4.26. Modos de diálogo.

Según el tipo de enlace aparecen tres posibilidades de diálogo.

- Simplex.
- Half Duplex.
- Duplex.

4.26.1. Modo de comunicación simplex.

Es el modo en el cual hay un emisor y un receptor de datos, (es una comunicación en un solo sentido) y la información solamente fluye del primero al segundo. No es de interés industrial en el sentido en que se trata de un sistema de lazo abierto (no recibimos datos del elemento al cual se le manda información). Sin feedback de información.

4.26.2. Modo de comunicación Half-Duplex.

Las comunicaciones de este tipo definen un diálogo que se realiza entre dos puntos, la comunicación es en las dos direcciones, con la condición que no se efectúa de manera simultánea, es por turnos, este es el caso del estándar RS 485 en el cual solo puede haber un emisor a la vez. Ej., Profibus o Modbus.

4.26.3. Modo de comunicación Duplex (Full Duplex).

En este método el intercambio de información es bidireccional y simultáneo. Esto es debido a que existe un canal para emitir y otro para recibir. Un estándar muy conocido que soporta este protocolo es EIA-232E, Conocido como RS-232C

4.27. Relaciones entre estaciones

Las relaciones entre los nodos de red, estarán determinadas por el protocolo que utilicen. Será en función de la forma en el cual se gestione la información, o en el tipo de la relación que mantendrán con los otros nodos.

4.28. Modos de comunicación.

Los modos de comunicación, estructuran las estrategias de intercambio de información. Los modos de comunicación pueden ser:

- Punto a Punto.
- Productor-Consumidor.

En el modo de comunicación punto a punto se emplea un mayor ancho de banda, esto es porque para la transmisión de un mensaje el emisor debe enviar el mensaje a todos los receptores o destinatarios por ende se generan el número de mensajes igual al número de destinatarios. Y los mensajes llegan con delay o retrasos diferentes.

La comunicación punto a punto tiene una serie de debilidades.

- “Exceso de producción, pues hay nodos de red que no pueden necesitar los datos en un momento dado (pero tiene que ver si son para ellos).
- Inexactitud, los datos se transmiten durante varios ciclos de bus (un mismo mensaje enviado a varios nodos).
- Falta de determinismo, influenciado por la cantidad de nodos presentes” (Penin, 2008, pág. 26).

En el caso del modo productor consumidor, el dato generado se coloca en el bus con una etiqueta única y es accesible por cualquier nodo que lo necesite, permitiendo además el acceso simultáneo (principio de sincronismo).

Este es un modelo altamente eficiente, pues:

- Economiza recursos de transmisión al no enviar información donde no es necesaria.
- Sincroniza los destinatarios, pues todos reciben los datos al mismo tiempo.
- El tiempo necesario para transmitir no varía con el número de destinatarios.

Tabla 5. Protocolos y modos de comunicación.

MODO DE COMUNICACIÓN	PROTOCOLOS
Punto a Punto	Ethernet Profibus Modbus Interbus
Productor/Consumidor	ControlNet Foundation Fieldbus DeviceNet

4.29. Formas de organización de nodos.

De acuerdo a la forma de gestionar la información, los nodos se pueden organizar de la siguiente manera.

- Maestro – Esclavo.
- Cliente – Servidor.
- Productor – Consumidor.

4.29.1. Maestro – Esclavo.

Cuando se organiza la comunicación es necesario establecer un orden jerárquico entre los equipos, esto consiste en que uno de estos tiene en control de las comunicaciones es de forma permanente o temporal, este es el Maestro.

En el entorno de la comunicación, el maestro tiene el “privilegio” de leer o escribir sobre los esclavos de la red, en tanto que los esclavos de esta red, reciben los mensajes enviados por el maestro y emite hacia este cuando le llega la orden de cumplir con alguna función.

Dentro de los esclavos se diferencian dos categorías.

- Esclavos activos: Son equipos con un PLC que recibe órdenes y ejecuta su propio programa.
- Esclavos Pasivos: Se comportan como terminales (tontos), no ejecutan programa alguno y realizan la función de Entrada-Salida remotas del autómatas maestro.

Como ejemplo podemos citar a una red con relación Maestro – Esclavo que usa el protocolo Profibus-DP o AS-i

4.29.2. Cliente-Servidor.

Este modo se define cuando existe, la prestación de servicios por parte de algunos interlocutores de una red, y el aprovechamiento de estos servicios por parte del resto, se denomina relación de tipo cliente servidor.

Un cliente de la red es un equipo que solicita los servicios a una estación. El servidor es una estación que proporciona esos servicios solicitados.

Un servidor puede ser, a su vez, un esclavo de la red y una estación puede ser, a la vez, Cliente y Servidor.

Un ejemplo puede ser una red de protocolo MPI, o Profibus-FDL.

4.29.3. Productor-Consumidor.

“Se basa en el concepto de comunicación Broadcast (para todos). Un nodo productor emite un mensaje global a la red cuando lo necesita. Los nodos consumidores reciben la información, y determinan si son los destinatarios del mensaje.

Este método permite que todos los nodos de la red puedan acceder de forma simultánea a un dispositivo para leer sus datos, aumentando la eficiencia del sistema al requerir una sola producción de datos sin importar el número de solicitantes (lo cual significa mayor productividad), y proporcionando una sincronización automática al llegar los datos de todos los destinatarios de forma simultánea.

Con esta técnica, los datos tienen una única cabecera o identificador, de manera que múltiples nodos pueden utilizar los mismos datos al mismo tiempo, reduciendo el ancho de banda necesario” (Penin, 2008, pág. 26).

4.30. Entradas y salidas.

Al implementar un bus de comunicaciones, se distinguen dos tipos de entradas y salidas.

- Locales. Son las E/S cableadas al PLC. Por tanto cuando hablamos de entradas y salidas locales de un maestro o de un esclavo, nos estamos refiriendo a las E/S cableadas a su PLC.
- Remotas. Son E/S lógicas (no existen físicamente) que conectan punto a punto el maestro con los esclavos. Las salidas del bus del maestro están conectadas directamente a las entradas de bus de campo de los esclavos; a su vez, las salidas de bus de los esclavos están conectadas a las entradas de bus de maestro. Ejemplo de salidas remotas puede ser un módulo de periferia descentralizada ET-200 de Siemens.

4.31. Protocolo STP.

(Spanning Tree Protocol), El protocolo de árbol de extensión (STP), es un protocolo de la capa 2 (enlace de datos).

El propósito de este protocolo, es mantener una red libre de bucles; esto se consigue cuando un dispositivo, es capaz de reconocer un bucle en la topología y bloquear uno o más puertos redundantes.

Este tipo de protocolo mantiene exploraciones constantes a la red, con esto se consigue que cualquier fallo en un enlace, switch, o bridge es detectado al instante.

El momento en que cambia la topología de la red, el algoritmo del protocolo STP, hace una reconfiguración de los puertos del switch o el bridge para evitar una pérdida total de la conectividad.

“Los Switches intercambian información (BPDU) cada dos segundos y al ser detectada una anomalía, en algún puerto STP cambiara de estado algún puerto automáticamente utilizando algún camino redundante sin que se pierda conectividad en la red” (Penin, 2008, pág. 27).

4.31.1. Proceso STP.

Elección de un Switch Raíz.

En un dominio de difusión, solo es posible que exista un switch raíz. Todos los puertos del bridge raíz se encuentran en estado enviando y se denominan puertos designados, cuando se encuentra en este estado, un puerto puede enviar y recibir tráfico. El switch raíz es elegido como el equipo que tenga la menor prioridad. Este valor es la suma de la prioridad por defecto dentro de un rango de 1 a 65536 (20 a 216) y el ID del switch equivalente a la dirección MAC.

“Por defecto la prioridad es $215=32768$ y es un valor configurable. Un administrador puede cambiar la elección del switch raíz por diversos motivos configurando un valor menor a 32768. Los demás Switches del dominio se llaman Switches no raíz” (Penin, 2008, pág. 27).

Puerto Raíz.

El puerto raíz es la ruta del menor coste desde el switch no raíz, hasta el Switch Raíz. Los puertos raíz se encuentran en estado de envío o transmisión y proporcionan conectividad hacia atrás al switch raíz. La ruta de menor coste al switch raíz se basa en el ancho de banda.

Puertos designados.

El puerto designado, conecta el los segmentos al switch raíz y solo puede haber un puerto designado por segmento. Los puertos designados se encuentran en estado de retransmisión y son los responsables del reenvío de tráfico entre segmentos.

Los puertos no designados, se encuentran normalmente en estado de bloqueo con el fin de romper la topología de bucle.

4.32. Versiones STP.

4.32.1. PVST

- Usa el protocolo de enlace troncal ISL propiedad de Cisco.
- Cada VLAN cuenta con una instancia de spanning tree.
- Capacidad de balancear la carga de tráfico de la capa 2.

- Incluye las extensiones BackboneFast. UplinkFast y Port fast.

4.32.2. PVST+

- Admite ISL y enlace troncal IEEE 802.1Q
- Admite las extensiones de STP propiedad de cisco.
- Agrega mejoras en la protección de BPDU y en la protección raíz.

4.32.3. PVST + rápido.

- Basado en estándar IEEE 802.1W
- Posee convergencia más veloz que 802.1D

4.32.4. RSTP

- Presentado en 1982, brinda una convergencia más veloz que 801.1D
- Implementa versiones genéricas de las extensiones de STP propiedad de Cisco.
- IEEE incorporó RSTP dentro 802.1D identificando las especificaciones como IEEE 802.1D-2004

4.32.5. MSTP

- Pueden asignarse varias VLAN en una misma instancia, de spanning tree.
- Inspirado en el protocolo spanning tree de múltiples instancias (MISTP) de Cisco.
- IEEE 802.1Q 2003 ahora incluye MSTP.

4.33. Protocolo Modbus.

(Penin, 2008, pág. 26) Este es un tipo de protocolo desarrollado por la empresa Modicon en 1979 su principal uso es la comunicaciones entre PLC, usado para establecer comunicación Maestro - esclavo. Y cliente Servidor entre dispositivos inteligentes y con dispositivos de campo. Transmitir señales digitales, analógicas o registros entre ellos, o monitorizar dispositivos de campo.

Es un protocolo ideal para monitorización remota vía radio de elementos de campo (RTU, Remote Terminal Unit), tales como los utilizados en estaciones de tratamiento de aguas, gas o instalaciones petroleras. En la actualidad, se implementa en sectores ajenos a su

idea original, tales como domótica o el control de procesos (climatización, control de procesos, bombeos etc.).

Define una estructura de mensaje que los controladores podrán conocer y utilizar sin tener en cuenta el tipo de red que estos utilizarán para comunicarse. En las comunicaciones en una red Modbus, el protocolo determina como cada controlador reconocerá las direcciones, si un mensaje está dirigido a él determina la acción a llevar a cabo y extraer los datos del mensaje. De la misma manera se define el protocolo y acciones de respuesta.

En otras redes, los mensajes conteniendo el protocolo Modbus están incluidos dentro de la estructura de paquetes usada por la red.

Modbus hace servir RS-232C que define las características físicas de la conexión. La comunicación es del tipo Maestro Esclavo. Modbus emplea el principio Maestro – Esclavo incluso en la modalidad punto a punto. Si un controlador origina un mensaje lo hace como maestro y espera una respuesta de tipo esclavo, si a un controlador le llega una petición de otro, éste reconstruye la respuesta como si fuera un esclavo.

El maestro puede realizar comunicaciones punto a punto con un único esclavo, o utilizar mensajes de tipo general (broadcast). El protocolo establece el formato del mensaje del maestro colocando la dirección, el código de la acción a realizar, datos adicionales y un campo de verificación de errores de transmisión.

La respuesta del esclavo se construye de la misma manera; los campos de confirmación de la acción propuesta, datos adicionales y control de errores en caso de error de recepción o imposibilidad de llevar a cabo la acción propuesta por parte del esclavo, este devuelve un mensaje de error específico.

Los comunicadores de una red pueden comunicarse mediante- una red de punto a punto siendo cualquiera de estos el que puede iniciar el diálogo con los otros controladores. De esta manera un controlador puede funcionar como maestro o esclavo en comunicaciones independientes.

Diálogo:

Un mensaje de interrogación (query) tiene un código que incluye al esclavo destinatario el tipo de acción a tomar. Los bytes de datos contendrán toda la información necesaria para

que el esclavo pueda realizar la acción propuesta, y el campo de verificación proporciona un método de comprobar que la información recibida es correcta.

4.34. Tiempo real.

Es una medida relativa, como ocurre con los decibelios. Se debe comparar con algo, ejemplo, máquinas o equipos diferentes en un mismo sistema pueden tener necesidades diferentes de tiempo real en función del trabajo que realicen. Equipos para control de movimiento, deben ser capaz de dar respuesta de unos cincuenta microsegundos, con una variación máxima (jitter) de unos 10 microsegundos.

Para un PLC el ciclo típico está por debajo de los 10 milisegundos, y las variaciones pueden llegar a ser de milisegundos.

