



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA CON MENCIÓN EN  
GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

**TÍTULO:**

**“DIAGNOSTICO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL GENERADOR  
ELÉCTRICO MAGNAPLUS DE 30KVA UBICADO EN FACULTAD TÉCNICA  
PARA EL DESARROLLO”**

**AUTOR:**

**GARAY RAMÍREZ CHRISTOPHER ANTONIO**

**TUTOR:**

**MGS. Luis Córdova Rivadeneira**

**Guayaquil, Ecuador**

**2017**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA CON MENCIÓN EN  
GESTIÓN EMPRESARIAL**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por Garay Ramírez Christopher Antonio como requerimiento parcial para la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico-Mecánico con Mención en Gestión Empresarial.

**TUTOR (A)**

---

Mgs. Luis Córdova Rivadeneira

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

Ing. Miguel Armando Eras Sánchez, M. Sc.

**Guayaquil, a los 21 del mes de Septiembre del año 2017**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA CON MENCIÓN EN  
GESTIÓN EMPRESARIAL**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Christopher Antonio Garay Ramírez**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación: Diagnostico y mantenimiento integral del generador eléctrico MAGNAPLUS de 30 KVA ubicado en la Facultad Técnica para el Desarrollo, previa a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico-Mecánico con Mención en Gestión Empresarial, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 21 del mes de Septiembre del año 2017**

**EL AUTOR (A)**

---

**Christopher Antonio Garay Ramírez**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA CON MENCIÓN EN  
GESTIÓN EMPRESARIAL**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Christopher Antonio Garay Ramírez**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: : Diagnostico y mantenimiento integral del generador eléctrico MAGNAPLUS de 30 KVA ubicado en la Facultad Técnica para el Desarrollo, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 21 del mes de Septiembre del año 2017**

## REPORTE URKUND

Informe del Trabajo de Titulación de la Carrera de Ingeniería Eléctrico Mecánico, con **2%** de coincidencias perteneciente al señor, **GARAY RAMÍREZ CHRISTOPHER ANTONIO**.

**URKUND**

**Documento** Christopher\_Garay\_Final.docx (D30368987)

**Presentado** 2017-09-04 11:37 (-05:00)

**Presentado por** Luis Córdova Rivadeneira (lcordova@yahoo.com)

**Recibido** luis.cordova.ucsg@analysis.orkund.com

**Mensaje** Christopher\_Garay\_Final [Mostrar el mensaje completo](#)

2% de estas 23 páginas, se componen de texto presente en 4 fuentes.

**Lista de fuentes** Bloques Luis Córdova Rivadeneria (luis\_cordova)

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	<a href="https://www.significados.com/mantenimi...">https://www.significados.com/mantenimi...</a>
	<a href="https://www.slideshare.net/juanmanufaa...">https://www.slideshare.net/juanmanufaa...</a>
	<a href="http://medias.schaeffler.com/medias/eslh...">http://medias.schaeffler.com/medias/eslh...</a>
	Tesis-MEJORAMIENTO OPERACIONAL DEL ...

Reiniciar Exportar Compartir

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

1 Advertencia

FACULTAD EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA: INGENIERIA ELÉCTRICO-MECÁNICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL

TÍTULO: "DISEÑO DE UN MANUAL, PARA EL DIAGNOSTICO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL GENERADOR ELÉCTRICO MAGNAPLUS DE 30KVA UBICADO EN FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO"

AUTOR: GARAY RAMÍREZ CHRISTOPHER ANTONIO

TUTOR: ING. Luis Córdova Rivadeneira

Guayaquil, Ecuador 2017

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

Atte.

M. Sc. Luis Córdova Rivadeneira

Docente Titular Auxiliar – Tiempo Completo

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de finalizar mi tesis y así obtener mi título de Ing. Eléctrico Mecánica con mención en Gestión Empresarial. Además extiendo mi agradecimiento a mi familia por el apoyo incondicional que me brindaron en mis primeros inicios de la carrera.

Seré excelente profesional, colaborando y participando en nuevos proyectos para el desarrollo del país.

**CHRISTOPHER ANTONIO GARAY RAMÍREZ**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación a los miembros de mi familia por su apoyo a mi crecimiento profesional. A mi padre por ser el sustento y el apoyo incondicional durante mis labores estudiantiles. A mi madre por su apoyo espiritual durante las etapas conflictivas de mi vida y a mi hermana por ser mi modelo profesional a seguir.

Extiendo mi dedicatoria al personal del taller de la empresa donde ejerzo mis funciones y desempeño mis conocimientos aprendidos, ya que considero que la práctica hace al maestro.

**CHRISTOPHER ANTONIO GARAY RAMÍREZ**



**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA:**

Ingeniería en Eléctrico Mecánico con Mención en Gestión Empresarial  
Industrial

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**ING. HERAS SANCHEZ, MIGUEL ARMANDO, M.Sc.**  
DIRECTOR DE CARRERA

---

**ING MONTENEGRO TEJADA, RAÚL, M.Sc.**  
COORDINADOR DE AREA

---

**ING. HIDALGO AGUILAR, JAIME RAFAEL M.Sc.**  
OPONENTE





**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA CON MENCIÓN EN  
GESTIÓN EMPRESARIAL**

**CALIFICACIÓN**

---

**MGS. Luis Córdova Rivadeneira**

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA .....	vii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	viii
CALIFICACIÓN.....	ix
ÍNDICE .....	x
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE GRAFICOS .....	xiv
RESUMEN.....	xvi
RESUMEN (ABSTRACT).....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	xviii
1    CAPÍTULO INTRODUCCIÓN.....	2
1.1    Planteamiento del problema .....	2
1.2    Justificación.....	2
1.3    Objetivos.....	2
1.4    Objetivo general .....	2
1.5    Objetivos específicos.....	2
1.6    Hipótesis .....	3
1.7    Metodología de investigación.....	3
2    CAPÍTULO COMPONENTES DEL GENERADOR .....	4
2.1    El grupo electrógeno.....	4
2.2    Generador eléctrico MAGNAPLUS.....	4
2.3    Partes del grupo electrógeno .....	8
2.4    El estator.....	8
2.5    Tipos de devanados .....	8
2.6    Devanado traslapado .....	9
2.7    Devanado ondulado .....	10
2.8    El rotor.....	12
2.9    El campo giratorio .....	15
2.10   Excitatriz estática o de anillos rotativos y escobillas .....	15

2.11	Excitatriz estática o de anillos rotativos y escobillas .....	16
2.12	Excitatriz de corriente directa.....	17
2.13	Excitatriz sin escobilla.....	18
2.14	La corona de diodos rectificadores.....	18
2.15	Diodo correcto .....	19
2.16	Corto circuito.....	19
2.17	Circuito abierto.....	20
2.18	Tipos de conexiones de un generador MAGNAPLUS.....	20
2.19	Principales fuentes de contaminación .....	27
2.20	Aceites y grasas .....	27
2.21	Polvo y suciedad.....	27
2.22	Humedad y líquidos.....	27
2.23	Megger.....	27
2.24	Influencias en la medición del aislamiento .....	28
2.25	Índice de polaridad IP.....	29
2.26	Mantenimiento correctivo .....	31
2.27	Mantenimiento correctivo contingente.....	32
2.28	Mantenimiento correctivo programado .....	32
2.29	Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo.....	32
2.30	Mantenimiento preventivo.....	32
2.31	Solventes dieléctricos.....	33
2.32	Usos y aplicaciones de los solventes dieléctricos.....	33
2.33	Barniz de aislamiento .....	33
2.34	Los barnices se clasifican basados en:.....	34
2.35	Tipos de barniz de acuerdo a la aplicación:.....	34
2.36	Tipos de barniz de acuerdo al método de curado: .....	34
2.37	Métodos para Aplicar el Barniz.....	34
3	<b>CAPÍTULO MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....</b>	<b>35</b>
3.1	Desarrollo del mantenimiento al generador MAGNAPLUS.....	35
3.2	Batería y alternador. ....	36
3.3	Determinar si debemos reemplazar nuestra batería.....	38

3.4	Como saber si el alternador funciona.....	38
3.5	Determinar si el puente rectificador se encuentra en buen estado.....	39
3.6	Desconexión.....	39
3.7	Pasos para el desmontaje.....	41
3.8	Desacople de la cajera, hay que ejecutar los siguientes pasos: .....	43
3.9	Extractor de rodamiento.....	44
3.10	La corono de diodos .....	47
3.11	Diodo correcto:.....	47
3.12	Cortocircuito.....	47
3.13	Circuito abierto.....	48
3.14	Lavado de los elementos del generador MAGNAPLUS DE 30 KVA.....	49
3.15	Identificación de limpieza .....	50
3.16	Proceso de secado al horno.....	52
3.17	El barniz dieléctrico.....	54
3.18	Proceso de Re- barnizado y curación del barniz .....	57
3.19	La convección.....	57
3.20	El rodamiento .....	58
3.21	Acople del grupo electrógeno al motor .....	59
4	<b>CAPÍTULO CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>63</b>
4.1	Conclusiones.....	63
4.2	Recomendaciones.....	64
4.3	Anexos.....	65
	Bibliografía .....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Datos de placa del Generador MAGNAPLUS de 30 KVA. ....	8
Tabla 2.2 Tabla de interpretación del cálculo del IP. ....	31
Tabla 3.1 Tabla de clases de aislantes .....	53
Tabla 3.2 Tiempos de secado por diámetros .....	56
Tabla 3.3 Tabla de la vida útil de un rodamiento .....	59

## ÍNDICE DE GRAFICOS

Figura 2.1 Diagrama de conexiones del Generador MAGNAPLUS .....	4
Figura 2.2 Diagrama Eléctrico .....	5
Figura 2.3 Partes principales que conforman el Generador MAGNAPLUS .....	6
Figura 2.4 Partes principales del grupo electrógeno del Generador MAGNAPLUS....	7
Figura 2.5 Tarjeta reguladora de voltaje situada en el grupo electrógeno .....	7
Figura 2.6 Devanado traslapado.....	10
Figura 2.7 Devanado ondulado .....	11
Figura 2.8 Experimento de Faraday sobre corriente inducida en bobina.....	12
Figura 2.9 Tipos de rotor según su aplicación.....	13
Figura 2.10 Rotor de dos y cuatro polos .....	14
Figura 2.11 Ciclo de movimiento.....	15
Figura 2.12 Ciclo completo del inducido .....	15
Figura 2.13 Excitatriz de anillos rotativos y escobillas .....	16
Figura 2.14 Excitatriz de imanes permanentes.....	17
Figura 2.15 Excitatriz de corriente directa .....	17
Figura 2.16 Excitatriz sin escobillas.....	18
Figura 2.17 Polaridad de los diodos .....	19
Figura 2.18 Montaje de la corona de diodos rectificadores .....	20
Figura 2.19 Conexión en Y alta (serie) .....	21
Figura 2.20 Conexión en Y baja (paralelo) .....	21
Figura 2.21 Conexión en Delta alta (serie).....	22
Figura 2.22 Conexión en Delta baja (paralelo) .....	22
Figura 2.23 Conexión monofásica – Delta doble .....	23
Figura 2.24 Conexión monofásica (paralelo) – Zig zag bajo .....	23
Figura 2.25 Conexión monofásica (en serie) – Zigzag alto .....	24
Figura 2.26 Conexión dedicada monofásica alto voltaje – conexión en serie .....	24
Figura 2.27 Conexión monofásica – voltaje único paralelo.....	25
Figura 2.28 Enfriamiento del generador MagnaPLUS por aire .....	26
Figura 2.29 Enfriamiento del generador MAGNAPLUS por agua .....	26

Figura 2.30 Toma de mediciones del asilamiento del devanado principal .....	29
Figura 2.31 Zapatas polares quemadas.....	31
Figura 3.1 Placa de datos.....	35
Figura 3.2 Advertencia del fabricante .....	36
Figura 3.3 Borne de batería sulfatado .....	37
Figura 3.4 Medición de tensión entre bornes .....	37
Figura 3.5 Alternador 65 A 12 V DC .....	38
Figura 3.6 Puentes rectificadores .....	39
Figura 3.7 Desconexión de cableado eléctrico .....	40
Figura 3.8 Separación de parte mecánica y eléctrica del generador.....	41
Figura 3.9 Disco volante de la parte eléctrica del generador .....	42
Figura 3.10 Parte electrógena desacoplada totalmente .....	42
Figura 3.11 Separación del campo fijo.....	43
Figura 3.12 Rotor del generador MAGNAPLUS.....	44
Figura 3.13 Torno paralelo.....	46
Figura 3.14 Prueba de diodos rectificadores .....	47
Figura 3.15 Campo fijo .....	48
Figura 3.16 Estator con muestras de oxidación.....	49
Figura 3.17 Previo al lavado.....	50
Figura 3.18 Partes del grupo electrógeno .....	51
Figura 3.19 Proceso de secado .....	52
Figura 3.20 Barniz dieléctrico .....	55
Figura 3.21 Tiempos de curación del barniz .....	57
Figura 3.22 Calentador de rodamientos .....	58
Figura 3.23 Pirómetro.....	58
Figura 3.24 Acople del rotor .....	60
Figura 3.25 Acople del estator .....	60
Figura 3.26 Parte electrogena acoplada.....	61
Figura 3.27 Arranque del generador.....	61
Figura 3.28 Medición de voltaje.....	62

## **RESUMEN**

La idea fundamental que deseamos plasmar en este trabajo de titulación es minimizar las fallas eléctricas, con los métodos tales como la observación, formulación del problema, formulaciones de hipótesis, verificación, análisis y conclusiones.

Determinaremos que los trabajos de mantenimientos sean fiables y viables, que debemos realizar para no instar en el mismo problema y sobre todo no interrumpir la labor y el trabajo para el cual fue construido el generador.

En el capítulo uno hablaremos del planteamiento del problema, la hipótesis, los respectivos objetivos tanto el general, específicos y la metodología de la investigación.

En el capítulo dos nos enfocaremos en el marco teórico describiremos los elementos eléctricos que hacen posible en funcionamiento del generador MAGNAPLUS DE 30 KVA.

En capítulo tres encontraremos el desarrollo del trabajo ejecutado paso a paso con fin de facilitar datos técnicos a los nuevos mantenimientos que se deberían ejecutar mediante periodos de tiempo planificados.

En el capítulo cuatro conclusiones, recomendaciones y bibliografía.



## **RESUMEN (ABSTRACT)**

The fundamental idea that we wish to capture in this titling work is to minimize electrical failures, with methods such as observation, problem formulation, hypothesis formulations, verification, analysis and conclusions.

We will determine that maintenance work is reliable and viable, we must do not to encourage the same problem and above all do not interrupt the work and work for which the generator was built.

In chapter one we will talk about the problem approach, the hypothesis, the respective objectives, the general, specific and the methodology of the research.

In chapter two we will focus on the theoretical framework we will describe the electrical elements that make possible the operation of the MAGNAPLUS 30 KVA generator.

In chapter three we will find the development of the work executed step by step in order to provide technical data to the new maintenance that must be executed through planned periods of time.

In the chapter four conclusions, recommendations and bibliography.

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de titulación se describe paso a paso el mantenimiento preventivo al GENERADOR MAGNAPLUS DE 30 KVA (parte electrógena), ubicado en la Facultad Técnica para el Desarrollo, con la finalidad de conocer y obtener datos y parámetros técnicos de nuestro equipo.