Cuando el tiempo de respuesta es menor que el tiempo en el que una variable o condición determinada tardan en provocar un cambio en el sistema, se dice que el sistema de control opera en tiempo real. Figura 54.

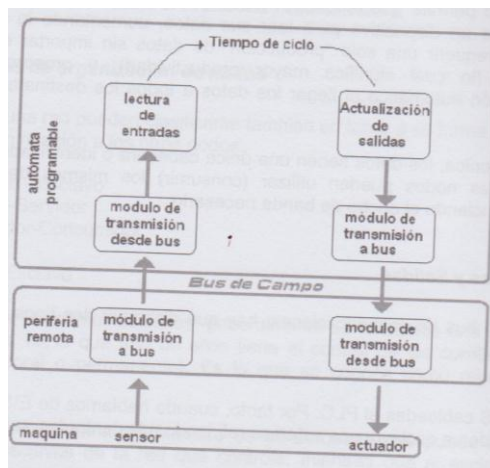


Figura 54. Tiempo de ciclo (Penin, 2008, pág. 15)

Cuando se diseña un sistema automatizado, es necesario tener en cuenta, que los componentes que lo integran sean capaces de dar un determinado tiempo de respuesta que permita que el sistema opere en tiempo real.

4.35. Acceso a la Red.

La ISO (International Standards Organization) establece en 1977, las reglas para establecer la arquitectura que determinara un modelo de referencia para la interconexión

de sistemas de comunicaciones abiertos, El estándar ISO 7498, se publicó en 1984. Esta arquitectura se basa en un sistema de 7 capas o niveles que se superponen en mayor o menor medida.

4.36. Modelo de referencia OSI

Cada nivel se comunica con su nivel homólogo de otro sistema haciendo servir de intermediarias las capas que tiene por debajo, creando una serie de canales que codifican (envío) y decodifican recepción de la información (recepción). Figura 55.

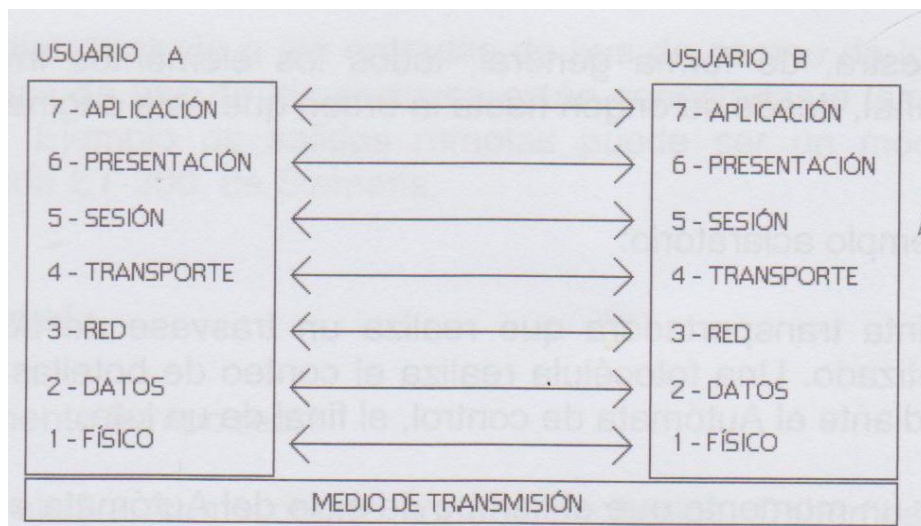


Figura 55. Niveles OSI (Penin, 2008, pág. 24)

Nivel	Nombre	Función	Características (objetivo)
7	Aplicación (<i>Application Layer</i>)	Funciones de usuario y servicios de comunicación.	R/W Start/Stop HTTP, FTP (Intercambio de información: los ficheros)
6	Presentación (<i>Presentation Layer</i>)	Conversión de los datos a un formato común entendible por todos los equipos.	Lenguaje propio del equipo para transmitir y recibir. (Idioma de intercambio: formato y encriptado de datos, seguridad y compresión)
5	Sesión (<i>Session Layer</i>)	Control de las sesiones de comunicación (inicio, transcurso y final)	Coordinación y fiabilidad de la transmisión (hablar por turnos)
4	Transporte (<i>Transport Layer</i>)	Garantizar un enlace fiable entre terminales. Formación y gestión de los paquetes de información.	Transmisión segura. TCP, UDP (medio de comunicación: fragmentación y reconstrucción de datos)
3	Red (<i>Network Layer</i>)	Direccionamiento a través de sistemas (<i>routing</i>) y control de flujo.	Comunicación entre redes. IP, ARP (camino utilizados: <i>routing</i>)
2	Enlace de Datos (<i>Data Link Layer</i>)	Método de acceso. Control de la transmisión de bits y detección y corrección de los errores.	CRC CSMA/CD Token (utilización del medio: control de errores, generación y envío de tramas)
1	Físico (<i>Physical Layer</i>)	Características mecánicas y eléctricas del sistema físico de transporte.	Tipo de cable. COAXIAL, PAR (adaptación al medio)

Figura 56. Resumen de capas OSI. (Penin, 2008, pág. 24)

5. MATERIALES Y MÉTODOS.

La investigación realizada fue del tipo documental ya que se realizó consultas en algunas fuentes de información tales como libros, revistas, Internet, catálogos, etc.

Además la investigación fue del tipo tecnológico, porque se asimilo una tecnología existente ya en nuestro medio y se pudo distinguir las diferentes características de todos los elementos utilizados en la implementación del sistema de control electrónico para la automatización de un grupo electrógeno y sistema de transferencia.

5.1. Métodos.

Los métodos que se utilizaron en la investigación y realización del proyecto son los métodos teóricos y empíricos.

5.1.1. Métodos Teóricos.

Método Analítico – Sintético.

Este método se utilizó para realizar una sintonización de la información adquirida de textos, revistas, Internet, etc., para una mejor conceptualización.

Empleándolo para la elaboración del marco teórico referencial, donde fue necesario utilizar varios documentos para ser analizados.

Método Inductivo - deductivo.

Este método se lo utilizo para la deducción de los contenidos generales o teorías ya demostradas y formular una teoría interpretativa para la explicación del tema que se investigó.

5.1.2. Métodos Empíricos.

Dentro de los métodos Empíricos se empleó el método del Diseño Tecnológico y el Método Científico.

Diseño Tecnológico.

Este método se aplicó mediante la observación en fábricas, talleres, asimilando tecnología para determinar las características del tablero como de todos los elementos que lo constituyen.

Método Científico.

Se aplicó este método para poder asimilar los conocimientos tecnológicos mediante la observación y experimentación, este método lo aplicamos para realizar una guía de prácticas de los diferentes elementos que conforman el sistema de automatización.

En base al requerimiento expuesto, en el presente proyecto investigativo y práctico, la ejecución del mismo se basa en los métodos antes expuestos como sigue:

- Se efectuó una recopilación bibliográfica (bibliografía detallada en el presente trabajo) que oriento a definir los temas a tratar en el Marco Teórico Conceptual, la misma que proviene de libros de mi propiedad y visitas a sitios Web.
- Se prosigue en base a la metodología y se delinea los temas a abordar en el Marco Teórico en conjunto con las leyes físicas principales como Ley de Faraday y Ley de Lenz, la más obtener un panorama completo respecto a los grupos electrógenos y profundizarse el conocimiento en sistemas automáticos de generadores eléctricos y comunicaciones electrónicas.
- Como cimiento principal del trabajo se da las experiencias anteriores en el montaje, integración y puesta en marcha de grupos electrógenos, trabajos que se han ejecutado para empresas privadas dentro y fuera de la ciudad de Loja, esta transferencia de tecnología aporta un gran valor la garantía del presente trabajo.
- Por último el trabajo practico puesto en marcha y brindando el servicio para el cual fue diseñado, genera información adicional como planes de mantenimiento, recomendaciones y conclusiones que son indispensables para el máximo aprovechamiento de las prestaciones del equipo; y que se detallan en el presente trabajo investigativo.

6. RESULTADOS.

El control Intelilite AMF debe ser configurado en un inicio en base a las características del grupo electrógeno, estas configuraciones fueron realizadas previo el montaje del control.

Parte posterior del Control ComAp iL-AMF 20, esta es descubierta para la instalación de la tarjeta de interfaz con el puerto RS232 serial. Figura 57.



Figura 57. Control Intelilite AMF

Establecida la comunicación entre PC y Control Intelilite AMF. Figura 58.



Figura 58. Comunicación con Intelilite AMF

La comunicación entre el Pc y el contro electrónico con interfaz RS232 soporta según las especificaciones del equipo una distancia máxima de 10 m y se establece comunicación a 19200 Baudios o bits por segundo en protocolo STD

Interfaz de usuario máquina. Figura 59.

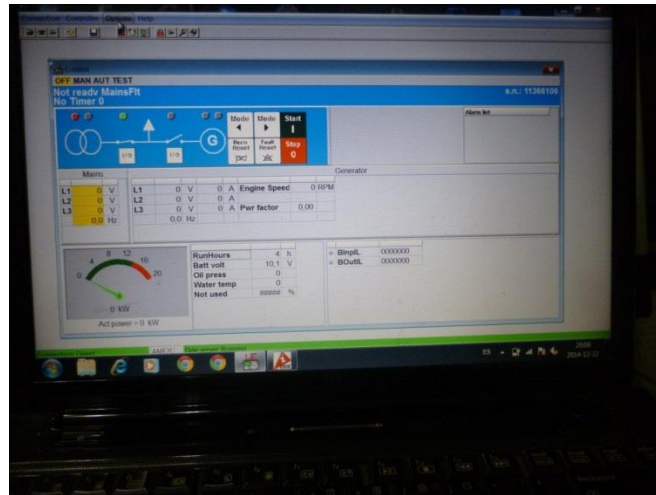


Figura 59. Interfaz de usuario máquina en PC

6.1. Configuración básica del control.

- Gen-set name: Nombre del grupo electrógeno, este nombre está definido para identificar al Intelilite en una conexión telefónica a distancia o móvil. El nombre puede tener un máximo de 14 caracteres.
- Etiqueta del grupo electrógeno: Golden Eggs
- Nomin Power: Potencia eléctrica del equipo en KW 16KW
- Nomin Current: Corriente nominal del equipo a 220v monofásico: 73A
- CT Ratio: Relación TC relación de transformación de la corriente de fases del generador.
- Nomin Voltage: Voltage nominal 110V-220V
- Nomin Freq: Frecuencia nominal de 60 Hz
- Nominal RPM: RPM nominales: 1800 rpm
- FIResGoTo MAN: Reinicio fallo ir a Manual, cuando esta deshabilitado, el controlador permanece en el modo AUT después de un reinicio de fallo. Si se encuentra habilitado, se produce un cambio del modo AUT o TEST al modo MAN después de un reinicio del fallo para evitar el arranque automático del motor.
- Disp BaklightTO: Tiempo límite de luz de pantalla, este es el tiempo límite tras el cual la luz del fondo de pantalla se apaga.

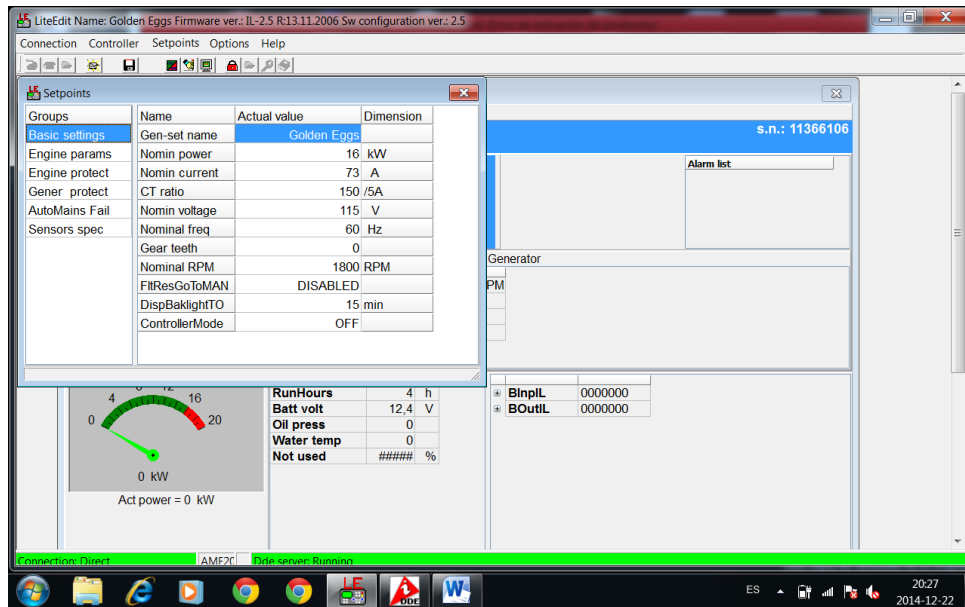


Figura 60. ControllerMode: Modo de controlador OFF, MAN, AUT, TEST.