El estado actual del área donde actúa nuestro generador, es uno de los factores principales para determinar el estado actual del equipo, se puede visualizar fugas de combustible, humedad, polvo y residuos de aceite todos estos factores son indicadores, para el bajo aislamiento entre las bobinas y entre espiras las cuales causan vibraciones y caídas de tensión entre líneas.

Se describe la manera más práctica y técnica para el desmontaje, verificación de partes de nuestro GENERADOR, mediciones, lavado, secado, re-barnizado, curación del barniz y montaje del equipo, con tiempos reales y estándares de la óptima utilización del horno tanto para la evaporación del solvente y la curación del barniz dieléctrico.

Con la ayuda de personal técnico calificado y el talento humano de colaboradores se puede obtener información, para el conocimiento físico de alguna falla posible para la no generación de tensión entre líneas, la falla más recurrente no tan solo en equipos eléctricos que necesitan de un trabajo adicional para su arranque, como lo son la batería, el motor de arranque y el alternador se detalla una pequeña pero valiosa información para reconocer si estos tres elementos funcionan de manera perfecta.

Una vez finalizado el mantenimiento preventivo al grupo electrógeno, se acoplado al volante del cigüeñal del motor PERKINS de 4 cilindros modelo 282CSL1505-1 de combustión interna a Diésel, impulsado por una de bomba de inyección, se realizan pruebas de arranque en vacío y con carga para argumentar el buen trabajo realizado del correspondiente mantenimiento preventivo.

# 1 CAPÍTULO INTRODUCCIÓN

## 1.1 Planteamiento del problema

Debido a inesperados problemas eléctricos en la red principal de la ciudad de Guayaquil, la Facultad Técnica para el Desarrollo cuenta un generador trifásico **MAGNAPLUS** de 30KVA, conectado al tablero principal de distribución, con la fiabilidad de respaldar los trabajos cotidianos para los cuales fue instalado. Sin embargo luego de una inspección realizada al área donde se asienta el equipo, se pudo constatar el deterioro de la infraestructura, caída de voltaje, humedad, fuga de diésel, fuga de aceite los cuales ocasionan que el generador no opere de manera eficiente. Debido a los problemas mencionados anteriormente, se debe realizar un diagnóstico y el mantenimiento para el correcto funcionamiento y operatividad del generador.

## 1.2 Justificación

El generador de emergencia ubicado en la Facultad Técnica para el Desarrollo tiene como función principal, suministrar energía eléctrica a las instalaciones de la Facultad Técnica, al momento de existir una falla en el suministro eléctrico de la red principal externa. Al no realizarle un mantenimiento preventivo al generador de emergencia, se perdería el poder eléctrico en todos los departamentos que conforman la facultad técnica, ocasionando problemas administrativos, falta de iluminación exterior e interior, pérdida de información, daño de alimentos, entre otros.

## 1.3 Objetivos

### 1.4 Objetivo general

Diagnosticar y realizar el mantenimiento, para el correcto funcionamiento del generador. Basándonos en las horas de puesta de marcha del equipo magna plus de 30KVA trifásico ubicado en la facultad técnica para el desarrollo.

### 1.5 Objetivos específicos

- Obtener información para la realización del diagnóstico y mantenimiento del generador **MAGNAPLUS** de 30KVA.
- Medir el aislamiento de las zapatas polares del rotor, excitatriz fija y campo giratorio del generador.

- Analizar la caída de voltaje entregada.
- Comprobar el estado de los diodos del generador.
- Realizar el trabajo de lavado, secado y re-barnizado de las bobinas.

## **1.6 Hipótesis**

Siendo necesario el mantenimiento preventivo, del generador MAGNAPLUS de 30 KVA de la facultad técnica para el desarrollo, con el fin de evitar daños en el grupo electrógeno y del motor de combustión interna, podríamos prevenir los posibles daños comunes o habituales:

- Caída de tensión.
- Bajo aislamiento.
- Sulfatación de los bornes de las baterías y recalentamiento en los cables.
- Daños en el alternador.
- Limpieza del panel de refrigeración o radiador.
- Tiempo de vida útil del equipo y los elementos que lo conforman.
- Verificación de la corona de diodos
- Estado actual de las bobinas
- Estado actual de la tarjeta reguladora

## **1.7 Metodología de investigación**

Se procederá con el desmontaje de las partes que conforman el generador MAGNA PLUS de 30 KVA con el fin de realizarle un mantenimiento preventivo, obtener información del estado físico actual del equipo, realizar mediciones en los devanados, con todo el trabajo a realizar lograremos obtener una información inicial para los futuros mantenimientos programados. La metodología de investigación será de forma descriptiva y explicativa.

## 2 CAPÍTULO COMPONENTES DEL GENERADOR

### 2.1 El grupo electrógeno

Un generador eléctrico es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos.

Los generadores eléctricos son máquinas destinadas a transformar la energía mecánica en eléctrica véase figura 2.1 gracias al movimiento de electrones que forman un campo magnético y hacen a su vez girar el rotor de nuestro generador y así obtener entre sus puntas una tensión de voltaje.



Figura 2.1 Diagrama de conexiones del Generador MAGNAPLUS  
Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp. 2008

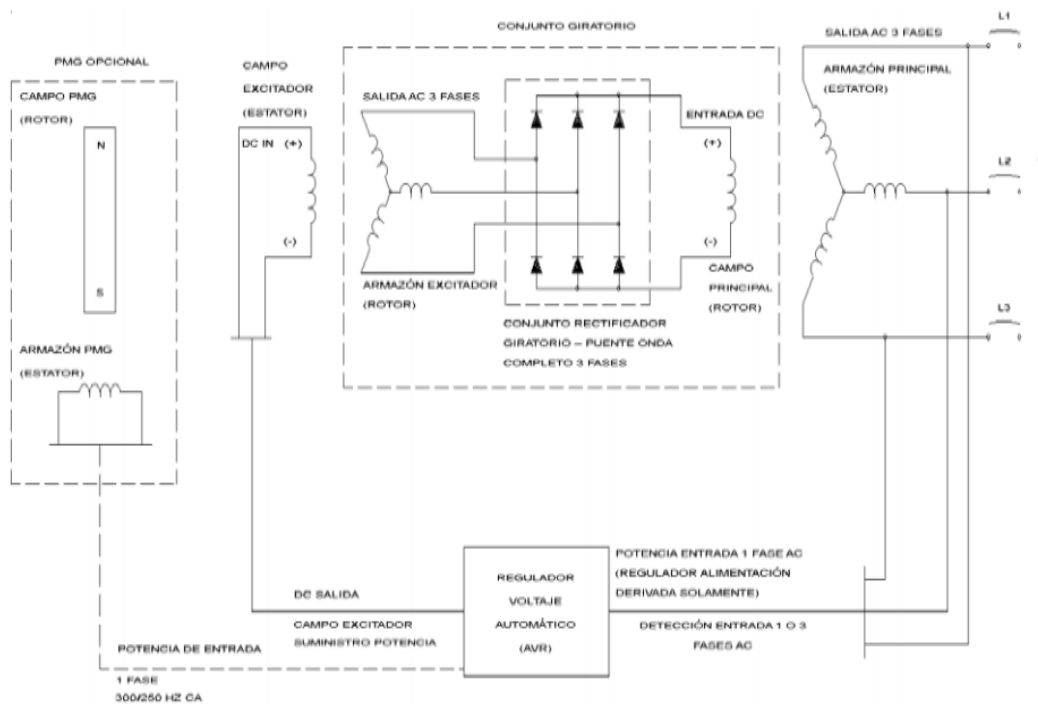
### 2.2 Generador eléctrico MAGNAPLUS.

Son generadores sincrónicos AC sin conductor, auto excitador, y con voltaje regulado en forma externa. El generador consiste de 6 componentes mayores: el estator, el rotor, la excitatriz fija, la excitatriz giratoria, corona de diodos y el regulador de voltaje. De los elementos mencionados se destaca que los estatores son estacionarios, los rotores giran, un campo es una entrada eléctrica DC, y un armazón es una salida eléctrica AC.

En la siguiente figura 2.2 se puede mostrar los componentes interconectados en el generador Magna PLUS. (Marathon Electric Mfg. Corp., 2005)

El excitador del generador consiste en un campo estacionario y un armazón giratorio. El campo estacionario (estator excitador), está diseñado para ser la fuente primaria del magnetismo residual del generador. Este magnetismo residual permite al rotor excitador (armazón) producir voltaje AC, aun cuando el estator excitador (campo) no reciba energía.

Este voltaje AC es rectificado a DC mediante la corona de diodos giratoria y es alimentado directamente al rotor (campo). Al continuar girando el eje del generador, el rotor induce un voltaje dentro del estator del generador (armazón). A una velocidad moderada, el voltaje del estator producido por el magnetismo residual del excitador permite que funcione el regulador automático de voltaje. El regulador proporciona voltaje al campo excitador, lo que resulta en una acumulación de voltaje terminal del generador.



**Figura 2.2 Diagrama Eléctrico**

Fuente El autor 2008

Este sistema, al usar magnetismo residual, elimina la necesidad de un campo especial de circuito intermitente en el regulador. Una vez que el sistema ha establecido el voltaje residual inicial, el regulador proporciona un campo de voltaje DC controlado al estator excitador, lo que resulta en un voltaje terminal controlado del generador.

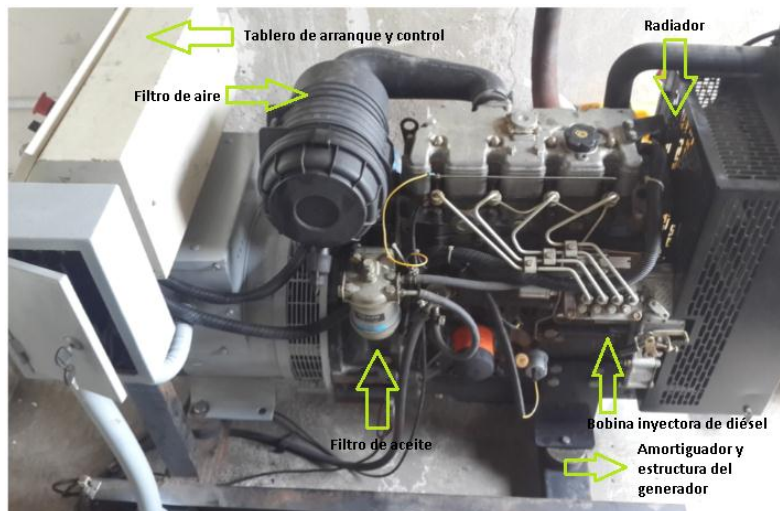
La función que cumple la tarjeta reguladora de voltaje es usar las señales de retro alimentación de los transformadores de instrumentos (potencial y corriente) para mantener el voltaje del generador a niveles de uso. También tiene como objetivo, proteger contra variaciones bruscas de carga o valores de tensión elevadas.

La regulación de voltaje se expresa en forma porcentual e indica que tanto cambio de voltaje es esperado en las terminales entre la condición de vacío y plena carga. La fórmula para el cálculo del porcentaje de regulación de voltaje se muestra a continuación:

$$\% \text{ Regulación de voltaje} = \frac{\text{Voltaje en vacío} - \text{Voltaje a plena carga}}{\text{Voltaje a plena carga}} \times 100$$

En las siguientes gráficas se muestra las partes principales que conforman el generador MAGNAPLUS, tanto en la parte de combustión como la parte electrógena la cual será evaluada y sometida a un mantenimiento preventivo correspondiente.

En la figura 2.3 podemos observar el generador en toda su gama y las partes que constituyen al mismo,



**Figura 2.3 Partes principales que conforman el Generador MAGNAPLUS**  
El autor 2016

En la siguiente figura 2.4 se muestra el generador totalmente desacoplado



Figura 2.4 Partes principales del grupo electrógeno del Generador MAGNAPLUS  
El autor 2016

Cables del campo fijo conectados a la tarjeta reguladora de voltaje F+, F-. Figura 2.5



Figura 2.5 Tarjeta reguladora de voltaje  
El autor 2016



En la siguiente tabla se muestran los datos de placa del Generador MAGNAPLUS, modelo 282CSL1505-1:

**Tabla 2.1 Datos de placa del Generador MAGNAPLUS de 30 KVA.**

<b>Modelo</b>	282CSL1505-1	<b>Hz</b>	60
<b>Serie</b>	682876	<b>FASES</b>	3
<b>Frame</b>	282	<b>FP</b>	0,8
<b>RPM</b>	1800	<b>T°</b>	40 <sup>0</sup> C
<b>INS. CLASS</b>	H2	<b>VOLTAJE</b>	220/440[V]
<b>KW</b>	24	<b>AMPERAJE</b>	78,5/39,5 [A]
<b>KVA</b>	30		

El autor 2017

### 2.3 Partes del grupo electrógeno

#### 2.4 El estator

El estator es la parte fija del generador y es donde un grupo de devanados interconectadas entre sí, forman un campo magnético, permitiendo la rotación de la masa giratoria o rotor. Es el componente estático de una máquina eléctrica, también llamado inductor porque en él se encuentran alojados los bobinados interconectados convenientemente, según se trate de una máquina de corriente continua o alterna (monofásico, trifásico, etc.) que “inducen” o producen el campo electromagnético.

#### 2.5 Tipos de devanados

Hay sólo dos configuraciones básicas del devanado: el traslapado y el ondulado.

En algunas máquinas grandes se usa una combinación de estos dos tipos básicos, y se le llama devanado de ancas de rana, por la apariencia de las bobinas antes de ser instaladas.

Cada tipo de devanado tiene más subdivisiones en relación con el número de conductores que se colocan paralelamente, de modo que un devanado es simple si tiene un solo conductor, doble si tiene dos conductores paralelos, triple si hay tres, etc.

El bobinado de la maquinaria es el encargado de la generación de campos magnéticos necesarios para la operación del generador o motor. El bobinado está conformado por distintos materiales, entre ellos se destacan: conductores, aislantes y núcleos magnéticos de hierro.

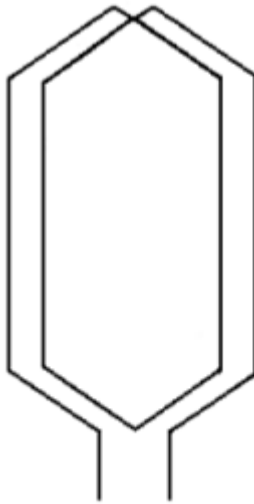
En los generadores de DC el devanado de la armadura se encuentra sobre el rotor o parte giratoria sin embargo en generadores AC, el devanado se encuentra, según las aplicaciones, en la parte fija o estator.

## **2.6 Devanado traslapado**

Un devanado traslapado puede tener una o más vueltas, con sus extremos, cerca unos de otros, de tal manera que se encuentren para poder conectarse a segmentos del conmutador adyacente.

Las corrientes mayores requieren un devanado traslapado, el que permite usar un mayor número de trayectorias paralelas. En la siguiente figura 2.6 se muestra el tipo de devanado traslapado.

En definitiva el tipo de diseño del bobinado dependerá básicamente del tipo de generador a usar lo cual nos dará como resultado un equipo muy eficiente, con pocas pérdidas y facilidades para los respectivos, mantenimientos.



**Figura 2.6 Devanado traslapado**  
**Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp. 2008**

## **2.7 Devanado ondulado**

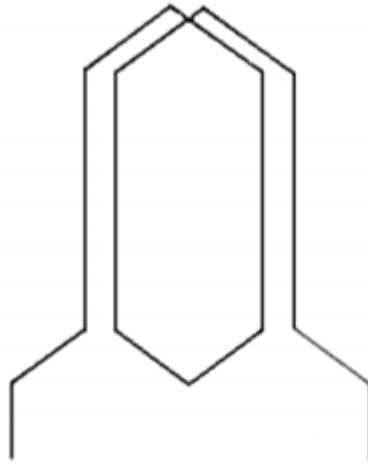
Tiene aspecto trapezoidal. Las terminales de la bobina se conectan a segmentos del conmutador que están un segmento menos o uno más que la distancia angular entre dos polos de campo de polaridad igual. Un devanado ondulado debe rodear la armadura antes de cerrar su recorrido en el punto donde comenzó.

Las bobinas del devanado de la armadura se colocan en las ranuras en diversas disposiciones o arreglos.

Aun cuando la configuración de estas bobinas se hace desde un punto de vista eléctrico, deben disponerse de manera mecánica de tal modo que se puedan montar en las ranuras de las láminas. Al momento del ensamblaje, evitar que el esmalte de alambre sufra alguna avería lo cual afecta el desempeño del equipo.

Esta montura debe estar asegurada mecánicamente contra fuerzas centrífugas y pares; debe estar apropiadamente aislada y debe permitir que el ensamblaje sea lo más simple.

En la siguiente figura 2.8 se muestra el devanado ondulado.



**Figura 2.7 Devanado ondulado**  
**Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp. 2008**

La electricidad se genera combinando la suma de movimientos de los flujos en el material que se utilice para generar la bobina.

El estator está conformado por:

- Circuito magnético: tambor con forma cilíndrica y ranurado, formado de chapas de Fe aleado al Sí, asiladas entre sí con carlite (tipo de aislante), para reducir las pérdidas por corrientes parásitas.
- Circuito eléctrico: formado por tres devanados monofásicos que al empalmarlos en estrella o triángulo, forman un devanado trifásico.

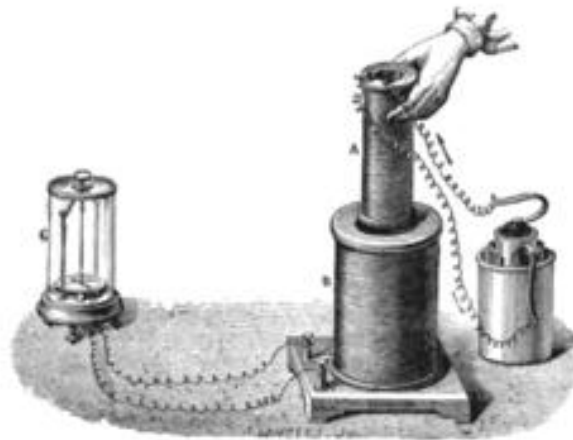
Para confeccionar el devanado del estator del generador, se debe considerar la siguiente información con respecto a las bobinas:

- En su forma más elemental, los devanados están desfasadas  $120^\circ$ .
- El número de ranuras es normalmente 24, 36, 48, etc.
- Las bobinas no son de paso diametral.
- Cada devanado monofásico está formado de varias de estas bobinas conectadas en serie.

## 2.8 El rotor

Es la parte móvil del grupo electrógeno y el movimiento del mismo es originado por el campo inducido que por ley de Faraday-Lenz se opone a la causa que lo genera, entonces se establece una cupla par motor, que hace que gire.

El experimento de FARADAY muestra la inducción entre dos espiras de cable: La batería aporta con la corriente eléctrica que fluye a través de una pequeña espira, creando un campo magnético. Cuando las espiras son estacionarias, no aparece ninguna corriente inducida. Pero cuando la pequeña espira se mueve dentro o fuera de la espira grande, el flujo magnético a través de la espira mayor cambia, induciéndose una corriente que es detectada como se muestra a continuación: figura 2.9



**Figura 2.8 Experimento de Faraday sobre corriente inducida en bobina**  
Fuente: Michael Faraday 1971

El rotor forma el conjunto fundamental para la transmisión de potencia en motores y máquinas eléctricas en general.

El rotor está formado por un eje que soporta un juego de bobinas arrolladas sobre un núcleo magnético que gira dentro de un campo magnético creado bien por un imán o por el paso por otro juego de bobinas, arrolladas sobre unas piezas polares, que permanecen estáticas y que

constituyen lo que se denomina estator de una corriente continua o alterna, dependiendo del tipo de máquina de que se trate.

A medida que el rotor gira a una velocidad continua, se induce un voltaje. Este voltaje aumentará a medida que la velocidad del rotor vaya variando.

El rotor, si es de un motor de corriente alterna, generalmente es macizo y posee un bobinado inducido tipo “jaula de ardilla”, en cambio sí es de corriente continua presenta un bobinado según su aplicación.

En los generadores se aplica la definición de rotor y estator, aunque aquí el inductor o inducido va a depender del tipo de construcción, pudiendo ser el campo magnético primario generado por un imán permanente.

Para producir el campo magnético sobre el rotor, se utilizan polos que consisten de paquetes de laminaciones de fierro magnético con conductores de cobre enrollados a través del hierro. Estos polos están excitados por una corriente directa. El par de polos contiene una separación de 180 grados.

Los rotores se construyen de dos tipos, del tipo polo saliente (baja velocidad) o rotor cilíndrico (alta velocidad). Figura 2.9

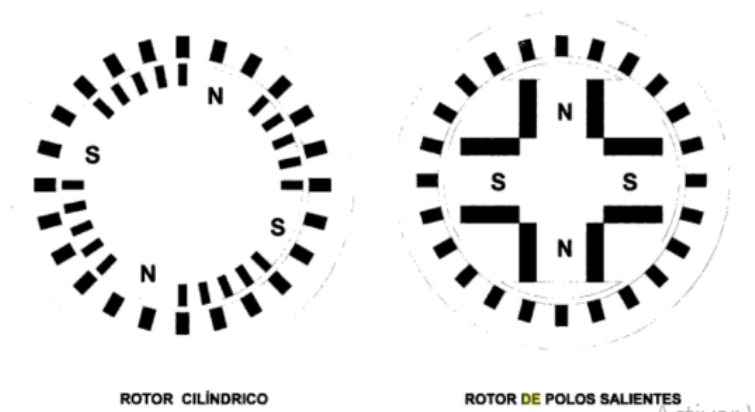


Figura 2.9 Tipos de rotor según su aplicación  
Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp.2008

En un generador monofásico, el campo está constituido por dos polos, los cuales se encuentran separados a  $180^{\circ}$ .

En un generador trifásico, el campo está constituido por cuatro polos, los cuales se encuentran separados a  $120^{\circ}$  C. Figura 2.10

A diferencia de un generador trifásico del monofásico el cual puede estar conformado por 2 o 4 polos pero con la diferencia que contiene 3 grupo de conductores con una separación de 120 grados, si el generador es de 4 polos se requieren dos polos norte y dos polos sur sobre el rotor, con 3 grupos de conductores en el estator.

Podemos observar la configuración de los polos ya esto depende el uso adecuado que se la vaya a dar como trabajo al generador.



Figura 2.10 Rotor de dos y cuatro polos

Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp.2008

Cuando el rotor gira  $360^{\circ}$ , se dice que acaba de terminar un ciclo. Ver Figura 2.11

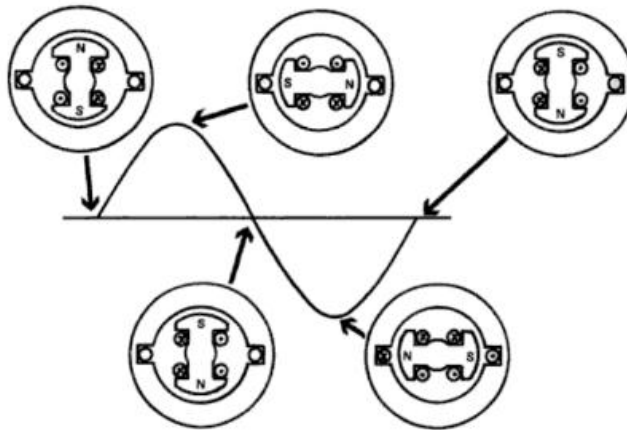


Figura 2.11 Ciclo de movimiento  
Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp.2008

Como se observa en la figura 2.12 el ciclo completo de un motor cuando se ejerce un campo magnético.

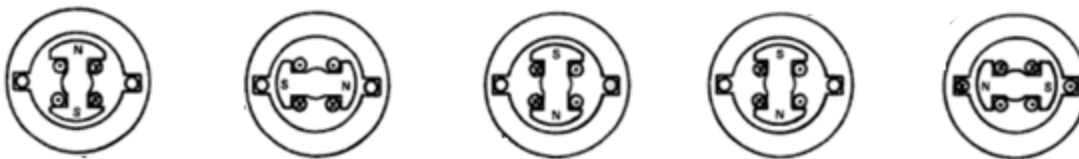


Figura 2.12 Ciclo completo del inducido  
Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp.2008

## 2.9 El campo giratorio

El campo giratorio o excitatriz sirve para proveer corriente directa al rotor del generador, convirtiéndolo en un electroimán. La resistencia del bobinado del rotor es fija, por lo tanto, variando la tensión continua podemos regular la intensidad de campo.

## 2.10 Excitatriz estática o de anillos rotativos y escobillas

Es la más habitual en generadores antiguos o de gran tamaño. El voltaje de la energía eléctrica se modifica mediante transformadores, y se rectifica, obteniendo una corriente continua de un



voltaje y una intensidad máxima determinada. Con la ayuda de componentes electrónicos, diodos y rectificadores es posible variar la tensión continua.

Para conectar esta tensión continua regulada al rotor, que normalmente estará girando, se utilizan dos anillos concéntricos al eje rotor, cada uno de ellos conectados a un extremo de la bobina del rotor, y un conjunto de escobillas de grafito. Ver Figura 2.13

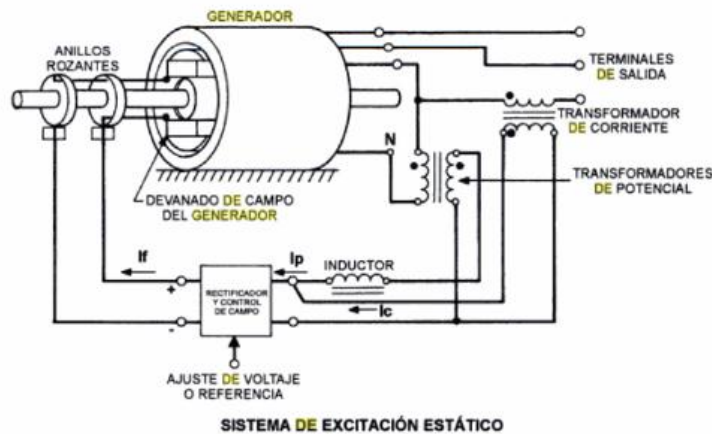


Figura 2.13 Excitatriz de anillos rotativos y escobillas  
Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp.2008

## 2.11 Excitatriz estática o de anillos rotativos y escobillas

La excitatriz de imanes permanentes consta de uno o varios imanes permanentes que no requieren tensión de alimentación, sino que al girar son capaces de generar una tensión en un circuito eléctrico, cuyo valor depende de la velocidad de giro: a más velocidad, mayor tensión. No tienen posibilidad de regulación de la tensión cuando trabajan a velocidad fija, ya que no es posible variar el campo magnético. No se usan nunca por separado, sino siempre en conjunto con otros tipos de excitatriz para dar una excitatriz combinada.

En una excitatriz de imanes permanentes la corriente continua necesaria se genera con la ayuda de un generador acoplado, de imanes permanentes. No suele usarse sola, sino como parte de un sistema más complejo de excitatriz que incluye normalmente otra excitatriz adicional de diodos rotativos. Ver Figura 2.14

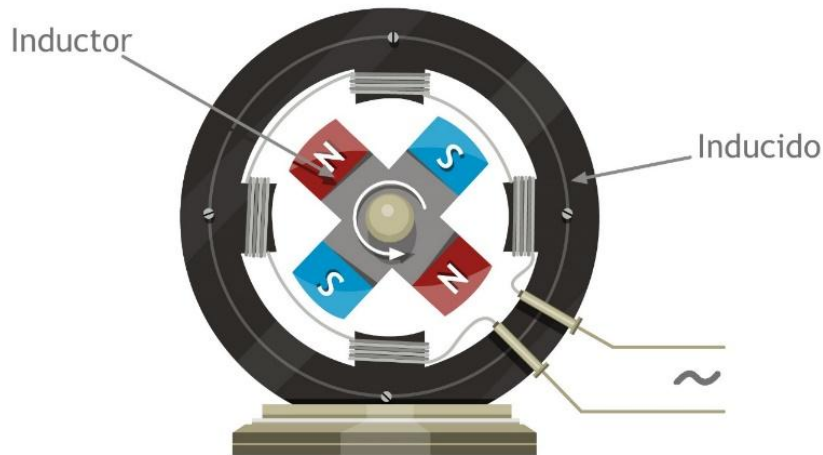


Figura 2.14 Excitatriz de imanes permanentes  
 Fuente: Inducido Inductor libro mecánico 2005

## 2.12 Excitatriz de corriente directa

Los grupos electrógenos de emergencia usan aun sistemas de excitación basados en generadores de corriente continua acopladas directamente al eje del generador. Estos pequeños generadores de corriente directa en realidad generan corriente alterna y por medio de un conmutador donde se deslizan las escobillas. Ver Figura 2.15

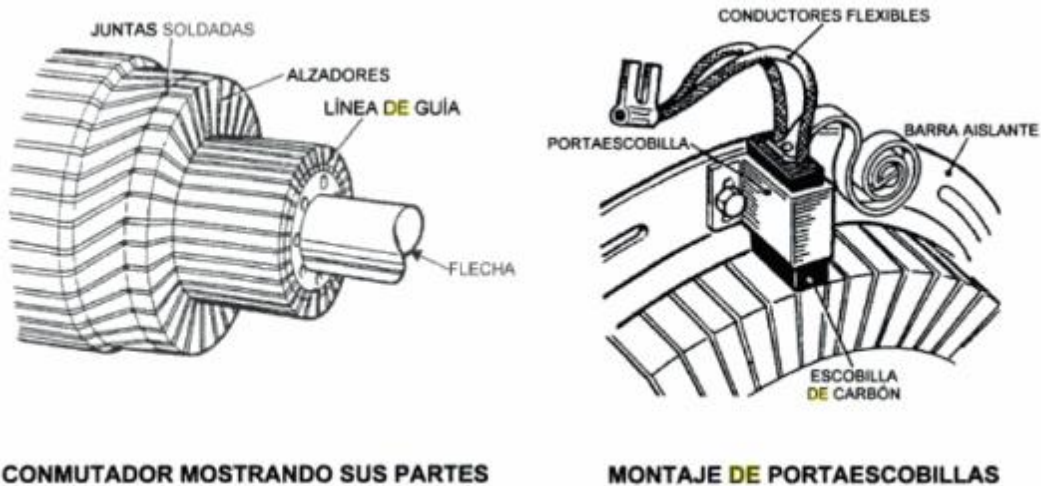


Figura 2.15 Excitatriz de corriente directa  
 Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp.2008

Uno de los mayores problemas que existen con los generadores de excitación a base de corriente continua es su alto costo de mantenimiento. La calidad de onda puede verse afectada por la falta de mantenimiento.

### 2.13 Excitatriz sin escobilla

En este tipo de excitatriz, se eliminan las escobillas y el conmutador con relación a la excitatriz de DC. La excitatriz en un generador de AC con polos de campo estacionarios, el voltaje generador en corriente alterna, en los devanados rotatorios, se rectifica por medio de diodos montados en la parte rotatoria ver figura 2.16.