6.2. Configuración de parámetros del motor.

- Starting RPM: Velocidad de disparo, cuando el controlador deja de arrancar (cranking) el motor de arranque se desconecta, 30%
- Starting POil: Cuando alcanza el valor, el controlador deja de arrancar (el motor de arranque se desconecta); 0 PSI
- Prestar Time: Tiempo de pre arranque, tiempo de espera de arranque.
- Tiempo de espera al arranque: 2 S
- MaxCrank time: tiempo máximo de arranque, tiempo de arranque o Crank de arranque: 7 segundos
- CrnkFail pause: Pausa entre arranques, Tiempo entre intentos de arranque: 8 segundos.
- Crank attempts: intentos de arranque, número máximo de intentos de arranque.
- Intentos de arranque: 5 intentos
- Idler time (tiempo de ralentí): este tiempo empieza cuando las RPM sobrepasan las RPM de arranque, se detecta un fallo de arranque cuando durante el ralentí las RPM caen por debajo de 2 rpm.

Durante la temporización del tiempo de ralentí, la salida binaria RALENTI/NORMAL está abierta, una vez transcurrido este tiempo la salida se cierra. La salida binaria RALENTI/NORMAL se vuelve a abrir durante el periodo de refrigeración, 10 s. Figura 61.

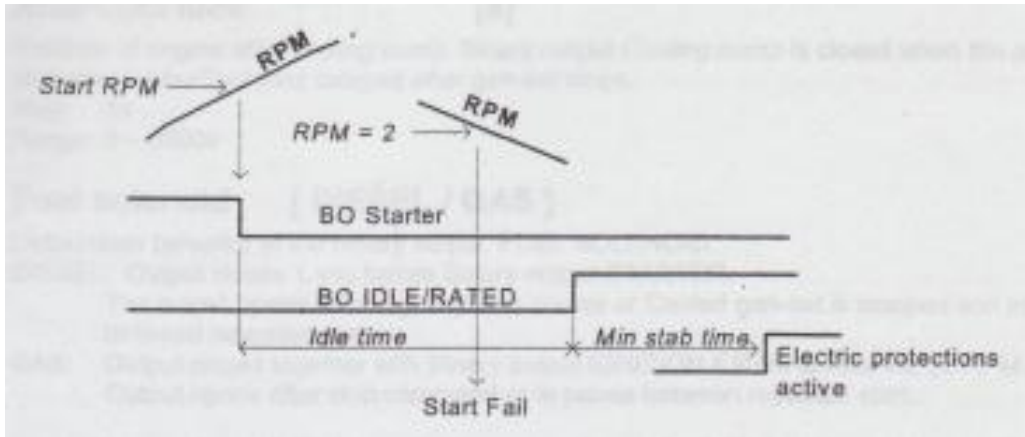


Figura 61. (BO salida a relay de arranque).

- Min stab time: Mínimo tiempo de estabilización, 5 S es el tiempo mínimo que se requiere para ejecutar la orden de transferencia luego de estabilizar el funcionamiento del grupo electrógeno.
- Max stab time: Máximo tiempo de estabilización 10 S es el tiempo máximo que se requiere para conseguir un nivel correcto de tensión del generador.
- Stop time: tiempo de parada: 20 S Tiempo máximo de parada de grupo electrógeno en condiciones normales.
- Cooling time: Tiempo de enfriamiento: 5 S Tiempo de trabajo del grupo electrógeno sin carga antes de ser apagado de forma automática.
- AfterCool time: Tiempo luego de enfriamiento: 5S S Tiempo de trabajo posterior al tiempo en enfriamiento del grupo electrógeno sin carga, tiempo que el motor sigue en marcha luego de actuar la bomba de refrigeración, la salida binaria Bomba de refrigeración (cooling pump), está cerrada cuando el motor se pone en marcha y abre tiempo después de la refrigeración demorado tras la parada del grupo electrógeno.
- Cooling speed: Velocidad de enfriamiento (nominal - Ralentí) Selecciona la función de la salida binaria Ralentí – normal durante la refrigeración del motor.
- Fuel solenoid: Solenoide de combustible, determina el comportamiento de la salida binaria solenoide de combustible.

Diesel: La salida es cerrada 1 seg, antes de la salida Binaria, Motor de arranque. La salida se abre si es activada la parada de emergencia o se detiene el grupo electrógeno refrigerado, o en una pausa entre arranques repetidos.

Gas: La salida se sierra junto con la salida binaria ENCENDIDO o si las RPM superan las 30 RPM (valor fijo) la salida se abre después del comando de paro o en una pausa entre arranques repetidos.

- D+ function: Determina falla en el alternador cargador de batería. O paro del motor. Figura 62.

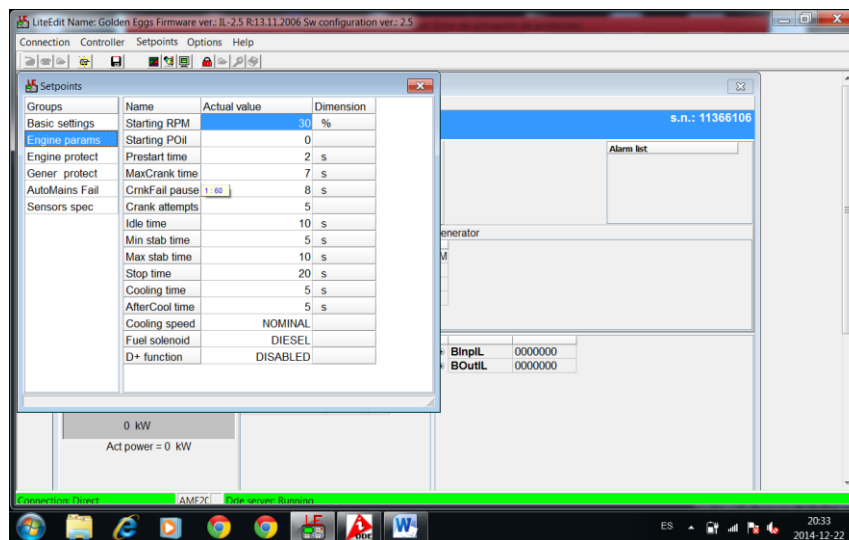


Figura 62. Configuración de parámetros del motor.

6.3. Configuración de parámetros para protección del motor.

- Eng prot del: Demora de protección del motor. Durante el arranque del grupo electrógeno, se deben bloquear algunas protecciones del motor, este es el tiempo configurado en este ítem, 10s.
- Horn timeout: Tiempo límite de bocina, se lo puede dejar con tiempo cero para desconectar la bocina.
- Overspeed: Protección por alta velocidad expresada en porcentaje.
- AnInp1 level 1: Nivel 1 para entrada analógica 1 (Bar), nivel umbral de aviso para la entrada analógica.
- AnInp1 level2: Nivel 2 para entrada analógica 1 (Bar), nivel umbral de parada para la entrada analógica.
- AnInp1 del (demora para entrada analógica).
- AnInp2 level1: Nivel 1 para entrada analógica 2 (°C)
- AnInp2 level2: Nivel para entrada analógica2 (°C)
- AnInp1 del: Demora para entrada analógica 2.

- AnlInp3 level1: Nivel 1 umbral de aviso para entrada analógica 3.
- AnlInp3 level2: Nivel 2 para entrada analógica 3.
- AnlInp3 del: Demora para entrada analógica 3.
- Batt undervolt: Umbral de aviso para baja tensión de la batería.
- Batt volt del: Demora para aviso de bajo voltaje de batería.
- NextServTime: Próximo mantenimiento, cuanta a tras cuando el motor está funcionando, cuando llega a cero aparece la alarma. Figura 63.

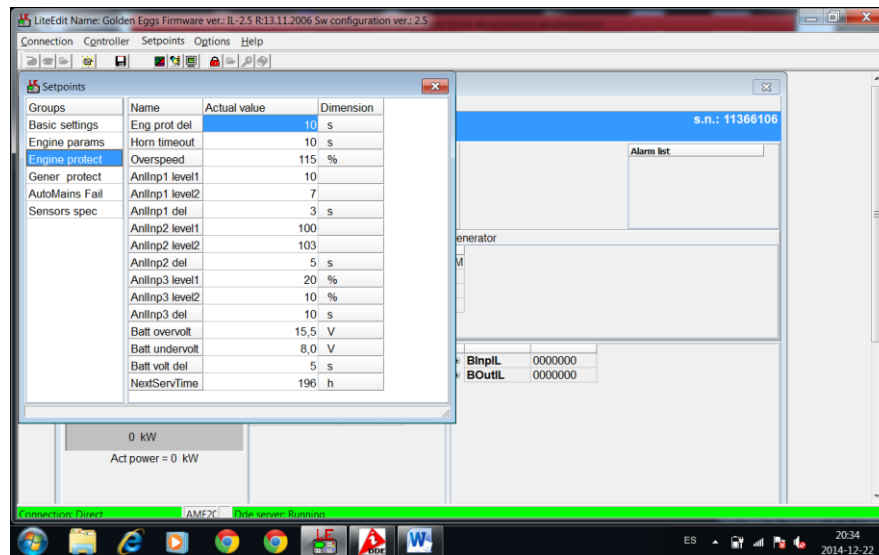


Figura 63. Configuración de parámetros para protección del motor.

6.4. Configuración de parámetros para protección del generador.

- Overload: Sobrecarga, Umbral de sobrecarga, del generador en % de la potencia nominal.
- Overload del: Demora para la alarma de sobrecarga del generador.
- Ishort: Se presenta la alarma que detiene al grupo electrógeno cuando alcanza el límite en cortocircuito rango máximo 5 veces corriente nominal.
- Curr unbal: Desequilibrio de corriente, umbral de asimetría desequilibrio para la corriente del generador. 1% a 200% de la corriente nominal.
- Curr unbal del: Demora de desequilibrio de corriente del generador.
- Gen >V Sd: Umbral de sobretensión del generador. Se comprueban las 3 fases. Se utiliza la máxima de las 3.
- Gen <V Sd: Umbral de sub tensión del generador, se comprueba las 3 fases y se utiliza la mínima de las 3.
- Gen V del: Demora para la alarma de sub tensión y sobretensión del generador.

- Volt unbal: Desequilibrio de tensión del generador.
- Volt unbal del: demora en desequilibrio de tensión.
- Gen >f: Umbral de sobrefrecuencia de la fase L3 del generador.
- Gen <f: Umbral de subfrecuencia de la fase L3 del generador.
- Gen f del: Demora de f del gen. Demora para la alarma de sub frecuencia y sobre frecuencia del generador. Figura 64.

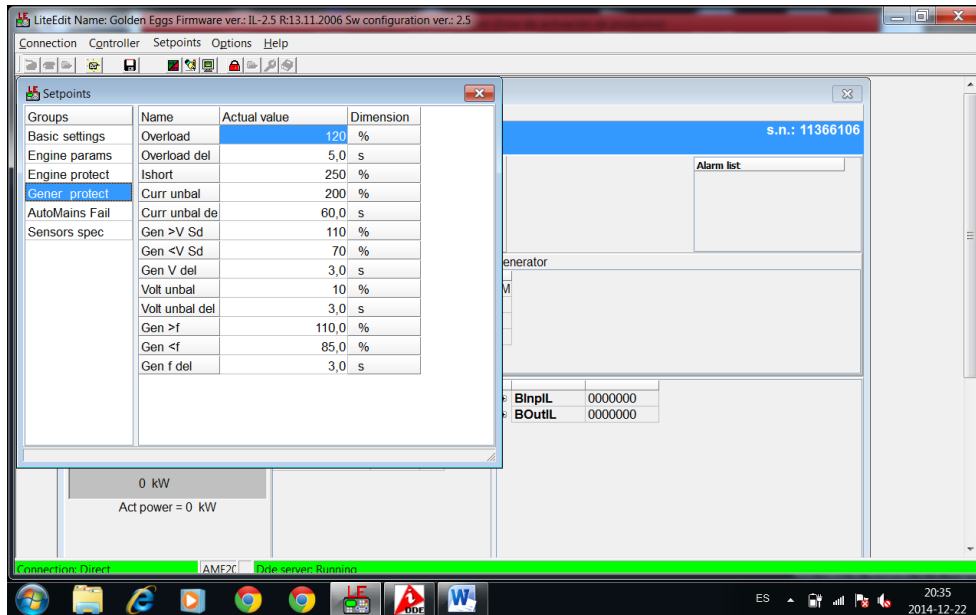


Figura 64. Configuración de parámetros para protección del generador.

6.5. Configuración de parámetros de fallo de red automático (AMF).

- Ret FromIsland: Retorno desde isla. Opciones manual y automático, en modo manual, después del cierre del GCB, iL pasa al modo MAN automáticamente, en modo Auto, no hay cambio automático al modo Manual.
- EmergStart del: Demora de arranque de emergencia.
- Mains ret del: Demora de retorno a la red, Demora tras la reanudación de la red eléctrica para la apertura del GCB.
- FwRet break: Pausa de retorno de avance; demora tras la apertura de GCB para el cierre del MCB durante el procedimiento de retorno.

Demora tras la apertura del MCB para el cierre del GCB si el valor de consigna de la apertura del MCB está programado a arranque del generador. Figura 65.

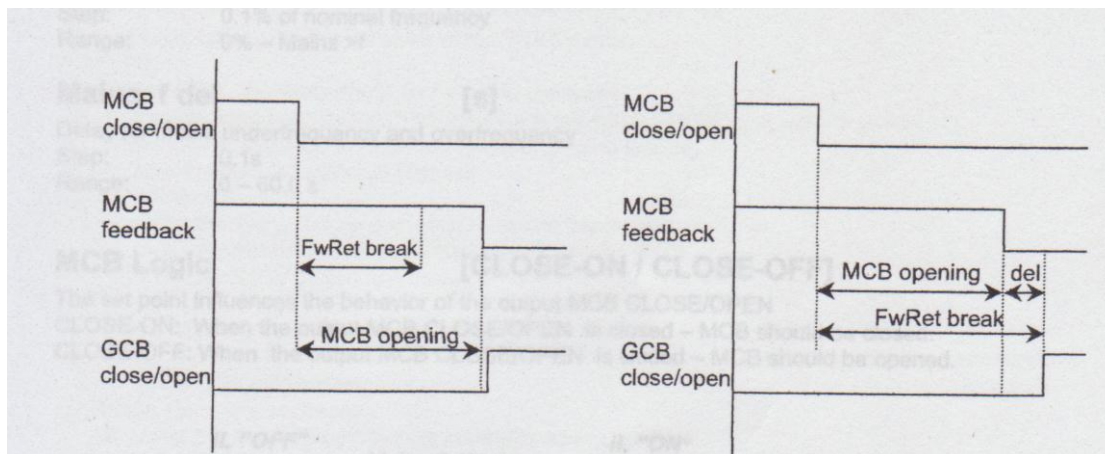


Figura 65. Acción de MCB y GCB

- MCB close del: Demora del cierre MCB, Demora tras la reanudación de la red eléctrica para el cierre del MCB, si el grupo electrógeno no está en funcionamiento, Ej., se encuentra en el procedimiento de arranque.
- Mains >V: Umbral de sobretensión de la red eléctrica, se comprueba las 3 fases y se utiliza la máxima de las tres.
- Mains <V: Umbral de subtensión de la red eléctrica, se comprueba las 3 fases y se utiliza la máxima de las tres.
- Mains V del: demora de tensión de la red, demora para subtensión y sobretensión de la red.
- MVolt unbal: Desequilibrio tensión de la red, Umbral de desequilibrio de la tensión de la red eléctrica.
- MVoltUnval del: Demora de desequilibrio de tensión de red.
- Mains >f: Umbral de sobrefrecuencia de la red eléctrica, se comprueba las tres fases se usa la máxima de las tres.
- Mains <f: Umbral de subfrecuencia de la red eléctrica, se comprueba las tres fases se usa la máxima de las tres.
- Mains f del: Demora de subfrecuencia y sobrefrecuencia de la red eléctrica.
- MCB Logic: El valor (CLOSE – OFF y CLOSE – ON), influye en el comportamiento de la salida MCB Cierre/apertura, CLOSE – ON Cuando la salida MCB CIERRE / APERTURA, está cerrada.
- MCB está cerrado, CLOSE – OFF Cuando la salida MCB CIERRE / APERTURA, está cerrada MCB está abierto. Figura 66.

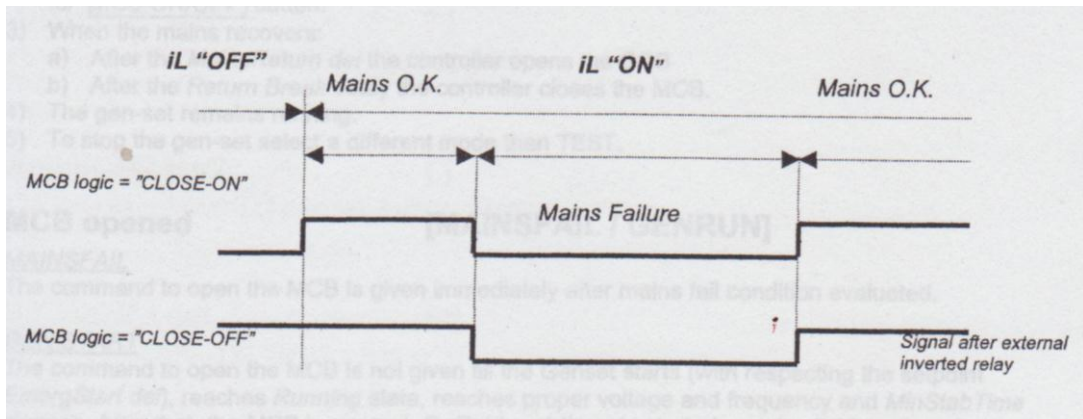


Figura 66. Ret from test: Retorno desde test remote, (Manual, Auto).

Manual:

- Seleccione TEST, el grupo electrógeno se pone en marcha y funciona en vacío.
- Para transferir la carga de la red, al grupo electrógeno, pulsar MCB ON/OFF o esperar a que se corte la corriente.
- Cuando la red a retornado, el grupo electrógeno continua trabajando con carga.
- Para detener el grupo electrógeno seleccionar el modo AUT.
- En modo AUT:

Después de MainsReturn, del (Demora de retorno de red), InteliLite abre el GCB.

Después de la demora de Return Break, Pausa de retorno, InteliLite cierra el MCB.

El grupo electrógeno se enfría y se apaga.

Auto:

- Selecciones TEST, el grupo electrógeno se `pone en marcha y funciona en vacío.
- Para transferir la carga de la red al grupo electrógeno, espere a que se corte la corriente el controlador no responde al botón MCB ON/OFF.
- Cuando se recupera la red:
- Después de MainsReturn del (demora de retorno de red), el controlador abre el GCB
- Después de la demora de ReturnBreak, pausa de retorno, el controlador cierra el MCB.
- El grupo electrógeno continua funcionando.
- Para detener el grupo electrógeno seleccionar otro modo que no sea TEST.

MCB opened: MCB abierto. Figura 67.

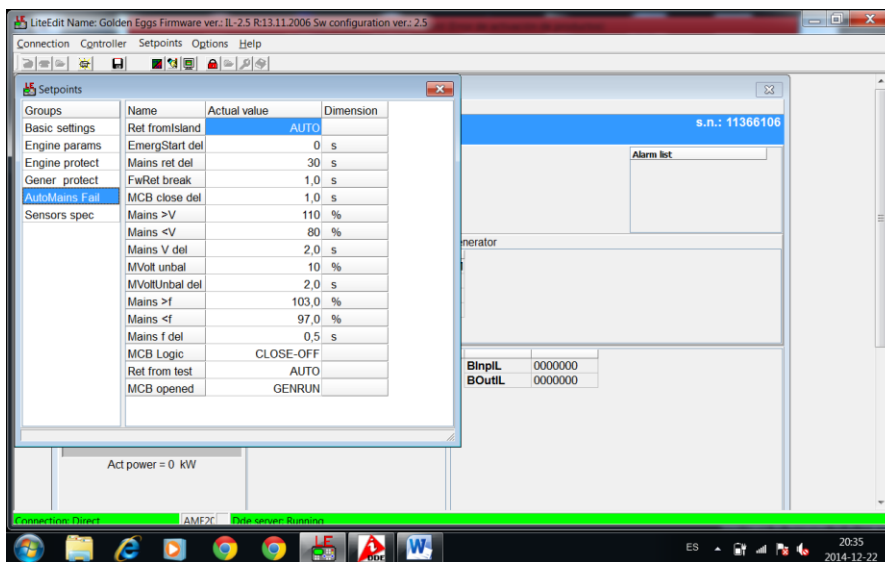


Figura 67. Configuración de valores para servicio automático

Especificaciones de sensores.

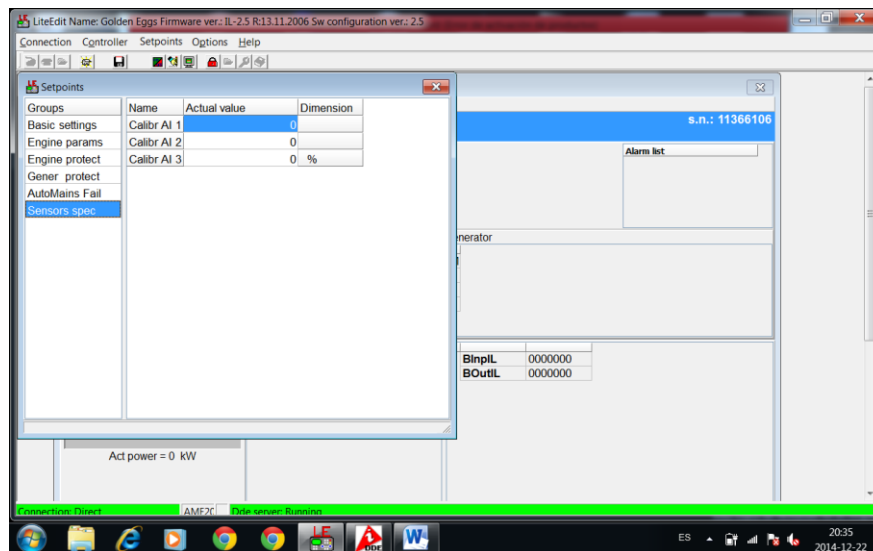


Figura 68. Calibración de sensores.

6.6. Modificación de entradas binarias, salidas binarias y entradas analógicas.

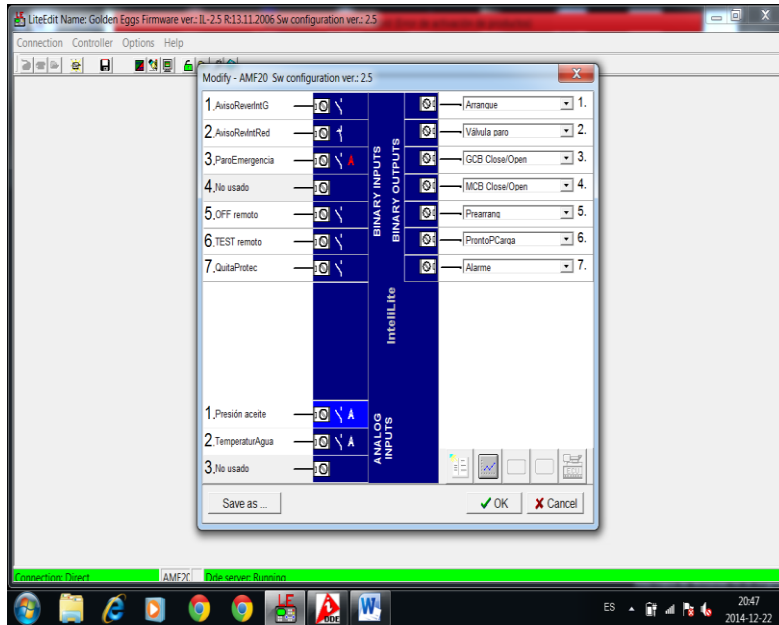


Figura 69. Configuración de entradas y salidas binarias, entradas analógicas.

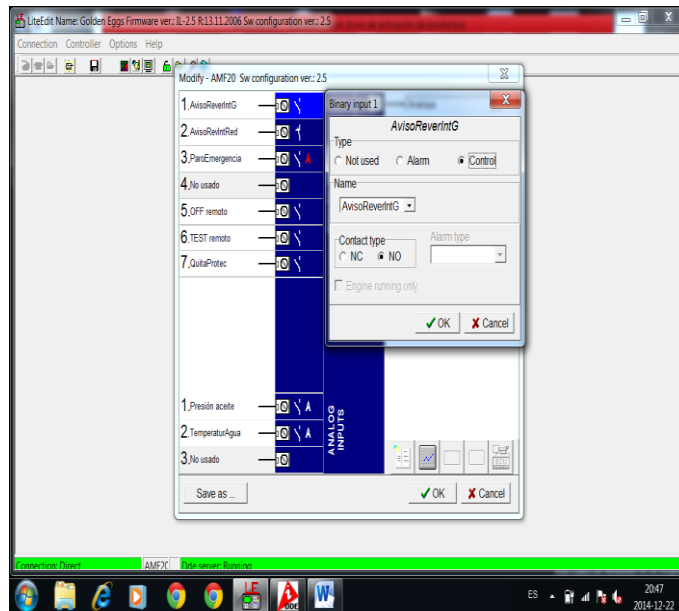


Figura 70. Configuración señal de re transferencia automática.