El voltaje en DC producido por rectificadores rotatorios, se aplica directamente a los devanados del campo del generador, el regulador de voltaje controla la corriente de campo para obtener el voltaje deseado en los terminales.

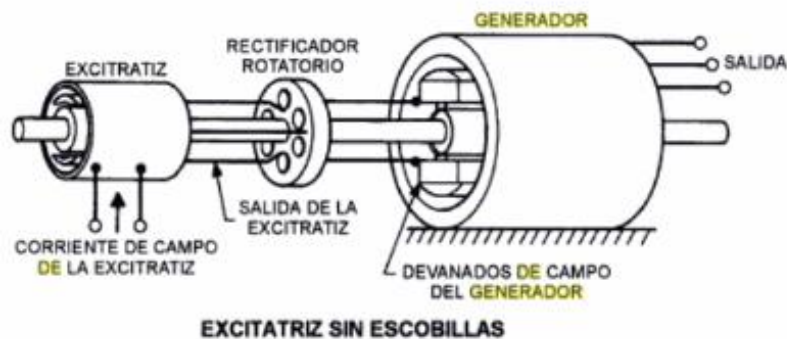
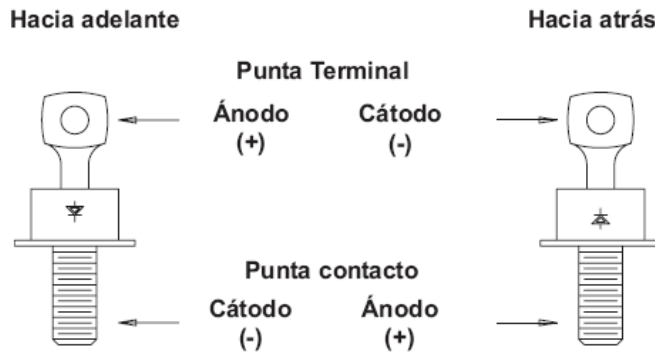


Figura 2.16 Excitatriz sin escobillas  
Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp.2008

### 2.14 La corona de diodos rectificadores

La corona de diodos es la encargada de rectificar el campo de corriente continua a alterna, el cuál llega al rotor principal, el mismo que induce una corriente de salida hacia los bornes de conexión (Bermejo Pareja, 2006). Ver figura 2.17



**Figura 2.17 Polaridad de los diodos**  
**Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp.2008**

Con el objetivo de probar un diodo, se utiliza un comprobador, al cual se conecta la punta positiva al ánodo del diodo y la punta negativa al cátodo del diodo (voltaje de polarización hacia adelante). Con esto, el diodo se prenderá y conducirá electricidad.

Esto se observa como una baja lectura cuando se usa el ohmímetro o la luz del bulbo cuando se usa un probador de continuidad de luz de batería.

Al intercambiar los cables de prueba (voltaje de polarización hacia atrás), dará como resultado que se apague el diodo y no haya conducción de electricidad.

El resultado de estas pruebas indicará una de tres condiciones.

### **2.15 Diodo correcto**

Tendrá mayor resistencia en una dirección que en la otra. Una resistencia típica de voltaje de polarización hacia atrás será de 30,000 ohmios o mayor, mientras que la resistencia de voltaje de polarización hacia adelante será menor de 10 ohmios. El probador de luz de batería tendrá la luz prendida en una dirección y apagada en la otra.

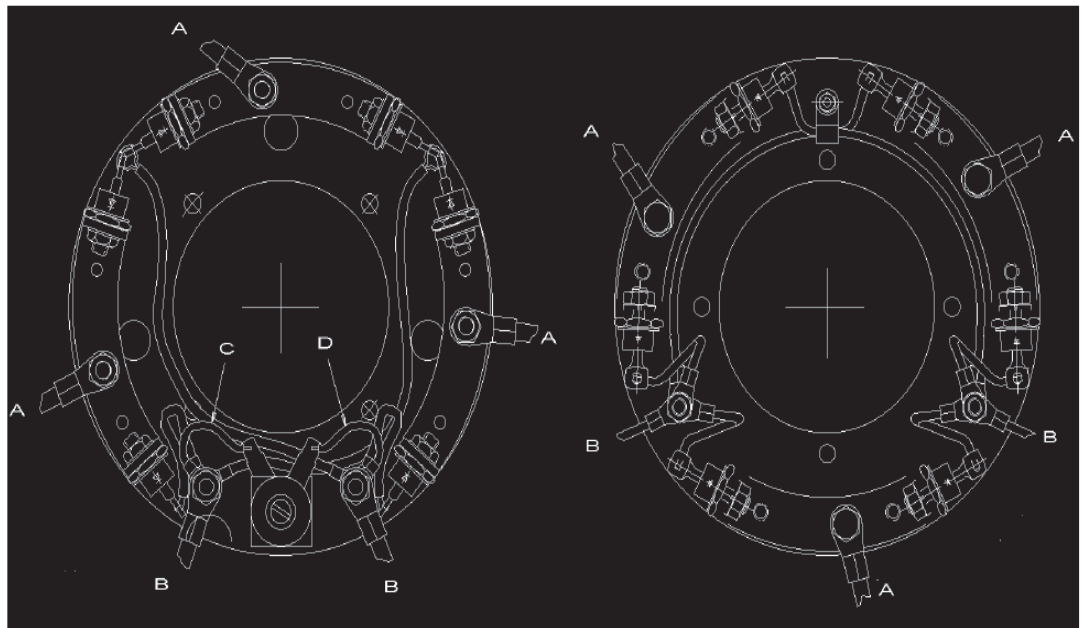
### **2.16 Corto circuito**

La lectura del ohmímetro será de cero, o muy baja en ambas direcciones. El probador de luz de batería tendrá la luz prendida en ambas direcciones.

## 2.17 Circuito abierto

El ohmímetro tendrá una lectura máxima (infinita) en ambas direcciones. El probador de luz estará apagado en ambas direcciones.

Si el diodo llegase a fallar después de estar funcionando por un período de 25 horas, generalmente se deberá a causas externas tales como un rayo, corriente inversa, etc. Los 6 diodos están esencialmente en el mismo circuito. Cuando un diodo es forzado hasta fallar, no hay un método fácil para determinar la vida que les resta a los demás diodos. Para evitar posibles fallas continuas se recomienda que se reemplace el rectificador de diodos completo en lugar de reemplazar diodos individuales. Ver figura 2.18



430 ARMAZÓN 280 / 360 ARMAZÓN  
A - Cable del rotor excitador, B - Cable del rotor principal, C - Rojo (+) Cable supresor, D - Negro (-) Cable supresor  
Figura 2.18 Montaje de la corona de diodos rectificadores

Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp.2008

## 2.18 Tipos de conexiones de un generador MAGNAPLUS.

En las siguientes imágenes se muestran los tipos de conexiones posibles para un generador MAGNAPLUS:

Dependiendo el uso de voltaje que necesitemos, los tipos de conexiones o configuraciones propias del generador nos permite tener algunas opciones como se muestra a continuación:

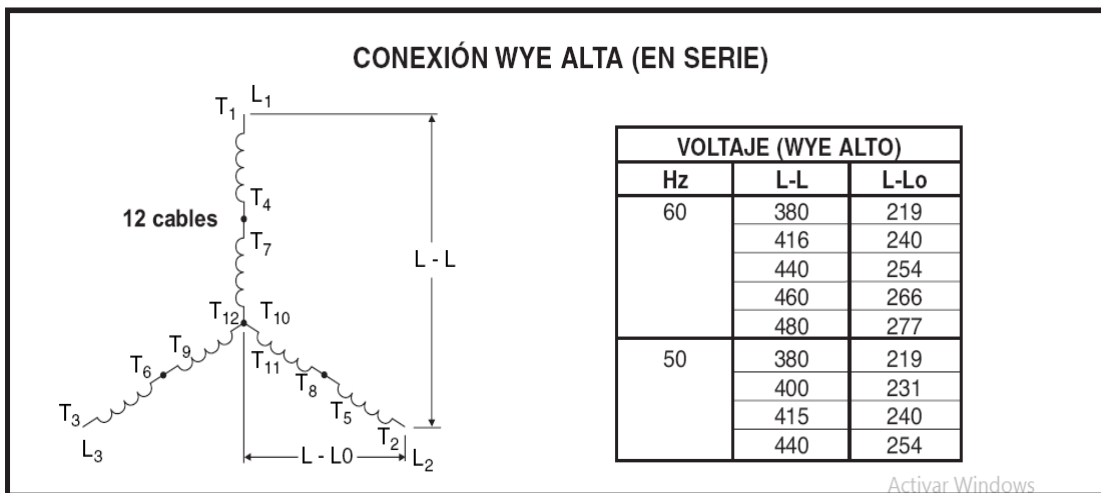


Figura 2.19 Conexión en Y alta (serie)

Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp. 2008

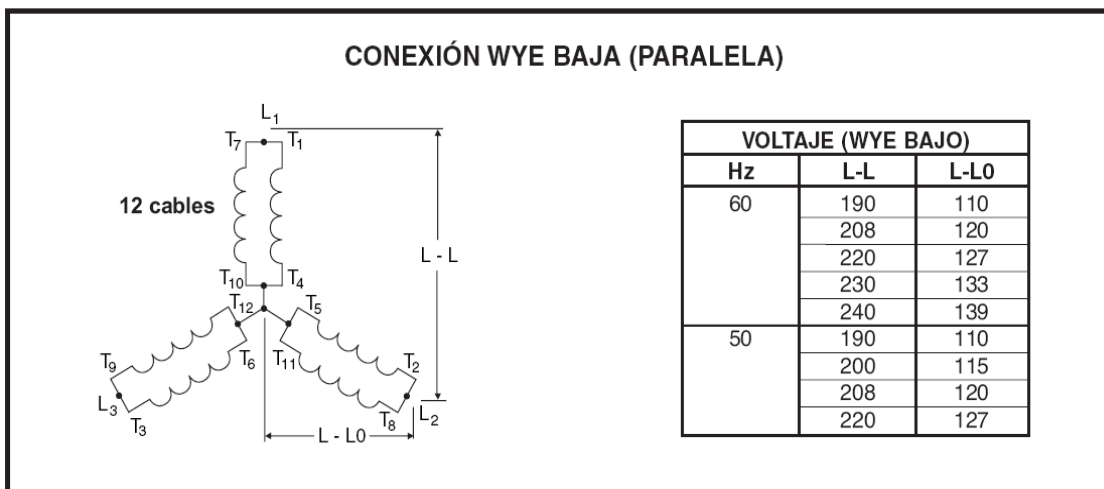
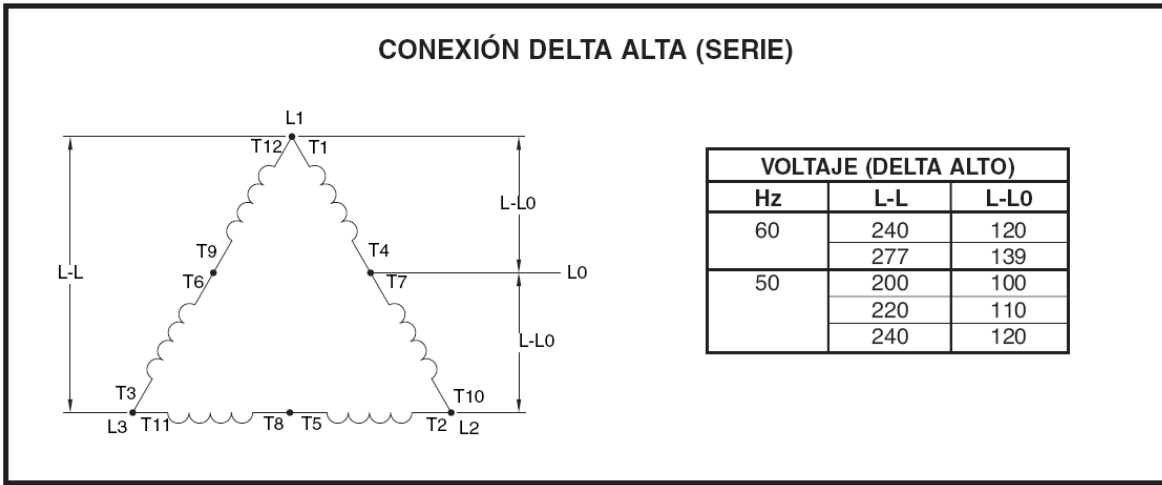
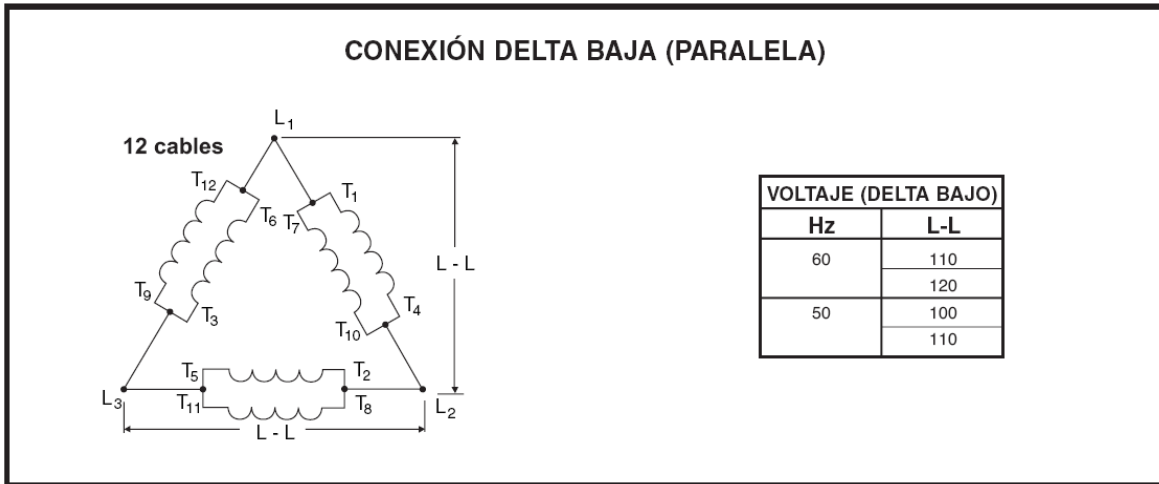


Figura 2.20 Conexión en Y baja (paralelo)

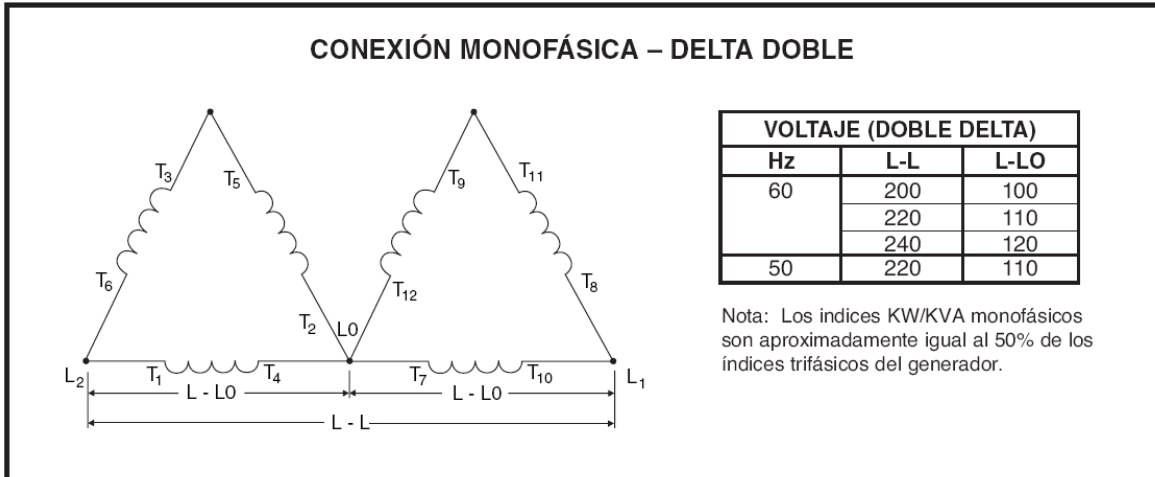
Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp. 2008