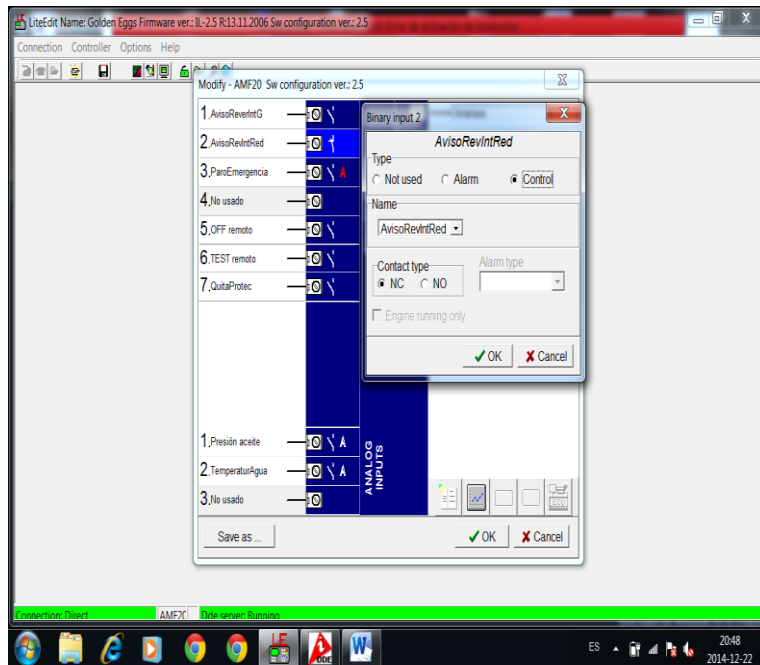


Figura 71. Configuración paro de emergencia.

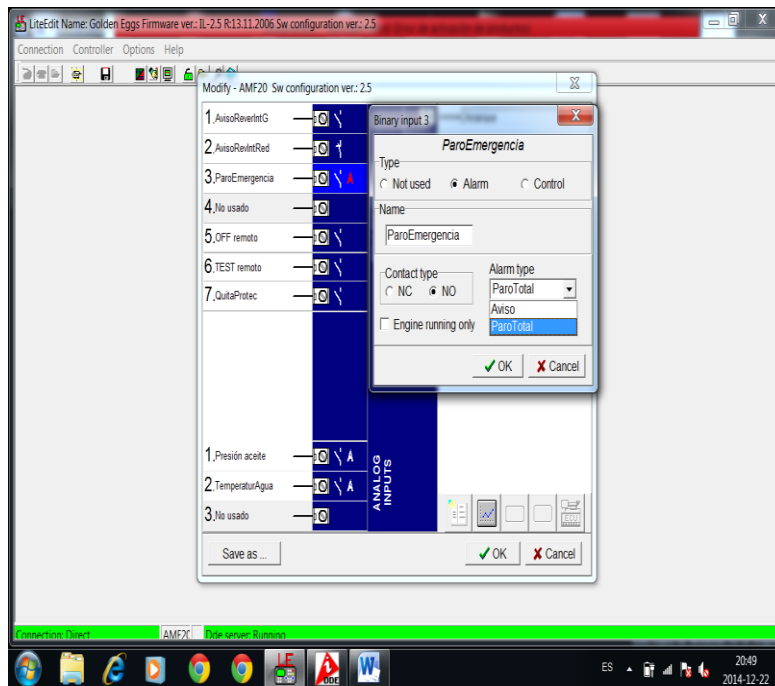


Figura 72. Configuración de entrada binaria 5

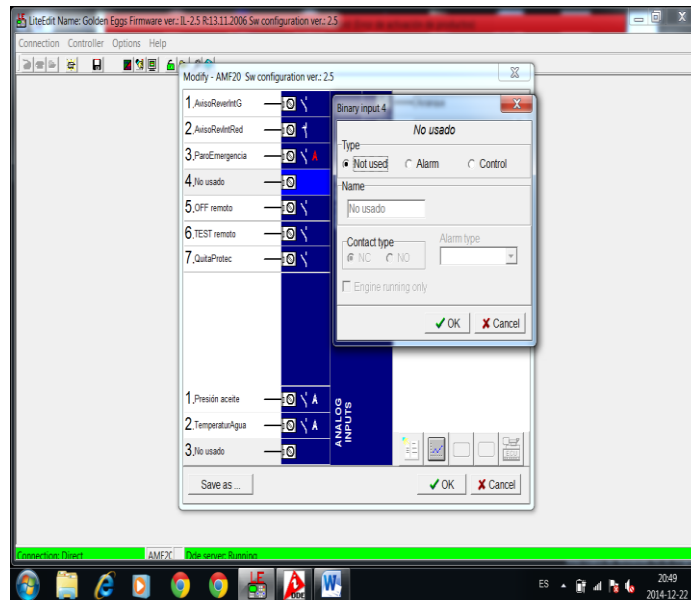


Figura 73. Configuración de apagado remoto

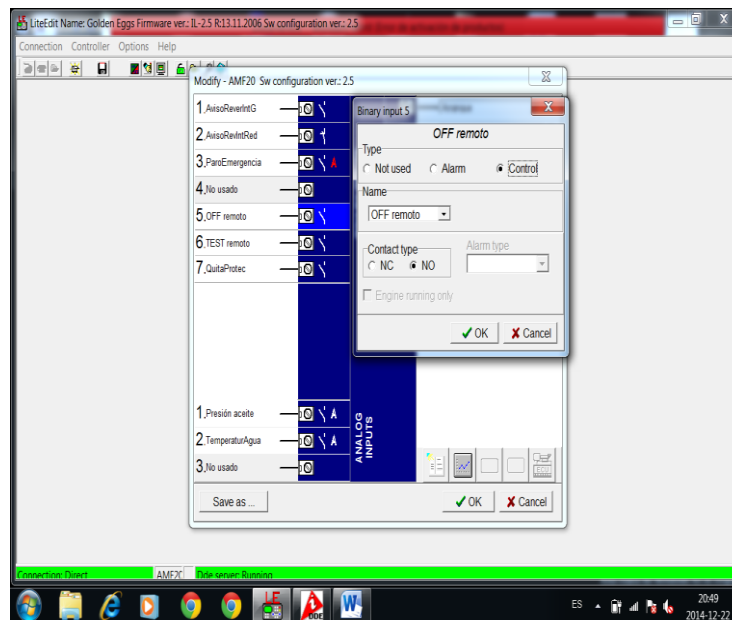


Figura 74. Configuración de test remoto.

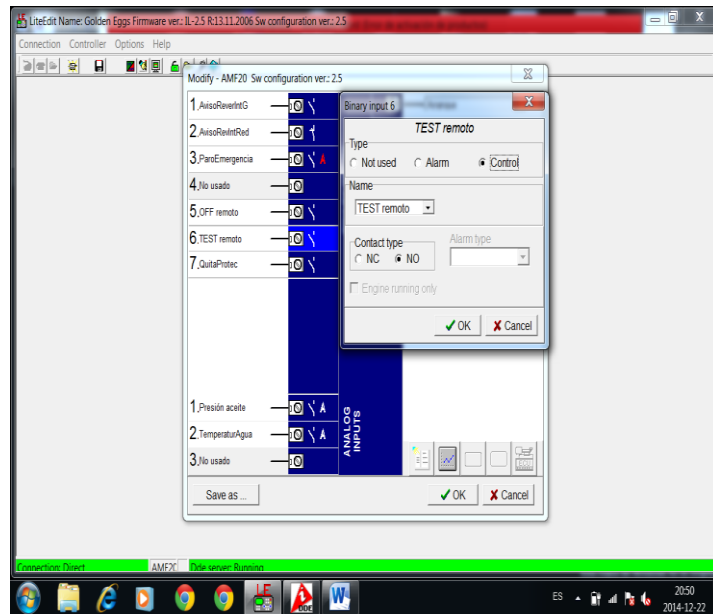


Figura 75. Configuración de opción para inhibir protecciones.

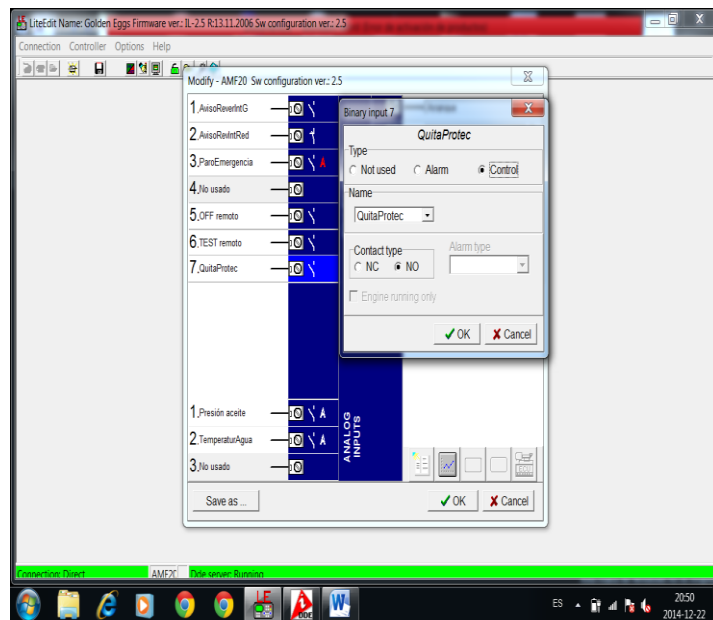


Figura 76. Configuración de sensor presión de aceite.

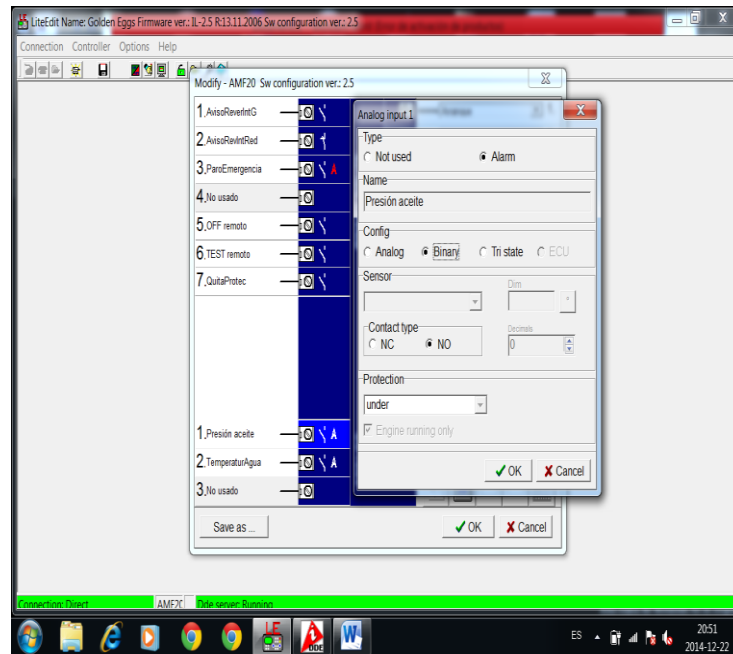


Figura 77. Configuración de sensor para temperatura.

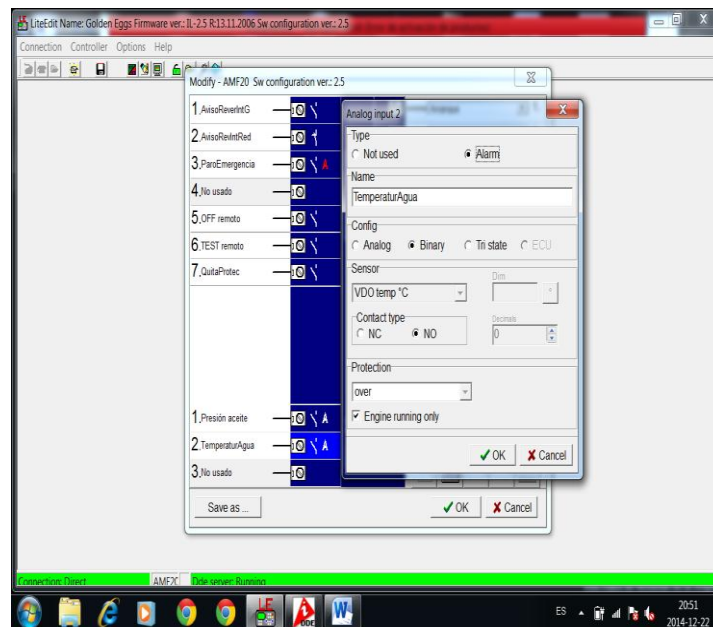


Figura 78. Curvas de comportamiento de sensores en configuración analógica.

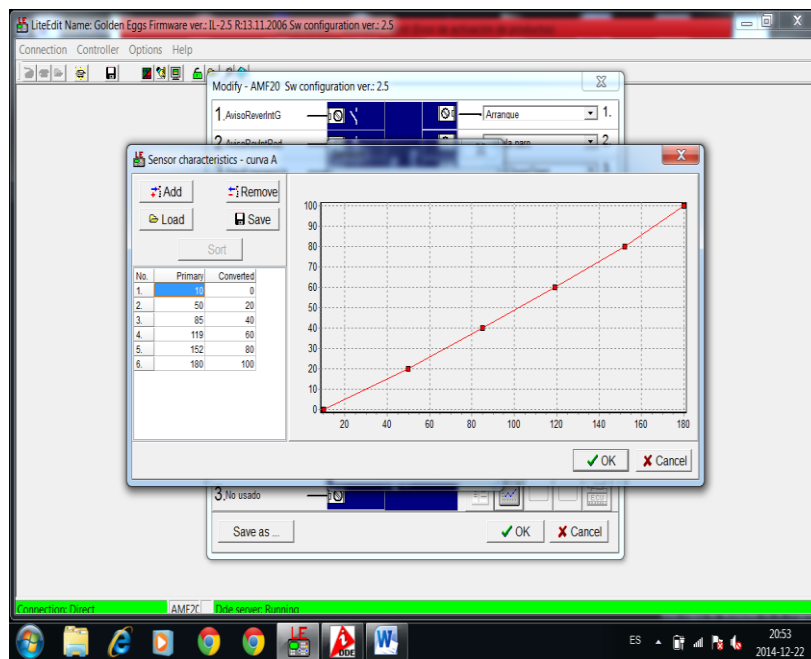
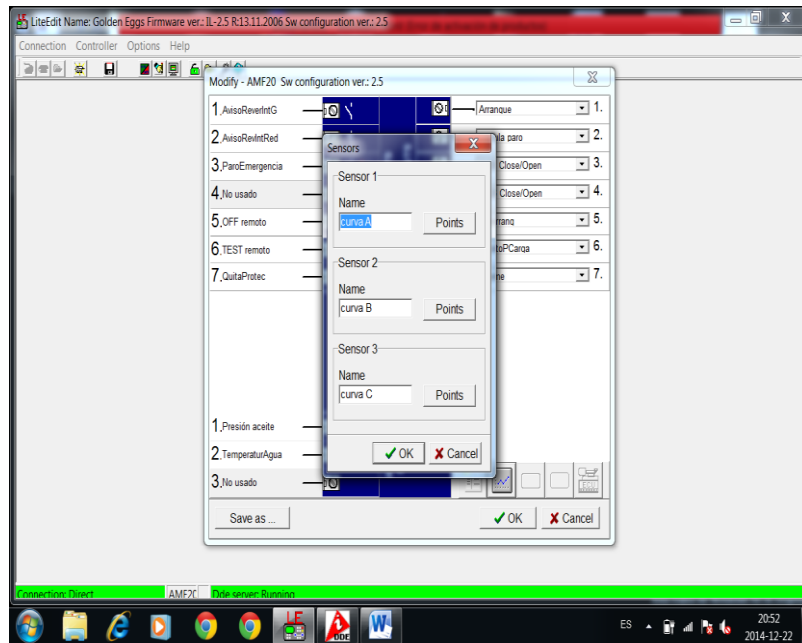


Figura 79. Calibración de sensor temperatura.

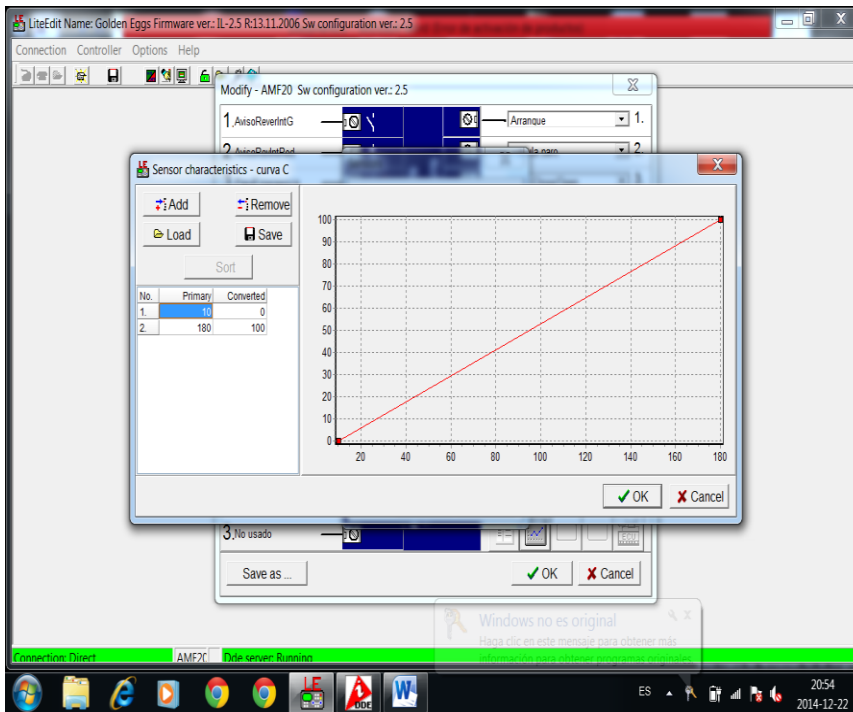
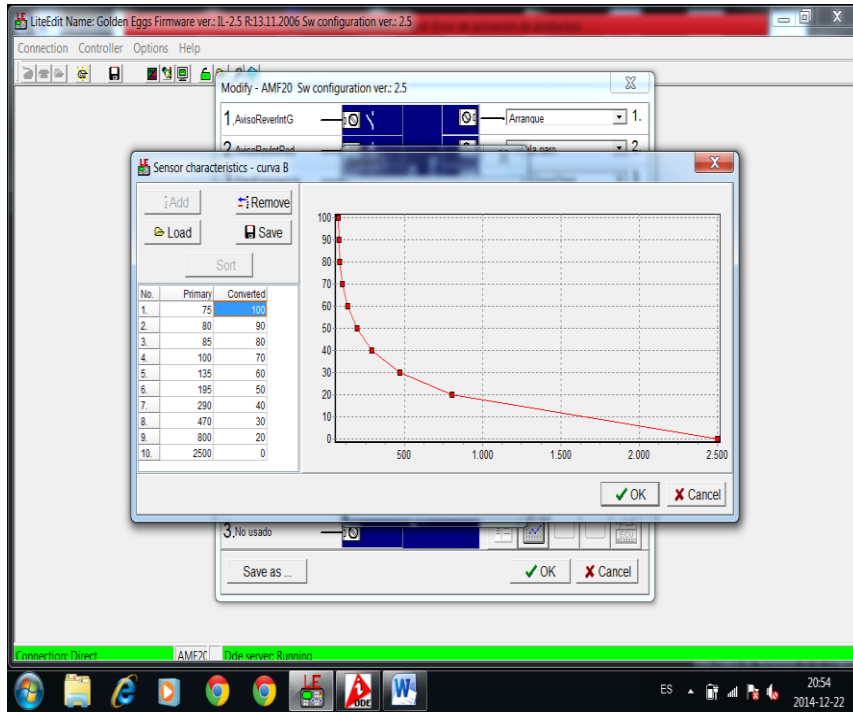


Figura 80. Calibración de sensor de presión.

6.7. Proceso de montaje e instalación del control de grupo electrógeno y transferencia automática.

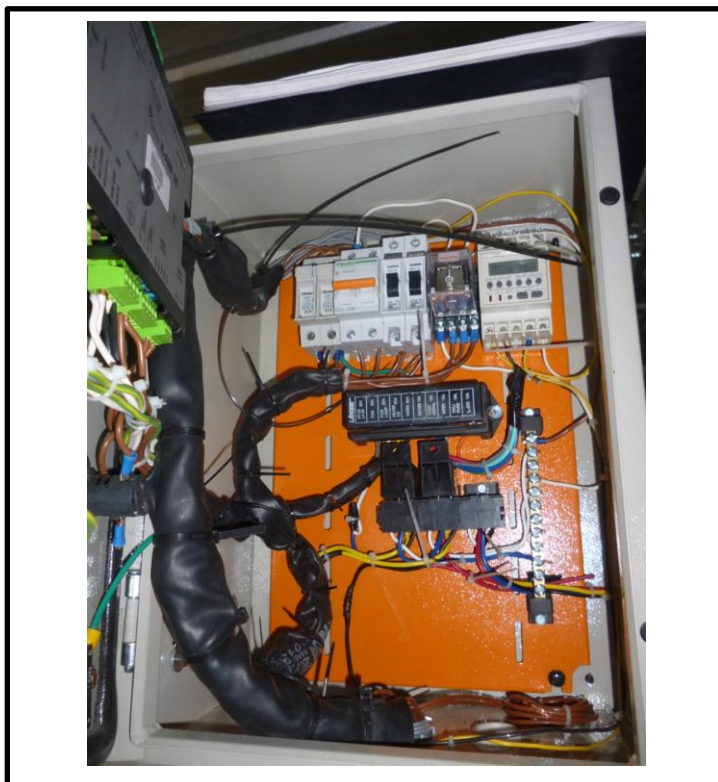
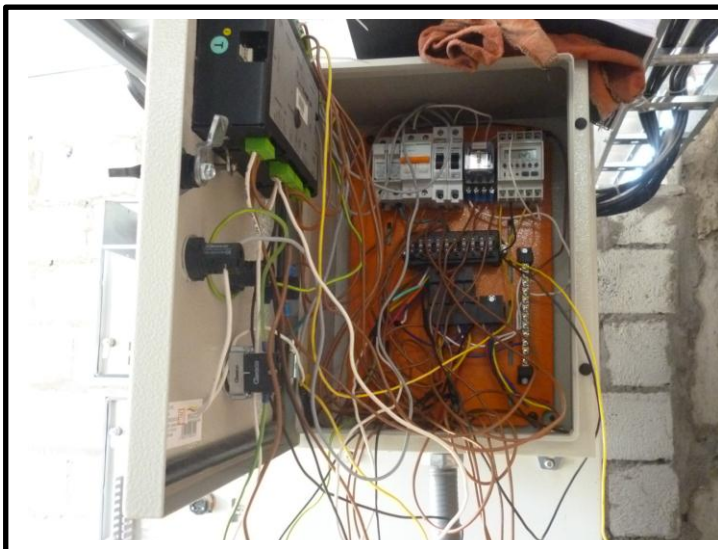


Figura 81. Montaje en gabinete metálico, de control electrónico, protecciones eléctricas, ejercitador automático, y relay de fuerza

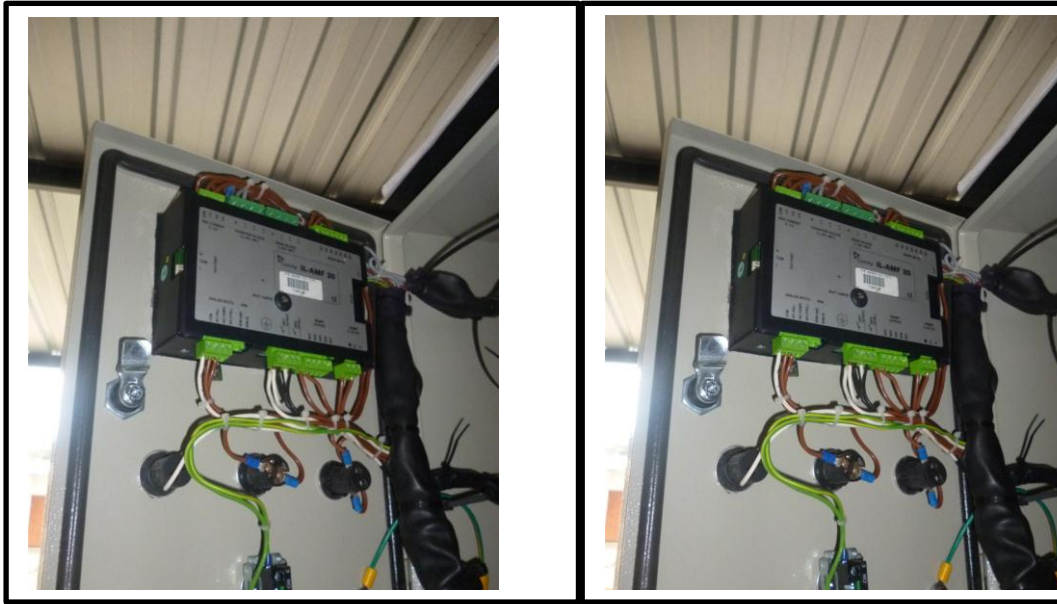


Figura 82. Pruebas de operatividad del control en el grupo electrógeno

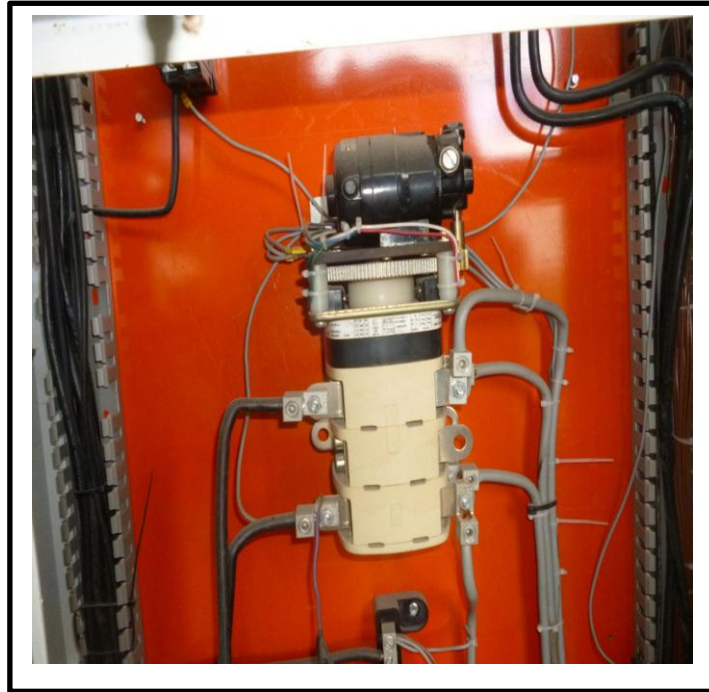


Figura 83. Montaje y pruebas de Transferencia automática

7. DISCUSIÓN.

El sistema de control automático instalado para el grupo electrógeno, censa continuamente los valores de voltaje de la red pública, con el objetivo de mantener niveles óptimos de tensión alimentando la carga instalada, según las configuraciones al control debe censar 115 V por línea con una variación de voltaje máximo del 10% en este caso 126.5 V y 20% para el voltaje mínimo es decir 92 voltios el tiempo de retardo para que el control se alarme por alto o bajo voltaje es de 2 segundos, es decir si por un periodo mayor a 2 segundos tenemos una variación de voltaje superior a los valores establecidos, el control da la orden de encendido al generador y este toma carga conforme un proceso normal por corte de energía pública, esta es la función de supervisor de voltaje del control electrónico instalado.