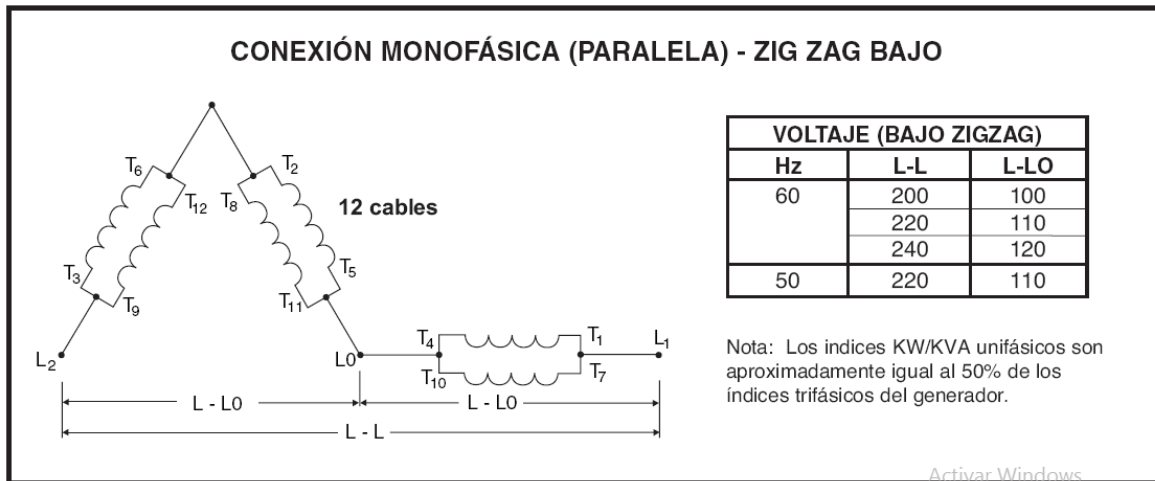
**Figura 2.21** Conexión en Delta alta (serie)  
**Fuente:** Marathón Electric Mfg. Corp. 2008



**Figura 2.22** Conexión en Delta baja (paralelo)  
**Fuente:** Marathón Electric Mfg. Corp. 2008

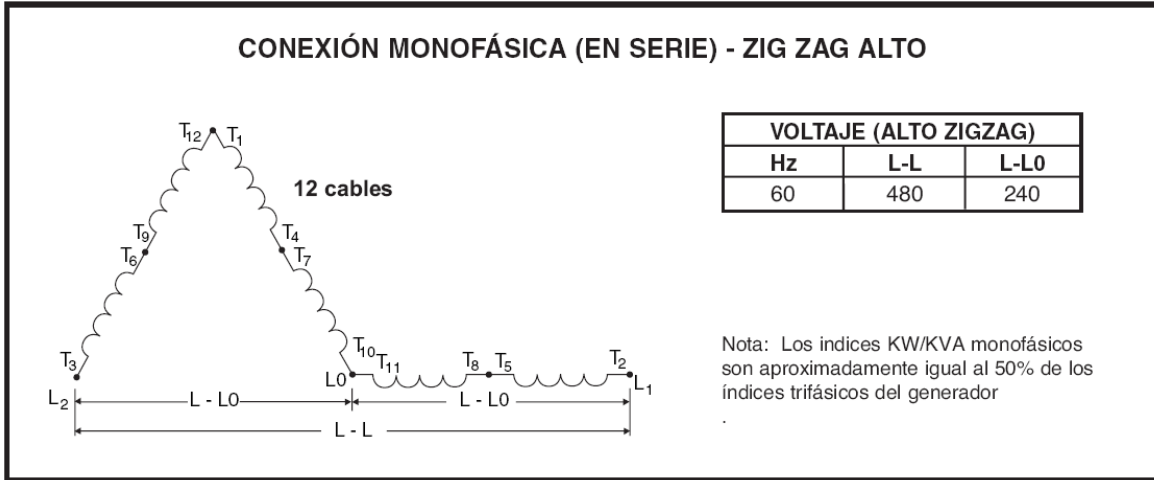


**Figura 2.23** Conexión monofásica – Delta doble  
**Fuente:** Marathón Electric Mfg. Corp.2008

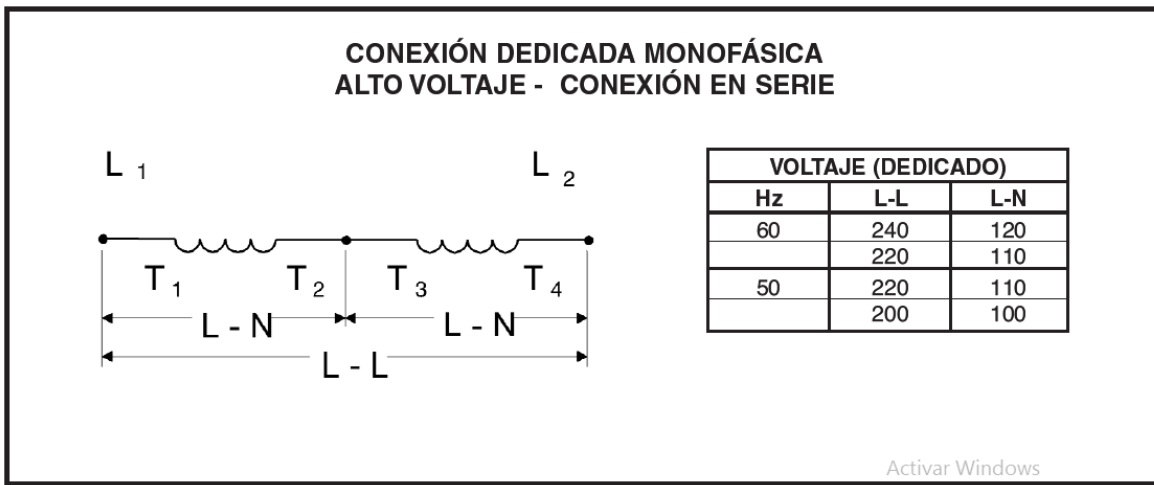


**Figura 2.24** Conexión monofásica (paralelo) – Zig zag bajo  
**Fuente:** Marathón Electric Mfg. Corp. 2008

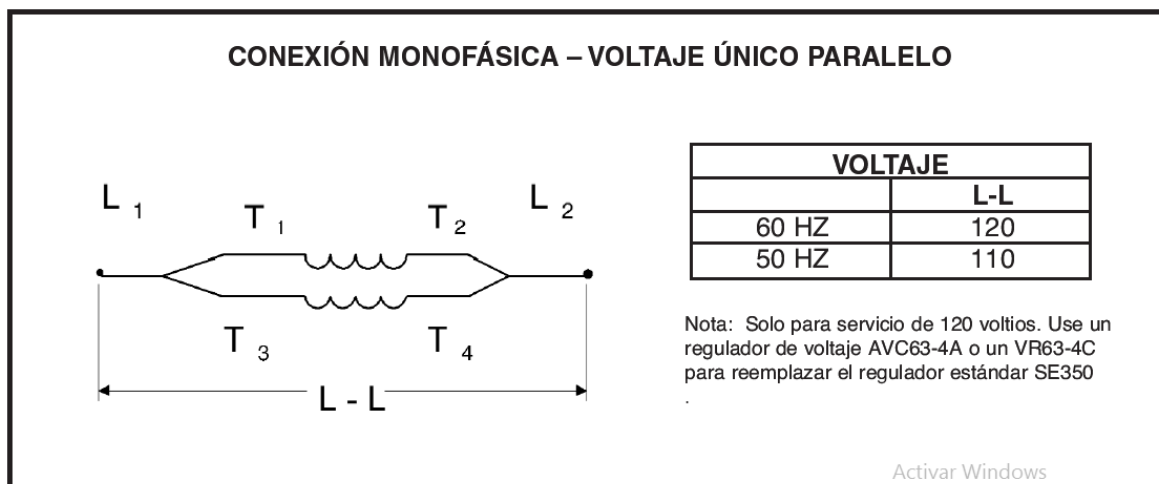




**Figura 2.25** Conexión monofásica (en serie) – Zigzag alto  
 Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp.2008



**Figura 2.26** Conexión dedicada monofásica alto voltaje – conexión en serie  
 Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp.2008



**Figura 2.27** Conexión monofásica – voltaje único paralelo.  
**Fuente:** Marathón Electric Mfg. Corp.2008

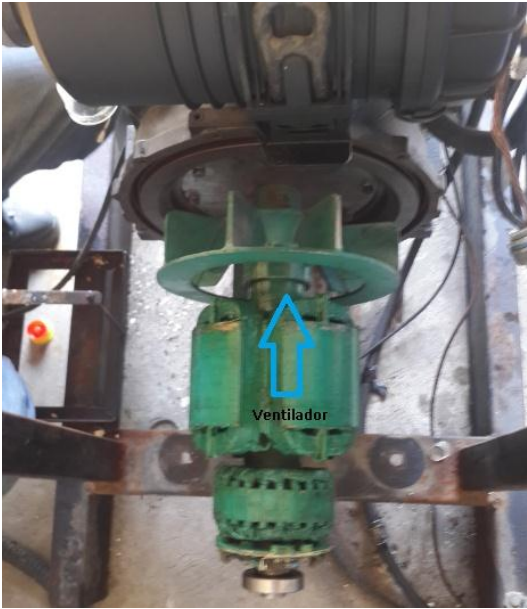
El generador de emergencia MAGNAPLUS trifásico de 24KW es enfriado por agua y por aire.

El grupo electrógeno es enfriado por aire a través de un ventilador acoplado al volante de la parte motriz o de combustión interna, a la cual ingresa aire del ambiente, realizando un intercambio de calor dentro del grupo electrógeno y saliendo del mismo, aire a un temperatura mayor con la que ingresó.

El motor del generador es enfriado por el refrigerante. El refrigerante circula a través del radiador, enfriando la máquina, realizando el intercambio de calor respectivo, el cual regresa al radiador como líquido caliente y este es enfriado por el ventilador y así repitiendo el ciclo de enfriamiento. Figura 2.28, 2.29.

Se recomienda el cambio de refrigerante cada año y con la limpieza respectiva del radiador para evitar recalentamientos del motor y futuras desgastes de piezas del motor lo cual nos llevara a un mantenimiento correctivo lo que nos demandara mayor dinero y tiempo de para del equipo.

El generador cuenta con una ventilación propia del equipo el cual cumple funciones tales como las de mantener, con buena temperatura de trabajo a las bobinas del campo y la parte del motor se enfría mediante el radiador el cual contiene refrigerante o agua en su panel.



**Figura 2.28 Enfriamiento del generador MagnaPLUS**  
Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp.2008



**Figura 2.29 Enfriamiento del generador MAGNAPLUS**  
Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp. 2008

## **2.19 Principales fuentes de contaminación**

### **2.20 Aceites y grasas**

Estos son uno de los agentes más comunes de contaminación. En la mayoría de los casos la contaminación del aceite se produce por un mal ajuste de sellos, empaques, tapones, etc. lo cual provoca que exista una fuga de fluidos y este ingrese al motor afectando su vida útil. El aceite y las grasas provocan el debilitamiento de los materiales aislantes.

### **2.21 Polvo y suciedad**

Se genera por materiales como fibras naturales (madera), arena y la suciedad del ambiente propio de la planta. También los insectos y pequeños animales (equipos abiertos). El polvo de la escobilla (carbón) en el rotor bobinado, máquinas sincrónicas y de corriente directa. El polvo y la suciedad provocan procesos abrasivos y dificulta en el enfriamiento de la máquina.

### **2.22 Humedad y líquidos**

La humedad en la atmósfera puede entrar en una carcasa y condensar en los bobinados si la máquina no está en funcionamiento y que no está equipado con calentadores. Esto es más probable que suceda en las carcasas abiertas, o que operan en un ambiente con alta humedad, por ejemplo motores que son lavados. También máquinas totalmente cerradas pueden ser expuestas a humedades. La humedad provoca la caída de la fuerza dieléctrica del aislamiento, dejándolo vulnerable, además de provocar corrosión de partes de hierro.

### **2.23 Megger**

La medición de la resistencia se basa en la ley de Ohm, al aplicar una tensión continua con un valor conocido e inferior al de la prueba dieléctrica y a continuación medir la corriente en circulación. Figura 2.30.

Es posible determinar fácilmente el valor de la resistencia. Por principio, la resistencia del aislamiento presenta un valor muy elevado pero no infinito, por lo tanto, mediante la medición de la débil corriente en circulación el megger indica el valor de la resistencia del aislamiento con un resultado en  $k\Omega$ ,  $M\Omega$ ,  $G\Omega$ , incluso en  $T\Omega$  en algunos modelos.

Esta resistencia muestra la calidad del aislamiento entre dos elementos conductores y proporciona una buena indicación sobre los riesgos de circulación de corrientes de fuga.

Existe un cierto número de factores que afectan el valor de la resistencia del aislamiento, así pues el valor de la corriente que circula cuando se aplica una tensión constante al circuito durante la prueba, puede variar.

## **2.24 Influencias en la medición del aislamiento**

La temperatura hace variar el valor de la resistencia de aislamiento.

Dentro de un programa de mantenimiento preventivo, es conveniente realizar medidas en condiciones de temperatura similares o, en el caso de que no resultara posible, corregirlas para acercarlas a unas condiciones de temperatura de referencia.

Como ejemplo y aproximación rápida, un incremento de 10 °C se traduce por una disminución a la mitad de la resistencia de aislamiento y a la inversa, una disminución de 10 °C de la temperatura duplica el valor de la resistencia de aislamiento.

Estos factores, por ejemplo la temperatura o la humedad, pueden modificar considerablemente la medición.

La interpretación de la evolución de las medidas periódicas permite, si las condiciones de medida se mantienen idénticas (misma tensión de ensayo, mismo tiempo de medición...), establecer un diagnóstico correcto acerca del aislamiento de la instalación o del material. Además del valor absoluto, conviene analizar sobre todo la variación en función del tiempo. Así, una lectura que muestra un valor relativamente bajo de aislamiento, pero muy estable en el tiempo, es en principio menos alarmante que una gran disminución en el tiempo de una lectura de aislamiento (incluso si ésta se sitúa por encima de los mínimos recomendados). En general, cualquier variación brusca en descenso de la resistencia de aislamiento es un indicador de un problema a indagar.

La recomendación IEEE 43-2000 "Recommended Practice for Testing Insulation Resistance of Rotating Machinery" define el valor mínimo del índice de polarización PI para máquinas

rotativas AC y DC de clase de temperatura B, F y H en 2,0. De forma general, un índice PI superior a 4 es señal de un aislamiento excelente mientras que un índice inferior a 2 indica un problema potencial.