Frente a un corte de energía pública, el control del grupo electrógeno es alimentado por los 12 V dc de la Batería, la misma que mantiene su voltaje de carga grupo electrógeno,

8. CONCLUSIONES.

Con la culminación del proyecto, se ha cumplido el objetivo general de automatizar, un grupo electrógeno de emergencia, mediante la implementación de un control electrónico InteliLite AMF20.

Se ha realizado el diseño y la construcción de los circuitos de control y fuerza necesarios para el correcto funcionamiento manual y automático del grupo electrógeno y transferencia automática.

Se programó el control electrónico InteliLite AMF20 de acuerdo a los parámetros de grupo electrógeno y requerimientos técnicos de la carga eléctrica instalada.

El grupo electrógeno automatizado es un grupo electrógeno de emergencia, con motor estacionario diesel, sistema de encendido electromecánico, bomba de inyección con solenoide eléctrico y enfriado por aire, el generador es Bifásico 240V de 16 KW.

El montaje del grupo electrógeno incluye silenciador, tanque de combustible y ajuste mecánico de la velocidad en la bomba de inyección.

La transferencia Automática es electromecánica motorizada, con capacidad de 150 Amperios, compuesta por contactos eléctricos, motor reductor con inversión de giro y finales de carrera.

El grupo electrógeno frete a un corte de energía o variación de voltaje de red superior al (+-)20% del valor nominal programado, espera 5 segundos antes de enviar la orden al motor de arranque, esto con el objetivo de evitar los Flicker (parpadeos) o micro cortes de la red pública y desbalance momentáneo del voltaje de red por arranque de motores eléctricos, luego del arranque del motor diesel el equipo tiene 5 segundos para estabilizar los valores nominales de voltaje y frecuencia, si esto no ocurre el grupo electrógeno se apaga.

Se instala una botonera de paro de emergencia en el panel de control, con el objetivo de detener instantáneamente el funcionamiento del grupo electrógeno frente a alguna eventualidad.

Se instala un timer programable con el interés de encender automáticamente el grupo electrógeno de manera semanal, (ejercitado automático de calentamiento semanal).

La configuración del control InteliLite AMF20 se ejecuta in situ por lo que se utiliza protocolo de comunicación RS -232, de requerir monitoreo remoto del equipo se puede utilizar protocolo RS-422.

No se implementa ninguna topología de red, puesto que se configura un solo equipo.

El modo de comunicación del control InteliLite AMF20 con el computador es Half – Duplex.

La comunicación establecida es en tiempo real.

El sistema ha sido montado y probado en base a normas técnicas y de buenas prácticas eléctricas.

9. RECOMENDACIONES.

Se recomienda tener en cuenta la capacidad de 16KW del grupo electrógeno para la instalación de cargas bajo soporte de generador.

Se recomienda Tener en cuenta el voltaje del generador de 220 Monofásico para la instalación de cargas eléctricas.

Recomendamos encender de forma progresiva o secuencialmente, los motores de molino, mezcladora y ventiladores de requerir su uso bajo condiciones de corte de energía y publica y encontrarse con suministro eléctrico de generador.

Se recomienda conectar todos los computadores a las tomas de UPS.

Se recomienda al personal técnico de la granja, revisar continuamente el procedimiento de operación del control electrónico en modo manual y automático, para prevenir fallas en el funcionamiento del sistema y poder intervenir con maniobras de cambio de manual a automático de ser necesario.

Se recomienda es necesario incluir señalización de peligro y riesgo eléctrico en cuarto de máquinas.

Recomendación importante es prevenir al personal de la granja del riesgo que incurre manipular los equipos sin previa capacitación.

Se recomienda al personal técnico de la granja seguir un plan de mantenimiento preventivo que se adjunta como anexo2.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Caterpillar. (2015). *Caterpillar* . Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de http://www.cat.com/es_ES/power-systems/electric-power-generation/diesel-generator-sets.html
- Chapman, S. J. (2005). En *Máquinas Eléctricas Cuarta Edición* (pág. 380). Mexico D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- ComAp. (2015). *Auto Mains Failure (AMF) Gen-set Controller*. Recuperado el 16 de Febrero de 2015, de <http://www.comap.cz/products/detail/intelilite-nt-amf-25/>
- CVONLINE. (2015). *CVONLINE*. Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/TecEduc/Intro_grupos_electrogenos/descripcion_del_grupo_electrogeno_parte_1.html
- Danish Wind Industry Association. (10 de Mayo de 2003). *Asociación danesa de la industria eólica*. Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de http://www.motiva.fi/myllarin_tuulivoima/windpower%20web/es/tour/wtrb/async.htm
- de Francisco, A., Castillo, M., & Torres, J. (1993). *La Energía Eléctrica en la Explotación Agraria y Forestal* . Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Donate, A. H. (1999). *Electricidad y Electrónica II*. En A. H. Donate, *Electricidad y Electrónica II*. Barcelona, España : Marcombo.
- Dorf, R. C., & Bishop, R. H. (2005). *Sistemas de Control Moderno*. Madrid, España: Pearson.
- Fink, D., & Beaty, H. W. (1996). *Manual de Ingeniería Eléctrica*. México, D.F.: McGRAW-HILL.
- GAMA. (2015). *GAMA MATERIALES ELECTRICOS*. Recuperado el 16 de Febrero de 2015, de <http://www.gama-me.com/materiales-electricos/comando-motor/contactores-siemens-sirius>

Gonzales , S., & Rebollo , M. (9 de Septiembre de 2013). *Blog de 4 Año 1 división del C.E.M N° 78*. Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de <http://41cem78.blogspot.com/>

JINAN DIESEL ENGINE CO., L. (2014). *JINAN DIESEL ENGINE CO., LTD*. Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de http://www.jdec.es/biogas_generating.html

Nuñez, M. (2010). *Combustión Basica*.

Penin, A. R. (2008). *Comunicaciones Industriales Guia Práctica*. Barcelona, España: marcombo.

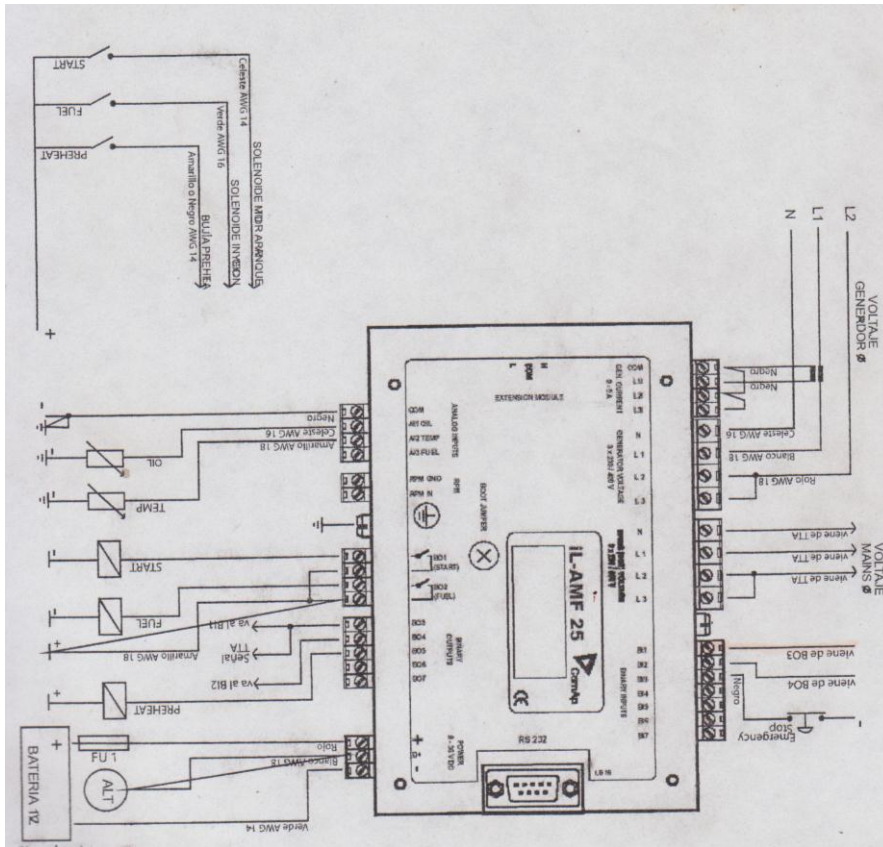
Pintulac. (2015). *Pintulac*. Recuperado el 15 de Febrero de 2015, de <http://www.pintulac.com.ec/generadores/generadores-electricos.php?i=PG1200>

ROMAN, M. I. (2014). *TEXTO DE ELT 260 MAQUINAS ELECTRICAS DE C.A.I. UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICA*, 11.

Velasquez Ingenieros Asociados S.A.S. (2015). *Velasquez Ingenieros Asociados S.A.S*. Recuperado el 16 de Febrero de 2015, de http://www.velasquez.com.co/paginas/transferencia_automatica_con_contactores.htm

11. ANEXOS.

11.1. Diagrama general de instalación de control IntelliLite AMF20



11.2. Plan de mantenimiento.

MANTENIMIENTO DEL GRUPO ELECTRÓGENO

El programa para el mantenimiento preventivo del grupo electrógeno, está estructurado con labores de mantenimiento semanal, mensual, anual o por el número de horas del equipo.

MANTENIMIENTO SEMANAL.

TIEMPO/HORAS	LABOR
SEMANALMENTE	<ul style="list-style-type: none">• Verificar los niveles de combustible (siempre debe permanecer lleno), aceite y refrigerante.• Encender el generador sin carga durante 15 minutos.• Realizar una Inspección visual.
MENSUAL	<ul style="list-style-type: none">• Encender el motor con carga, registrar datos de corriente de fase, voltaje entre fases y frecuencia.• Revisar conexiones eléctricas
200 HORAS DE TRABAJO O SEIS MESES (LO QUE SE CUMPLA ANTES)	<ul style="list-style-type: none">• Cambio de aceite.• Cambio filtro de aceite.• Cambio filtro de combustible.• Purgar tanque de combustible.
1000 HORAS O DOS AÑOS (LO QUE SE CUMPLA ANTES).	<ul style="list-style-type: none">• Calibración de válvulas.• Cambio de refrigerante.• Des humificación de partes eléctricas.• Des carbonización de escape y múltiple de escape.

MANTENIMIENTO AL TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICO	
TIEMPO/HORAS	LABOR
200 HORAS DE TRABAJO O SEIS MESES (LO QUE SE CUMPLA ANTES)	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe limpiar el polvo con una brocha debidamente aislada, todos los componentes del tablero, ya que por condiciones ambientales del sitio se acumula el polvo en el lugar. • Se debe verificar que las luces piloto se encuentren en buen estado, y cambiarlos si es necesario. • Se debe ajustar los pernos y tornillos y borneras de los componentes, ya que por corrientes parásitas o vibraciones estos tienden a aflojarse. • Se debe revisar los voltajes de la batería de control, además que el cargador de baterías se encuentre encendido. • Por motivos de seguridad es importante simular una interrupción de energía de la red pública para verificar el estado en que se encuentra el sistema grupo generador –TTA.

12. ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	I
CERTIFICACIÓN.....	II
AUTORÍA	III
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
1. TITULO.	1
2. RESUMEN - ABSTRACT.....	2
3. INTRODUCCION.	4
4. REVISIÓN DE LITERATURA.	5
4.1. Generador de Corriente Alterna.	5
4.1.1. Generador asincrónico o de inducción.	5
4.1.2. Generador sincrónico o alternador.....	7
4.2. Elementos del generador de corriente alterna.....	8
4.2.1. El Inductor.....	8
4.2.2. El Inducido	9
4.3. Principio de funcionamiento de un generador A.C	9
4.3.1. Ley de Faraday.....	10
4.3.2. Ley de Lenz.	11
4.4. Grupos electrógenos y su clasificación.	12
4.4.1. Grupos electrógenos a gas, industriales.....	13
4.4.2. Grupos electrógenos a diesel industriales.....	13
4.4.3. Grupos electrógenos a gasolina.	14
4.4.4. Grupos electrógenos movibles.....	15
4.4.5. Grupos electrógenos encapsulados e insonorizados.....	15
4.4.6. Grupo electrógeno de emergencia.....	15
4.5. Partes de un grupo electrógeno.	16
4.5.1. Motor de Combustión Interna.....	17
4.5.2. Generador de corriente alterna.	19
4.5.3. Circuito de control de arranque y paro.....	19
4.5.4. Instrumentos de Medición.	20
4.5.5. Control Electrónico.	20
4.5.6. Silenciador.....	20
4.5.7. Tanque de Combustible.	20

4.5.8.	Regulador de Velocidad.....	21
4.6.	Sistemas de control automático.....	21
4.7.	Sistema de transferencia de energía eléctrica.....	21
4.7.1.	Componentes de un sistema de Doble Acometida.....	22
4.7.2.	Transferencia automática de energía eléctrica.....	23
4.8.	Sistema de control o mando del grupo electrógeno.....	26
4.8.1.	Sistema electrónico de control para grupos electrógenos.....	27
4.8.2.	Sistema electrónico de control IntelliLite para grupos electrógenos.....	27
4.8.3.	Modos de funcionamiento de un grupo electrógeno.....	30
4.9.	Elementos de Potencia.....	37
4.9.1.	Interruptores.....	37
4.9.2.	Contactores.....	39
4.9.3.	Ventajas del uso de contactores ante el uso de equipos de maniobra accionados manualmente.....	40
4.9.4.	Intensidad nominal térmica e Intensidad nominal de empleo.....	41
4.9.5.	Consideraciones para la elección de un contactor.....	41
4.9.6.	Clasificación de los contactores.....	42
4.9.7.	Fusibles.....	42
4.9.8.	Protección diferencial.....	44
4.10.	Equipos manuales de mando y señalización.....	46
4.10.1.	Pulsadores.....	47
4.10.2.	Conmutadores.....	47
4.10.3.	Combinadores.....	47
4.10.4.	Aparatos automáticos de mando.....	47
4.10.5.	Relés electromagnéticos.....	48
4.10.6.	Relés temporizadores.....	48
4.10.7.	Contador de impulsos.....	49
4.10.8.	Aparatos para control de magnitudes no eléctrica.....	49
4.11.	Comunicaciones industriales.....	50
4.12.	Sistemas para transporte de señal.....	52
4.12.1.	Cable eléctrico.....	52
4.12.2.	Fibra Óptica.....	53
4.12.3.	Enlace óptico.....	53
4.12.4.	Radio frecuencia.....	53
4.12.5.	Microondas.....	54
4.12.6.	Satélite.....	54

4.13. Sistemas de transmisión de la señal.....	55
4.14. Niveles de tensión.....	55
4.14.1. RS-232C (V24).....	55
4.14.2. RS-422 V(11).....	58
4.14.3. RS-485.....	58
4.14.4. Cuadro Comparativo.	59
4.15. TTL.....	61
4.16. Bucle de corriente.....	61
4.17. Señal modulada.....	62
4.18. Modos de transmisión de datos.....	63
4.19. Codificación de señales.....	64
4.20. Protocolos de comunicación.....	65
4.21. Objetivo de los protocolos de comunicación.....	65
4.22. Tipos de redes según forma (Topología).....	66
4.22.1. Redes Centralizadas (Clustered Systems).....	67
4.22.2. Redes Distribuidas (Distributed Systems).....	67
4.23. Configuraciones básicas:.....	67
4.23.1. Anillo.....	67
4.23.2. Estrella.....	68
4.23.3. Bus.....	69
4.23.4. Árbol.....	70
4.23.5. Red.....	70
4.24. Tipos de redes según extensión.....	71
4.24.1. WAN (Wide Área Network).....	71
4.24.2. MAN (Metropolitan Área Network).....	71
4.24.3. LAN (Local Área Network).....	71
4.25. Formas de comunicación.....	71
4.25.1. Comunicaciones Cíclicas.....	72
4.25.2. Comunicaciones Acíclicas.....	72
4.26. Modos de diálogo.....	73
4.26.1. Modo de comunicación simplex.....	73
4.26.2. Modo de comunicación Half-Duplex.....	73
4.26.3. Modo de comunicación Duplex (Full Duplex).....	73
4.27. Relaciones entre estaciones.....	73
4.28. Modos de comunicación.....	74
4.29. Formas de organización de nodos.....	75

4.29.1. Maestro – Esclavo.....	75
4.29.2. Cliente-Servidor.....	76
4.29.3. Productor-Consumidor.....	76
4.30. Entradas y salidas.....	77
4.31. Protocolo STP.....	77
4.31.1. Proceso STP.....	78
4.32. Versiones STP.....	78
4.32.1. PVST.....	78
4.32.2. PVST+	79
4.32.3. PVST + rápido.....	79
4.32.4. RSTP	79
4.32.5. MSTP	79
4.33. Protocolo Modbus.....	79
4.34. Tiempo real.....	81
4.35. Acceso a la Red.....	81
4.36. Modelo de referencia OSI.....	82
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	83
5.1. Métodos.....	83
5.1.1. Métodos Teóricos.....	83
5.1.2. Métodos Empíricos.....	83
6. RESULTADOS.....	85
6.1. Configuración básica del control.....	86
6.2. Configuración de parámetros del motor.....	87
6.3. Configuración de parámetros para protección del motor.....	89
6.4. Configuración de parámetros para protección del generador.....	90
6.5. Configuración de parámetros de fallo de red automático (AMF).....	91
6.6. Modificación de entradas binarias, salidas binarias y entradas analógicas.....	95
6.7. Proceso de montaje e instalación del control de grupo electrógeno y transferencia automática.....	102
7. DISCUSIÓN.....	105
8. CONCLUSIONES.....	106
9. RECOMENDACIONES.....	108
10. Bibliografía.....	108
11. ANEXOS.....	111
INDICE DE CONTENIDOS	114

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Conversión de energía de in Generador Eléctrico (Gonzales & Rebollo , 2013).	5
Figura 2. Rotor de Jaula con barras de cobre o Aluminio (Danish Wind Industry Association, 2003).	6
Figura 3. Rotor núcleo de hierro (Danish Wind Industry Association, 2003).	6
Figura 4. Generador sincrónico de armadura estacionaria (ROMAN, 2014).	8
Figura 5. Tipos de rotores para generadores a) Polos salientes b) Polos lisos (ROMAN, 2014).	8
Figura 6. Onda Senoidal a partir de la rotación del inductor (ROMAN, 2014, pág. 15).	10
Figura 7. Grupo electrógeno a gas (JINAN DIESEL ENGINE CO., 2014).	13
Figura 8. Grupo electrógeno Diesel (Caterpillar, 2015).	14
Figura 9. Grupo electrógeno a gasolina (Pintulac, 2015).	14
Figura 10. Grupo Electrógeno mediano de remolque. (Caterpillar, 2015)	15
Figura 11. Grupo electrógeno encapsulado. (Pintulac, 2015).	15
Figura 12. Grupo Electrógeno de Emergencia (JINAN DIESEL ENGINE CO., 2014).	16
Figura 13. Partes de un Grupo Electrógeno (CVONLINE, 2015).	16
Figura 14. Partes del Alternador A.C (CVONLINE, 2015).	19
Figura 15. Elementos del Sistema de Transferencia Eléctrica (Velasquez Ingenieros Asociados S.A.S, 2015).	23
Figura 16. Sistema control de transferencia instalado interruptor generador carga.	24
Figura 17. Sistema control de transferencia instalado interruptor red pública carga.	25
Figura 18. Control IntelliLite AMF (ComAp, 2015).	28
Figura 19. Visualización de los valores de Tensión RMS de Red pública y Generador (ComAp, 2015)	29
Figura 20. Panel de control de IntelliLite AMF. (ComAp, 2015).	31
Figura 21. Estructura de páginas para programación desde control (ComAp, 2015)	36
Figura 22. Curva de disparo de relés, de interruptores automáticos y de fusión de cortocircuito fusibles (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 250).	38
Figura 23. Contactor (GAMA, 2015).	39
Figura 24. Partes constituyentes de un contactor (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 251).	39
Figura 25. Simbología de un contactor. (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 260)	42
Figura 26. Contacto directo e indirecto en sistemas TT las flechas indican el sentido de la corriente de efecto. (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 257)	44

Figura 27. Protección Diferencial (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 258).....	44
Figura 28. Selector manual (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 261).....	47
Figura 29. Diagrama de comportamiento de relés temporizados (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 262).....	48
Figura 30. Diagrama del comportamiento de un contador de impulsos (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 263).....	49
Figura 31. Acondicionamiento de señales de magnitudes no eléctricas (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 264).....	50
Figura 32. Esquema de control centralizado. (Penin, 2008, pág. 2).....	51
Figura 33. Esquema de control distribuido (Penin, 2008, pág. 3).....	52
Figura 34. Conexión RS232 (Penin, 2008, pág. 6).....	56
Figura 35. Problemas con la longitud de RS – 232 (Penin, 2008, pág. 7).....	57
Figura 36. Problemas con las interferencias de RS – 232 (Penin, 2008, pág. 7).....	57
Figura 37. Problemas con la velocidad de RS - 232 (Penin, 2008, pág. 7).....	57
Figura 38. Principio de funcionamiento de señales balanceadas (Penin, 2008, pág. 8)...	58
Figura 39. Principio de tratamiento de señales balanceadas (Penin, 2008, pág. 8).....	58
Figura 40. Conexión Multipunto (Penin, 2008, pág. 8).....	59
Figura 41. Conexión Diferencial (Penin, 2008, pág. 9).....	60
Figura 42. Interferencia en señal diferencial (Penin, 2008, pág. 9).....	60
Figura 43. Equipotencialidad en señal diferencial (Penin, 2008, pág. 10).....	60
Figura 44. Resistencias de terminación (Penin, 2008, pág. 10).....	60
Figura 45. RS485, Conector Siemens (Penin, 2008, pág. 10).....	61
Figura 46. Bucle analógico de corriente (Penin, 2008, pág. 11).....	62
Figura 47. Codificación Manchester.....	64
Figura 48. Componentes de un enlace de datos (Penin, 2008, pág. 13).....	65
Figura 49. Topología en anillo (Penin, 2008, pág. 15).....	67
Figura 50. Topología en estrella (Penin, 2008, pág. 16).....	68
Figura 51. Topología en bus (Penin, 2008, pág. 16).....	69
Figura 52. Topología en Árbol. (Penin, 2008, pág. 17).....	70
Figura 53. Topología en red. (Penin, 2008, pág. 17).....	70
Figura 54. Tiempo de ciclo (Penin, 2008, pág. 15).....	81
Figura 55. Niveles OSI (Penin, 2008, pág. 24).....	82
Figura 56. Resumen de capas OSI. (Penin, 2008, pág. 24).....	82
Figura 57. Control Intelilite AMF.....	85
Figura 58. Comunicación con Intelilite AMF.....	85
Figura 59. Interfaz de usuario máquina en PC.....	86

Figura 60. ControllerMode: Modo de controlador OFF, MAN, AUT, TEST.....	87
Figura 61. (BO salida a relay de arranque).	88
Figura 62. Configuración de parámetros del motor.	89
Figura 63. Configuración de parámetros para protección del motor.....	90
Figura 64. Configuración de parámetros para protección del generador.	91
Figura 65. Acción de MCB y GCB.....	92
Figura 66. Ret from test: Retorno desde test remote, (Manual, Auto).	93
Figura 67. Configuración de valores para servicio automático	94
Figura 68. Calibración de sensores.	94
Figura 69. Configuración de entradas y salidas binarias, entradas analógicas.....	95
Figura 70. Configuración señal de retransferencia automática.....	95
Figura 71. Configuración paro de emergencia.	96
Figura 72. Configuración de entrada binaria 5	96
Figura 73. Configuración de apagado remoto	97
Figura 74. Configuración de test remoto.....	97
Figura 75. Configuración de opción para inhibir protecciones.	98
Figura 76. Configuración de sensor presión de aceite.....	98
Figura 77. Configuración de sensor para temperatura.....	99
Figura 78. Curvas de comportamiento de sensores en configuración analógica.	99
Figura 79. Calibración de sensor temperatura.	100
Figura 80. Calibración de sensor de presión.	101
Figura 81. Montaje en gabinete metálico, de control electrónico, protecciones eléctricas, ejercitador automático, y relay de fuerza	102
Figura 82. Pruebas de operatividad del control en el grupo electrógeno	103
Figura 83. Montaje y pruebas de Transferencia automática	104

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Teleseñales de control InteliLite AMF.....	29
Tabla 2. Botones control Intelilite AMF (ComAp, 2015)	31
Tabla 3. Clasificación según la sensibilidad de interruptores diferenciales. (de Francisco, Castillo, & Torres, 1993, pág. 259)	46
Tabla 4. Diferencia protocolos de comunicación RS232 -RS422- RS485 (Penin, 2008, pág. 9).....	59
Tabla 5. Protocolos y modos de comunicación.	75

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Ley de Faraday (Chapman, 2005, pág. 29).....	11
Ecuación 2. Ley de Lenz (Chapman, 2005, pág. 30).	12

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de los grupos electrógenos.	13
--	----