**Figura 2.30 Toma de mediciones del aislamiento**  
Fuente: El autor 2016

## **2.25 Índice de polaridad IP**

En 1974, el IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos de USA) introdujo su estándar para pruebas de aislamiento en máquinas rotativas, el IEEE 43, basado en Corriente Directa. En este incorporó una prueba para evaluar la condición del aislamiento desde el punto de vista del tiempo, conocido como **ÍNDICE DE POLARIZACIÓN**.

Por ser un índice, se basa en una operación matemática.

El IP fue desarrollado para hacer una interpretación menos sensible a la temperatura, y es la división de dos valores de IR, en dos diferentes momentos, por lo que no tiene Unidades.

Un IP de 2 a 4 se considera aceptable. Aunque se prefiere mínimo de 3.

Este criterio de aceptación, sin embargo, no se aplica al actual sistema de aislamiento en motores modernos, ya que muestran valores de IR muy altos, especialmente máquinas con sistemas VPI.

La norma IEEE 43 indica que cuando se obtengan IR mayores a 5000MΩ la prueba de IP pierde sentido. Además, en la fórmula del IP, la corriente de polarización se utiliza para determinar si la corriente de fuga  $I_f$  es excesiva.

Si esta corriente es mucho más grande que la de polarización actual, el IP será de aproximadamente uno. Se sabe a partir de la experiencia, que si el IP es aproximadamente uno, la corriente de fuga es suficientemente grande, y predomina en la prueba. A la inversa, si la de fuga es baja comparada con la corriente de polarización, el IP será mayor que 2.

Valores MUY altos de IP Cuando se obtengan IP mayores a 6-8 pueden, en principio parece ser muy bueno, sin embargo no son recomendados. El cálculo del índice de polaridad se determina de la siguiente forma:

$$IP = \frac{IR_{10min}}{IR_{1min}}$$

$IP$ : índice de polaridad

$IR_{10min}$ : toma de medición de aislamiento a los 10 min.

$IR_{1min}$ : toma de medición de aislamiento al 1 min.

Es posible que un deterioro térmico esté presente, lo que cambia fundamentalmente la naturaleza de aislamiento y por lo tanto las corrientes de polarización que fluyen. Es muy probable que un deterioro aumentado esté presente en el bobinado, la forma de comprobarlo es por medio de una inspección manual y visual. Para la comprobación final se sugiere una prueba de Hi Pot (Alto Potencial), con un equipo especial.

Cabe destacar que el método de medida mediante lectura del índice de polarización es apropiado para el control de los circuitos aislantes sólidos; por consiguiente, no se recomienda para equipos de tipo transformadores de aceite para los que daría resultados débiles incluso en situaciones de buenas condiciones de aislamiento.

**Tabla 2.2** Tabla de interpretación del cálculo del IP.

<b>Valor del IP</b>	<b>Condición del aislamiento</b>
< 1.25	Insuficiente
< 1.6	OK
> 1.6	Excelente

**Fuente:** El autor

Para instalaciones o equipos que contengan aislantes en los cuales la corriente de absorción disminuye rápidamente, la lectura de las resistencias de aislamiento a los 30 y a los 60 segundos puede ser suficiente para calificar el aislamiento.

## **2.26 Mantenimiento correctivo**

Un mantenimiento correctivo se lo denomina de esta manera por la forma en la que el daño ocurre, de manera imprevista y de manera inoportuna en la cual se ven afectados tanto el equipo como la producción del trabajo, ya que al ser un mantenimiento correctivo genera demasiados gastos e involucra HH (horas hombre), repuestos y en algunos casos se deben realizar importaciones lo cual demanda tiempo. Ver Figura 2.31



**Figura 2.31** Zapatillas polares quemadas  
**Fuente:** libro de los mecánicos 2005



### 2.27 Mantenimiento correctivo contingente

El mantenimiento correctivo contingente o no planificado es aquel que se le debe encontrar una solución temporal para continuar con el uso del equipo. (Ioto, 2014)

### 2.28 Mantenimiento correctivo programado

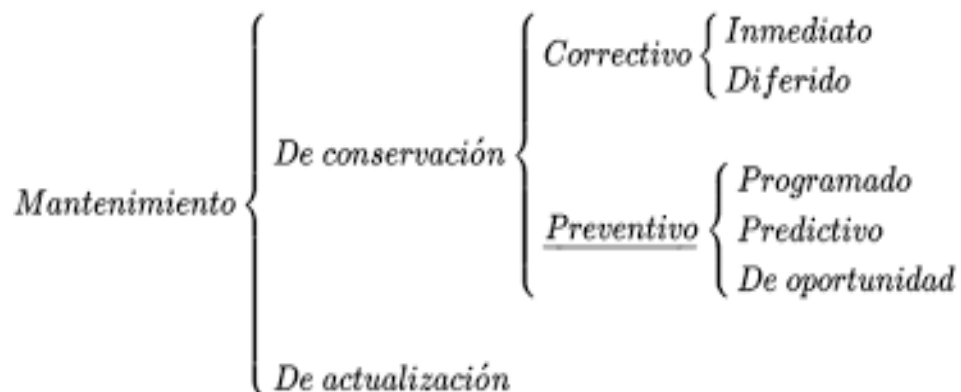
El mantenimiento correctivo programado o planificado es aquel que tiene como objetivo anticiparse a los posibles fallos y a su vez ejecutar mantenimientos ya antes realizados determinando el cambio de sus repuestos basados e horas útiles de funcionalidad de los accesorios o piezas que se verán reemplazadas.

### 2.29 Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo

La ventaja principal de un mantenimiento correctivo es alargar la vida útil del equipo a medida que se produce un daño este es producido por algo lo cual se debe determinar y analizar por qué sucedió y ocurrió el daño. Lo ideal es alargar la vida útil del equipo y mejorar la planificación del trabajo.

### 2.30 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es aquel que se planifica, se detallan puntos estratégicos de cambio de piezas, cambios de aceites, rodamientos, bandas etc. Para poder conservar el equipo y evitarnos los mantenimientos correctivos los cuales solo generan dolores de cabeza y perdidas a la empresa, se deben realizar planes de mantenimientos con el fin de tener nuestra empresa siempre operativa.



Determinar las revisiones de los equipos periódicamente con el objetivo de encontrar fallas

### **2.31 Solventes dieléctricos**

Un solvente dieléctrico es utilizado para la limpieza y desengrase en frío en todo tipo de máquinas.

Los solventes dieléctricos

Características:

- Fuerza dieléctrica
- Quitar polvo acumulado
- Quitar grasa
- Secar rápido y volátilmente
- Evitar falsos contactos
- Aislar contra la humedad
- No dejar residuos

### **2.32 Usos y aplicaciones de los solventes dieléctricos**

Los solventes dieléctricos pueden utilizarse en una gran variedad de equipos y herramientas industriales y de oficina

- Montacargas
- Tableros eléctricos
- Motores
- Equipo electrónico
- Motores eléctricos
- Transformadores

Un material con baja conductividad se denomina dieléctrico.

### **2.33 Barniz de aislamiento**

Se seca al aire mediante evaporación de disolventes o la acción de un catalizador, dejando una película protectora donde se lo aplica. Existen barnices de origen natural, en general derivados de resinas y aceites esenciales de las plantas, y barnices sintéticos.

Sirven para la protección de los equipos en nuestro casa nos ayuda elevando el aislamiento con ello logramos un mejor rendimiento y funcionalidad del equipo.

Las ventajas de estos recubrimientos son:

- Aumento de la rigidez mecánica de los alambres del bobinado
- Protección del bobinado contra la humedad y el entorno corrosivo químico.
- Mejora de la capacidad de conducción térmica
- Mejora de las propiedades dieléctricas

#### **2.34 Los barnices se clasifican basados en:**

- Aplicaciones del barniz por goteo o pulverizado
- Tipos de curado del barniz tiempos de secado dentro y fuera del horno
- Material usado en la composición básica del barniz sintéticos o naturales

#### **2.35 Tipos de barniz de acuerdo a la aplicación:**

- Barniz de impregnación
- Barniz interlaminar (entre chapas magnéticas)
- Barniz de aglomeración
- Barniz de finalizado
- Barnices de propósitos especiales

#### **2.36 Tipos de barniz de acuerdo al método de curado:**

- Técnicas de curado por aire
- Curado por horno

#### **2.37 Métodos para Aplicar el Barniz**

- Aplicación con pincel
- Sumersión
- VPI – Impregnación por presión-vacío

### 3 CAPÍTULO MANTENIMIENTO PREVENTIVO

#### 3.1 Desarrollo del mantenimiento al generador MAGNAPLUS.

Un generador eléctrico es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos. Ver la figura 3.1.



Figura 3.1 Placa de datos

Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp. 2008

El generador síncrono, es un tipo de máquina eléctrica giratoria. Su velocidad de rotación es permanente o constante vinculada a la frecuencia de la red.

$$n = 60 \frac{f}{p}$$

Donde n es la velocidad en R.P.M.

p el número de par de polos.

Es muy recomendable seguir los pasos de seguridad previamente establecidos al momento de realizar trabajos con equipos pesados, debido a una mala coordinación con el grupo de trabajo podrían traer daños irreparables y económicos desde luego. Figura 3.2

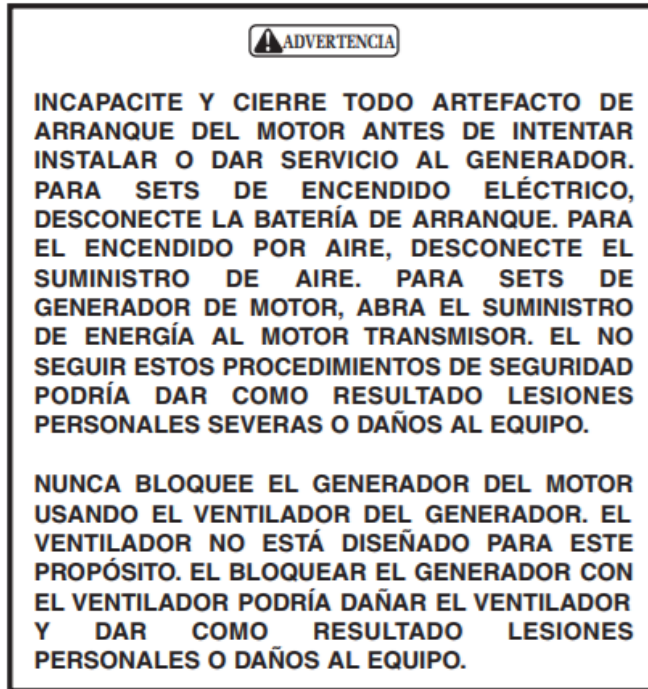


Figura 3.2 Advertencia del fabricante  
Fuente: Marathón Electric Mfg. Corp.2008

Una vez que se realiza la desconexión del disyuntor principal del generador hacia el tablero de transferencia, se procede a trabajar con el sistema de encendido del generador que incluye 4 componentes principales.

- Interruptor de arranque
- Relé de arranque
- Solenoide del motor de arranque
- Motor de arranque

### **3.2 Batería y alternador.**

Son elementos fundamentales para obtener un buen encendido del equipo, para lograr dicho objetivo es necesario haber inspeccionado, ya sea tanto la o las baterías y el alternador.

En cuanto a la batería existen algunas posibilidades por las cuales no cargue:

- Exista pérdida del líquido o agua destilada
- Se debe revisar periódicamente el nivel del líquido en las baterías.

Aproximadamente debe sobre pasar 1 pulgada de las placas, esto nos asegura que existe un buen nivel de agua destilada.

- Limpieza de los bornes de conexiones.

Se procede a quitar el exceso de sulfatación debido al mal contacto y la no periódica limpieza de los mismos. Ver figura 3.3 Los terminales de los cables podemos usar el método de limpieza con agua y sal, cuidadosamente con un cepillo plástico retiramos la suciedad, realizado esto nos vamos al siguiente paso:



Figura 3.3 Borne de batería sulfatado  
Fuente: El autor 2016

- Verificación del voltaje entregado.



Figura 3.4 Medición de tensión entre bornes  
El autor 2016

Diagnosticaremos si la batería se encuentra en buen estado o necesitara ser reemplazada. Ver figura 3.4 Procedemos a la medición de la tensión en DC en el caso que sea de 12 DC esta deberá marcar entre 12.8 DC y 13 DC, que nos determinan estos valores que la batería se encuentra en perfecto estado y podemos hacer uso de ella en un banco de baterías de 24 DC deberá estar en el rango de 25.8 DC o 27 DC. Al momento de encender el quipo en nuestro caso será un generador tenemos una batería de 12 DC, la cual en el momento de encendido tendrá una caída de tensión por motivos de entrega de energía y solo deberá llegar a no menos de 9 DC en caso de tener un valor menor al mencionado, debemos confirmar otros parámetros muy sencillos.

### **3.3 Determinar si debemos reemplazar nuestra batería.**

Con las puntas del multímetro y en la escala de medición en DC colocamos el puntal rojo en el borne positivo, quitamos los tapones de la batería e introducimos el puntal negativo dentro de la batería y nos debe dar una lectura de tensión entre el borne positivo y las placas si en una de ellas marca casi cero esto determina que la batería está abierta y no funciona y deberá ser reemplazada.

### **3.4 Como saber si el alternador funciona.**

Al tener encendido el equipo colocamos las puntas del multímetro en los bornes de la batería y esta lectura de tensión no deberá pasar de los 14.8 DC si llegase a ocurrir esto, nuestro alternador no funciona. Ver la figura 3.5.



**Figura 3.5 Alternador 65 A 12 V DC**  
El autor 2016

### 3.5 Determinar si el puente rectificador se encuentra en buen estado.

Los podemos comprobar con la ayuda de un milímetro en la escala de ohm realizamos la medición al puente rectificador sabiendo que en un sentido el puente rectificador su resistencia es elevada, al ser invertida esta medición con las puntas del multímetro la misma deberá ser baja lo cual determina que nuestro puente rectificador se encuentra en buen estado, adicionalmente al encender el equipo podemos escuchar si el alternador genera ruidos ajenos a su funcionamiento lo cual hace que no de su mayor rendimiento. Ver figura 3.6.

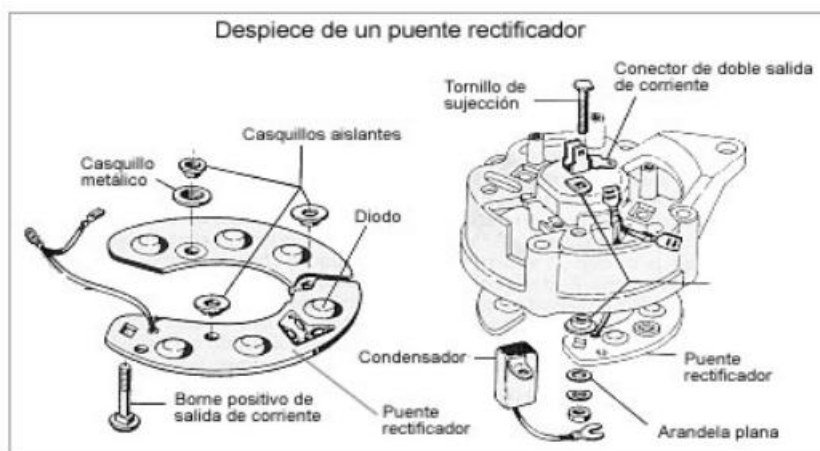


Figura 3.6 Puentes rectificadores

Fuente: Aficionados a la mecánica 2005

### 3.6 Desconexión

Con el objetivo de realizar el desmontaje del generador MAGNAPLUS trifásico de 30KVA, tanto parte mecánica como parte eléctrica, inicialmente se desconectó todo el cableado eléctrico de fuerza y control del tablero de encendido y del disyuntor principal.

Además, por seguridad, se procedió con la desconexión de los cables eléctricos en la batería de 12 V DC que forma parte del generador. A continuación se muestra una imagen del proceso del desmontaje: ver figura 3.7

Con mucha concentración en el trabajo que se está realizando se desconectaron los cables necesarios para lograr un buen desmontaje. Precaución se debe realizar sin poder eléctrico para



evitar daños en tarjetas electrónicas y más que todo por seguridad del personal que desempeña el trabajo.

Marcar los cables con cinta, con letra legible. En caso de cortar por necesidad un conductor debemos dejarlo aislado con cinta aislante y así evitaremos algún corto circuito.



**Figura 3.7 Desconexión de cableado eléctrico**  
El autor 2016

Para poder realizar el desmontaje de la parte eléctrica y la parte mecánica del generador, inicialmente se realizó el desacople del volante mecánico.

Debido a un posible desbalance en el peso del motor del generador, se colocaron tacos de madera debajo del motor de combustión interna. A continuación se procede a separar los volantes, que se encuentran acoplados por medio de pernos y desacople de los pernos de la base de fijación de la parte electrógena. Ver figura 3.8.



**Figura 3.8 Separación de parte mecánica y eléctrica del generador**  
El autor 2016

### **3.7 Pasos para el desmontaje**

- Se retiran los pernos del volante del balero y del volante de cigüeñal del motor PERKINS.
- Se colocan tacos de madera para no perder el alineamiento del equipo.
- Se retiran cables de fuerza y control.
- Se retiran los pernos que fijan la parte electrógena al chasis del generador.

Observando cuidadosamente la maniobra a realizar, todo el grupo de trabajo debe estar atento por su seguridad, así contemos con todo el equipo de protección debido, no necesariamente esto evitara un golpe o daño, debemos estar precavidos ante cualquier riesgo. Ver Figura 3.9

Se retiran pernos del volante del Valero acoplado con el cigüeñal del motor y de la misma manera los pernos que acoplan el estator al motor de combustión marca PERKINS.

Para evitar pérdidas de pernos tornillos y todo elemento de ajuste se recomienda dejar los mismos puestos en sus mismo lugar para evitar pérdidas y tener que realizar la compra.



**Figura 3.9 Disco volante**  
El autor 2016

Desmontaje de componentes de la parte electrógena del generador MAGNAPLUS trifásico de 30KVA

Con la finalidad de desmontar completamente la parte electrógena, se procede con los siguientes pasos, mostrados a través de figura 3.10.



**Figura 3.10 Parte electrógena**  
Fuente: El autor 2016

### 3.8 Desacople de la cajera, hay que ejecutar los siguientes pasos:

- Desconexión de cables de la fuente de corriente continuo del campo fijo.
- Se extraen los 4 pernos que ajustan la cajera al estator.
- Separando el campo fijo del estator.

Si este tipo de trabajo se lo realizare por primera vez es recomendable marcar o dejar puntos de acople para luego no tener inconvenientes en el armado del mismo ya que por experiencia propia se puede mencionar que algunos equipos al colocar la o las cajeras ya sea el caso variaría su velocidad y al final tendremos inconvenientes en su arranque. Figura 3.11



**Figura 3.11 Separación del campo fijo**  
El autor 2016

Precisamente así como los demás elementos que conforman el generador MAGNAPLUS el rotor, con un peso aproximado de 70 libras es la parte de mayor tamaño, peso y a esta lo conforman: Figura 3.12

- La corona de diodos.
- El campo fijo.
- Las zapatas de polos salientes.
- El ventilador.

- El volante de acople.
- El rodamiento.
- El eje principal del rotor.



**Figura 3.12 Rotor del generador MAGNAPLUS**  
El autor 2016

A continuación:

Se precede con la extracción del rodamiento que está ubicado en la punta del eje principal del rotor, el cual asienta o está situado dentro de la tapa trasera del grupo electrógeno o como se la conoce en nuestro medio de trabajo eléctrico mecánico la cajera posterior.

Con la ayuda de una herramienta popularmente conocida como Santiago o extractor de rodamientos, realizamos la separación del rodamiento 6207 Z.

Con mucho cuidado sin ocasionar daños a los demás elementos del rotor se procede con la extracción del rodamiento.

### **3.9 Extractor de rodamiento.**

Una vez extraído el rodamiento de eje y para ratificar el buen mantenimiento preventivo que se efectuara al equipo, comprobaremos medidas de juegos axiales y radiales de la cajera del

generador, este proceso se lo realiza en un taller con un torno paralelo, comparando medidas con el nuevo rodamiento en caso de tener demasiado juego ya sea axial o radial, se deberá maquinar una nueva cajera garantizando el ajuste adecuado, determinando que no existirá vibración en la cajera evitando fallas en el equipo.

Un posible roce entre las zapatas polares y en estator del generador lo cual puede provocarnos un corto circuito eléctrico muy perjudicial para nuestro objetivo. En nuestro generador no se encontraron juegos axiales ni radiales comprobados por el técnico tornero que prestó sus servicios para realizar el trabajo.

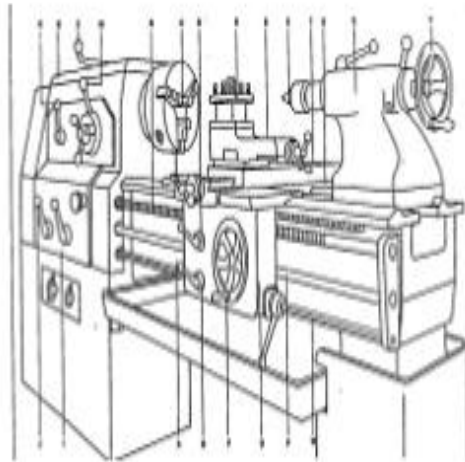
Se muestran partes principales de un torno Figura 3.13

Una mala medición de ajuste de la cajera con respecto al rodamiento provocaría que la punta del eje del rotor no ingrese con normalidad, lo cual provocara que el rodamiento quede demasiado ajusto con un rango fuera de lo normal y esto tendrá consecuencias tales como:

- Calentamiento en la cajera del generador.
- Daño total del rodamiento.
- La punta del eje se calentara.
- El bobinado se verá afectado.
- Provocara un corto circuito.
- Daños incalculables.
- Gastos económicos
- Personal técnico

# PARTES PRINCIPALES DEL TORNO PARALELO

- A Bancada
- B Cabezal del Motor
- C Husillo
- D Carro
- E Cabezal móvil
- F Motor
- G Polea
- H Correas trapeziales
- I Caja de cambio de velocidades de avance
- J Palanca de cambio de velocidades de avance
- K Palanca de Inversión del movimiento de avance.
- L Engranajes de unión entre el husillo y la caja de cambios
- M Palanca del cambio de velocidades del husillo
- N Barra de roscar
- O Palanca de acoplamiento con la barra de roscar
- P Barra de cilindrar
- Q Palanca pra la transmisión del movimiento de la barra de cilindrar al carro superior
- R Portaherramientas
- S Carro portaherramientas



- T Carro transversal
- U Puente del carro
- V Volante para el desplazamiento longitudinal del carro.
- W Barra de transmisión para el mando del embrague de la barra de cilindrar.
- X Contrapunto
- Y Volante del cabezal móvil
- Z Palanca del embrague a fricción y freno
- A1 Soporte para engranajes, llamado lira

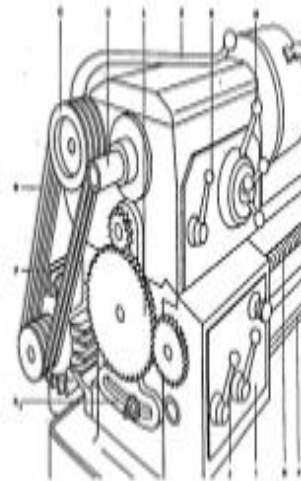


Figura 3.13 Torno paralelo

Fuente: Es.slidshare.8 2003

### 3.10 La corona de diodos

Prueba de Diodos. Ver figura 3.14

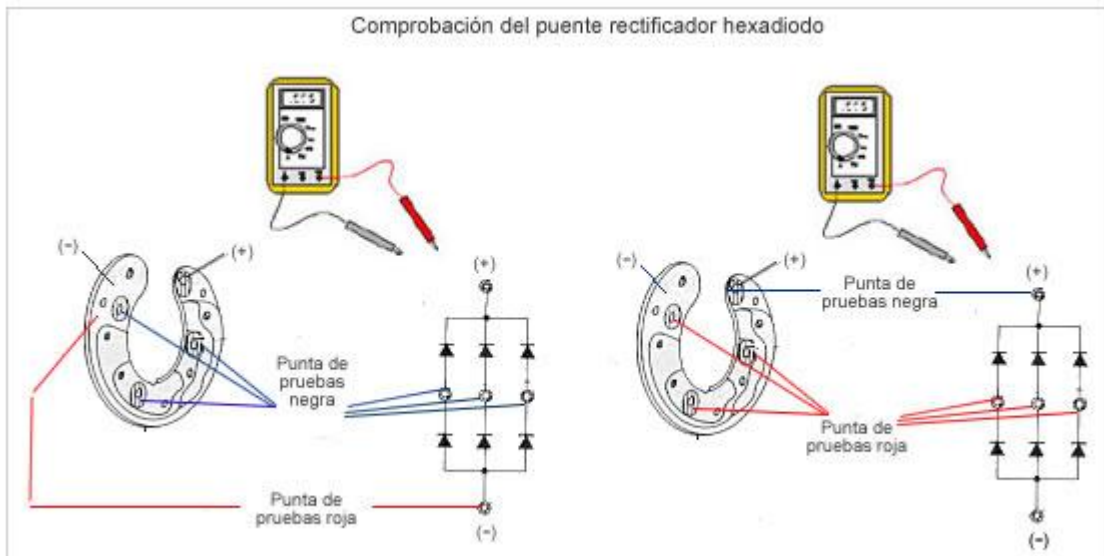


Figura 3.14 Prueba de diodos rectificadores

Fuente: Aficionados a la mecánica 2005

### 3.11 Diodo correcto:

Tendrá mayor resistencia en una dirección que en la otra. Una resistencia típica de voltaje de polarización hacia atrás será de 30,000 ohmios o mayor, mientras la resistencia de voltaje de polarización hacia adelante será menor de 10 ohmios. El probador de luz de batería tendrá la luz prendida en una dirección y apagada en la otra. (meganeboy, 2014)

### 3.12 Cortocircuito

La lectura del ohmímetro será de cero, o muy baja en ambas direcciones. El probador de luz de batería tendrá la luz encendida en ambas direcciones.



### 3.13 Circuito abierto

El ohmímetro tendrá una lectura máxima (infinita) en ambas direcciones. El probador de luz estará apagado en ambas direcciones. (villalba, 2000) Figura 3.15

- El campo fijo
- Las zapatas polares
- El campo giratorio
- El estator



**Figura 3.15 Campo fijo**  
El autor 2016

Estos 4 elementos fundamentales por medio del índice de polaridad, se determina que deben ser sometidos a las pruebas de medición con un megger debido a factores que disminuyen con su vida útil y el bajísimo aislamiento que se encontrarían en ellos a simple vista se puede deducir que el equipo desde su instalación no ha sido objeto de ningún mantenimiento ni preventivo ni correctivo alguno.

Al momento de desacople se encontraron partículas de oxidación dentro del rotor del generador MAGNAPLUS de 30 KVA, partículas de polvo, el tanque con el diésel se encontró con fugas del mismo este combustible sumando el ambiente donde se encuentra el generador adicional a esto las lluvias y falta de mantenimiento y observando las mediciones realizadas en el taller donde se efectuó el trabajo de mantenimiento se precederá al lavado, secado y barnizado del grupo electrógeno ya que se encuentra con un bajo aislamiento.

Se efectuaron técnicas de lavado y secado en un horno para garantizar el mejor trabajo posible.

Ver figura 3.16



**Figura 3.16 Estator con muestras de oxidación**  
El autor 2016

### **3.14 Lavado de los elementos del generador MAGNAPLUS DE 30 KVA.**

Una vez que hemos desarmado todo el grupo electrógeno, tenemos listo el rotor, el estator y el campo fijo, con la ayuda de un tecele de ½ ton. Colocado en un armazón metálico de 3 metros de alto por 4 de ancho, suspendemos el rotor y el estator no por encima del metro de elevación, aseguramos y amarramos con la ayuda de fajas, cabos o cadenas nuestros componentes. Figura 3.17

Una técnica muy fácil y factible al momento de realizar el lavado es tratar de colocar los elementos del generador con una inclinación, logrando que en el momento del lavado el solvente utilizado y las impurezas tengan un mismo sentido de salida.



**Figura 3.17** Previo al lavado  
El autor 2016

### **3.15 Identificación de limpieza**

Como saber o como reconocer cuando un elemento eléctrico está siendo sometido a un proceso de lavado con solventes o desengrasantes se pueda asegurar que puede estar totalmente limpio.

- Pues muy fácil, gracias a las experiencias adquiridas durante los servicios prestados y trabajos realizados con personal calificado se me permitió conocer de esta técnica que es muy sencilla de aplicar consta únicamente de colocar debajo de las piezas a las cuales se les ejecutara el proceso del lavado un recipiente de color blanco o transparente ya sea metálico o de plástico con qué fin, con el único fin de observar las impurezas que se están desprendiendo de nuestros elementos y a su vez esta misma técnica determinara dos importantes incógnitas al momento de realizar un trabajo de esta magnitud recordemos que: figura 3.18.



Figura 3.18 Partes del grupo electrógeno

El autor 2016

- No sabemos cuánto solvente utilizaremos.
- No sabemos con exactitud cuándo estaría limpio nuestro equipo.

*“Un trabajo bien realizado y con profesionalismo es calificado en base a nuestra eficiencia al momento de la ejecución, siendo honestos con el cliente y ganándonos la confianza del mismo”*

El autor

En caso de no contar con un recipiente de color blanco o transparente existe otra solución podemos colocar una cartulina blanca la idea de esta técnica es respaldar nuestro trabajo y confirmar la limpieza total de los mismos.

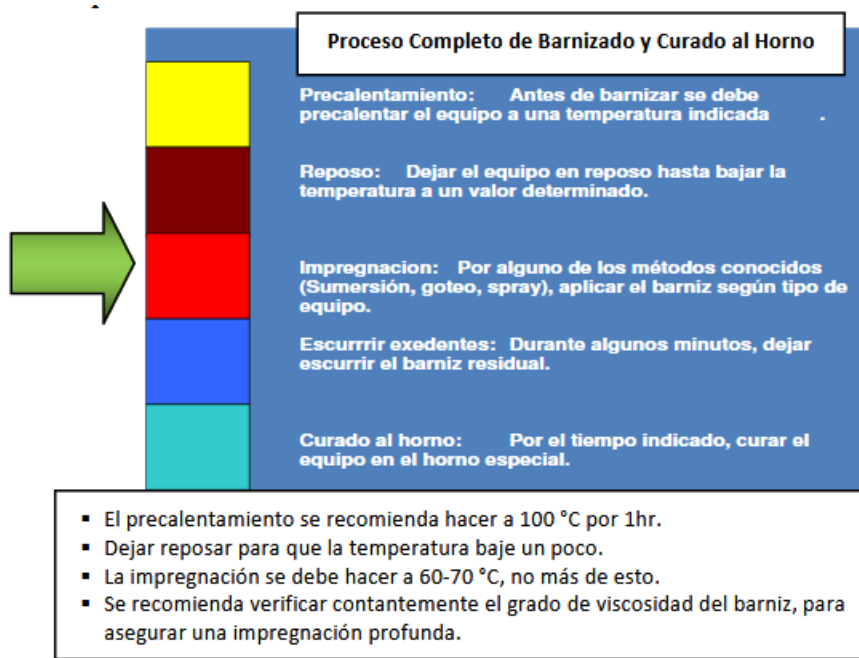
Es estable y no conductor, mejora las propiedades eléctricas y electrónicas de los componentes, circuitos impresos, escobillas, computadores, contactos de motores grandes y pequeños, controles arrancadores, baterías equipos de refrigeración, transformadores sistemas de ignición. (Quiminet, 2013)

El lavado se lo realizo con una pistola de pulverización, con la ayuda de aire comprimido, el solvente se lo coloco a una altura mayor de la que se encuentran los elementos, para obtener

caída por gravedad y poder ejecutar el trabajo. Terminado el lavado se deja destilar el sobrante del solvente hasta examinar que deje de gotear. Luego de varios minutos se procede con el desmontaje de los equipos, con mucho cuidado se colocará encima de unos tacos de madera diseñados para el rotor del generador, el estator y el campo fijo de igual manera para ingresarlos al horno y empezar con el secado. Figura 3.19

### 3.16 Proceso de secado al horno

Figura 3.19 Proceso de secado



Fuente: Motortico 2012

Este paso del lavado y secado nos ayudara con el incremento del aislamiento entre bobinas, espiras y núcleo obteniendo una mejor eficiencia del equipo al momento de realizar el trabajo para el cual fue instalado y construido. (Motortico, 2012)

Ajustando los parámetros de secado con relación al tiempo cerramos el horno y esperamos que este haga su trabajo disolviendo en forma de gases el solvente que estaría saturado entre espiras, normalmente dentro de un lapso de unos 60 a 80 minutos a una temperatura entre 100 °C o 120 °C el solvente sobrante habrá desaparecido del entre las bobinas apagamos nuestro horno y

esperamos que la temperatura baje a unos 60 °C dentro del mismo horno para conservar la temperatura, volvemos a realizar mediciones con la ayuda del megger nos cercioraremos del aislamiento si bien subió o sigue igual en caso de no observar cambios en las mediciones tomadas se recomienda volver a ingresar el equipo al horno por el mismo lapso de tiempo anteriormente mencionado.

Una vez terminado el tiempo de secado confirmaremos que datos nos arroja el instrumento de medición en caso de no incrementar el aislamiento volvemos a lavarlo y repetimos el proceso de secado hasta lograr nuestro objetivo.

Revisamos la tabla del índice de polaridad con la cual nos ayudamos para determinar el buen estado del aislamiento de las partes eléctricas que conforman al grupo electrógeno.

Los aislantes cumplen un trabajo específico para cada espira del bobinado.

Ver Tabla 3.1

- Evitando el contacto eléctrico entre ellos ( solo debe ser magnético)
- Evita el ingreso de impurezas.
- Mejorando su aislamiento
- Protege al bobinado
- Mejor rendimiento del equipo

**Tabla 3.1** Tabla de clases de aislantes

CLASIFICACIÓN DE MATERIALES AISLANTES	
Clase	Características
Clase A	- Comprende materiales fibrosos, a base de celulosa o seda saturados con líquidos aislantes y otros materiales semejantes. La temperatura característica es de 105 °C.
Clase B	- Comprende materiales a base de poliéster y poliimídicos aglutinados con materiales orgánicos o saturados con éstos. La temperatura característica de esta clase es de 130 °C.
Clase C	- Incluye mica, vidrio, cerámica y cuarzo sin aglutinante. Temperatura característica superior a 180 °C.
Clase E	- Comprende algunas fibras orgánicas sintéticas y otros materiales; su temperatura característica es de 120 °C.
Clase F	- Comprende materiales a base de mica, amianto y fibra de vidrio aglutinados con materiales sintéticos, por lo general con siliconas, poliésteres o epóxidos. Temperatura característica de 155 °C.
Clase H	- Comprende materiales a base de mica, asbestos o fibra de vidrio aglutinados con siliconas de alta estabilidad térmica, presentando una temperatura característica de 180 °C.
Clase Y	- Comprende materiales fibrosos a base de celulosa o seda, no saturados, no inmersos en líquidos aislantes, y materiales semejantes. La temperatura característica es de 90 °C.

**Fuente:** Gallegos motores 2001

Al hablar de impurezas nos referimos a todas las partículas que están en el ambiente polvo, agua, aceites, combustibles y algo muy importante que vale resaltar que al tener un equipo que genera energía eléctrica trifásica se tendrá mayor desgaste entre espiras debido a sus vibración por el fluido de electrones.

Debe existir separación entre espiras.

### **3.17 El barniz dieléctrico**

El barniz cuando es empleado correctamente en el bobinado penetra hasta las capas internas de la bobinas actuando como un aislante adicional de los conductores aumentado su rigidez. Ver figura 3.20

Luego de la aplicación del barniz ya sea este por secado en horno o secado al ambiente, se recomienda el barniz de secado al horno ya que garantiza un desempeño al trabajo que será sometido el equipo, por un lapso de tiempo entre 20 o 30 min se debe dejar secar el barniz, pero no con esto se confirma su uso luego de un tiempo de 24 horas podrá ser usado el equipo. (lopez, 2000)

Para la aplicación del barniz el elemento en este caso nuestro generador puede tener varias técnicas de aplicación de barniz.

1. Inmersión
2. Brocha
3. Pulverizado
4. Goteo



**Figura 3.20 Barniz dieléctrico**  
**Fuente: Barniz Dolph 2000**

La técnica utilizada en nuestro generador será la aplicación con brocha, este método consiste en verter el aislante muy cuidadosamente, protegiendo nuestras manos y vistas. Y evitar contacto directo con el barniz. Cabe recordar que para la aplicación del barniz al generador.

Se vio expuesto dentro de un horno para el secado y a su vez para la aplicación del barniz calentando su bobina y permitiendo una mejor aplicación del barniz, todo esto a una temperatura de no menos 100 °C, tener mucho cuidado para evitar quemaduras en la piel el generador se encuentra muy caliente.

Dependiendo de la forma de curado los barnices pueden ser de secado al aire, curado mediante un agente de reticulado, curado mediante horno a una temperatura superior a la ambiental o una combinación de ellos. (Rubbiolo, 2012)

Con una brocha vertemos el barniz lentamente con el fin de lograr una buena penetración dentro del bobinado y así obtener un buen aislamiento, con la ayuda de dos personas más se procede a seguir vertiendo el barniz en las bobinas del estator, del rotor y campo fijo, el



enfriamiento del equipo no puede ser menor a 45 °C ya que si ocurre esto quedaran burbujas dentro de las espiras las cuales afectan directamente el

**Tabla 3.2 Tiempos de secado por diámetros**

TEMPERATURAS Y TIEMPOS DE SECADO			
Tamaño del estator Diámetro del núcleo	120°C. Secado rápido Horas	107°C. Secado elástico Horas	100°C. Secado extraelástico Horas
Menos de 15 cm	4 a 6	6 a 8	8 a 10
De 15 a 30 cm	12	24	36
De 30 a 45 cm	24	36	48
De 45 a 60 cm	36	48	60

**Fuente: Gallegos motores 2001**

Aislamiento y el trabajo del generador. Terminado el trabajo de verter el barniz se debe curar el proceso de barnizado esto se logra ingresando nuevamente el generador en el horno. Tabla 3.2

El proceso de secado del barniz debe ser muy bien ejecutado, si nos equivocamos al momento de aplicarlo y todavía existe solvente que fue utilizado para la limpieza del motor este desaparece en forma de gas y también desaparecerá el barniz.

Debemos ser cautelosos al momento del aplique para evitar daños y gastos económicos.

- Se debe respetar el tiempo de curacion
- La forma de aplicación
- La manipulacion de los elementos

### 3.18 Proceso de Re- barnizado y curación del barniz

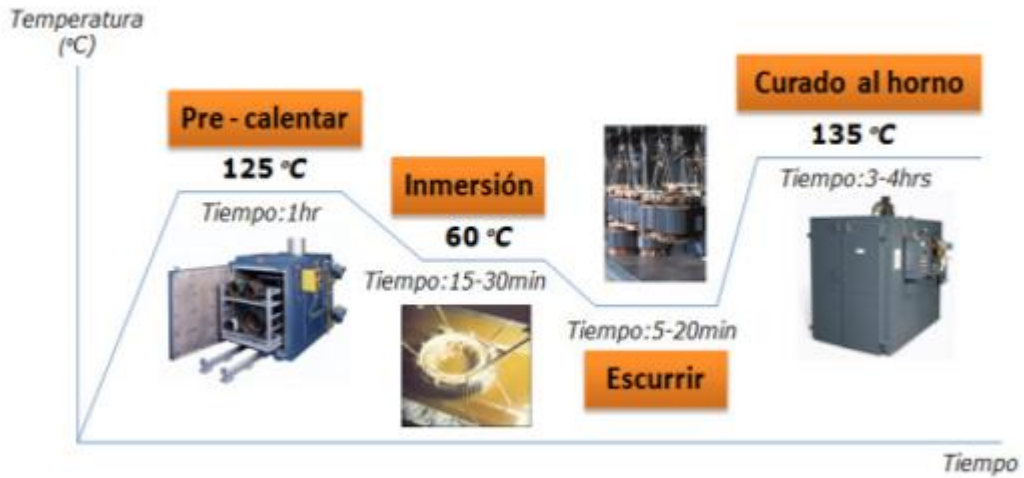


Figura 3.21 Tiempos de curación del barniz

Fuente: Motortico 2017

### 3.19 La convección

Es una de las tres formas de transferencia de calor. Se caracteriza porque se produce por medio de un fluido (líquido o gas) que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas.

En este punto de nuestro mantenimiento preventivo ya hemos:

- Desacoplado las partes
- Mediciones antes del lavado
- Lavado
- Secado
- Mediciones con equipos secos
- Re- barnizado
- Medición de diodos
- Cambio de rodamiento

### 3.20 El rodamiento

La técnica para acoplar el rodamiento en su eje fue realizada con un calentador de rodamiento figura 3.22, monitoreando la temperatura con la ayuda de un pirómetro figura 3.23, que nos permitirá saber cuándo el rodamiento debe ser colocado en su lugar, al realizar este proceso debemos contar con unos guantes ya que el que rodamiento se ha expuesto al calor y nos provocaría quemaduras sin la protección adecuada, una vez colocado el rodamiento debemos mantenerlo allí por unos minutos evitando que se ruede y este en su posición original.



**Figura 3.23 Pirómetro**  
El autor 2016



**Figura 3.22 Calentador de rodamientos**  
Fuente: Calentadores Cónicos 2016

No es recomendable pasar la temperatura mencionado debido que en el interior del rodamiento esta bañado en grasa y está expuesta al calor tiende a destilarse y disminuiremos la vida útil del rodamiento. Ver Tabla 3.3

**Tabla 3.3 Tabla de la vida útil de un rodamiento**

Motores eléctricos	Aplicación en	Duración de vida recomendada en h			
		Rodam. a bolas		Rodam. de rodillos	
		desde	hasta	desde	hasta
		Motores eléctricos para electrodomésticos	1 700	4 000	-
Motores eléctricos de serie	21 000	32 000	35 000	50 000	
Motores de gran potencia	32 000	63 000	50 000	110 000	
Motores eléctricos para vehículos	14 000	21 000	20 000	35 000	

**Fuente: Medidas Schaffler 1997**

En 1997, Schaeffler KG introdujo el “Calculo ampliado de la duración de vida modificada”. Este procedimiento se normalizo por primera vez en DIN ISO 281 suplemento 1 y es desde 2007 que forma parte de las normas internacionales ISO 281. (KG, 2007)

### **3.21 Acople del grupo electrógeno al motor**

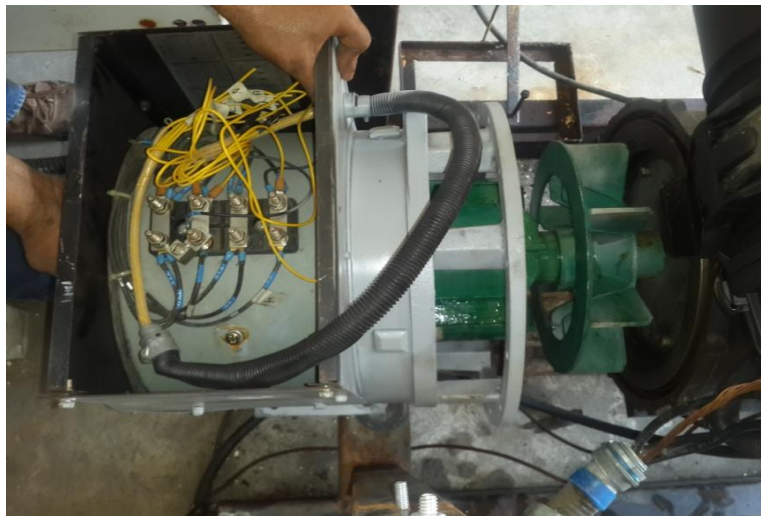
Procedemos con el paso final de nuestro mantenimiento al grupo electrogeno el cual consiste en acoplar todas las partes ya mencionadas con anterioridad. Ver Figura 3.24

Cuidadosamente y con la ayuda del talento humano de quienes realizabamos el trabajo se logra acoplar el rotor al volante del motor de combustion interna a diesel ajustados los pernos de fijacion se procede con la colocacion de estator. Ver figura 3.25



**Figura 3.24 Acople del rotor**

**El autor2016**



**Figura 3.25 Acople del estator**

**El autor 2016**

Nos encontramos verificando ajustes y conexiones antes de realizar pruebas. Figura 3.26



**Figura 3.26 Parte electrogénea acoplada**  
**El autor 2016**

La parte electrogénea de nuestro generador está acoplada y lista para realizar encendidos tanto automático o manual Figura 3.27



**Figura 3.27 Arranque del generador**  
**El autor 2016**

Verificación de voltaje entregado.

Al iniciar el trabajo de mantenimiento el generador solo entregaba una tensión de 208 voltios, gracias al trabajo realizado se puede confirmar un buen mantenimiento con un lavado, secado y barnizado de la mejor manera posible. Así mismo con las mediciones realizadas a los distintos bobinados que conforman el equipo en general. figura 3.28



**Figura 3.28 Medición de voltaje**  
**El autor 2016**

## 4 CAPÍTULO CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

Realizando el trabajo de mantenimiento se procede con:

- Medición del aislamiento del campo fijo.
- Medición del aislamiento de las zapatas polares.
- Medición del aislamiento de la excitatriz.
- Medición del aislamiento de rotor.
- Verificación del estado de los diodos rectificadores.

El proceso del lavado, secado y re-barnizado de todos los elementos que contienen bobinas, debido a las condiciones en las que se encontró al generador, cumpliendo con los procesos y estándares mencionados a lo largo del desarrollo del trabajo.

Al poner en marcha el quipo podemos garantizar que el trabajo realizado tiene como resultado el incremento del aislamiento entre bobinas, el voltaje entregado por el generador es satisfactorio ya no con 208 voltios ahora contamos con 220 voltios alternos lo cual garantiza el correcto desempeño del equipo.

Cambio de rodamiento y un excelente trabajo de maquinado con la ayuda del torno, con la fiabilidad de que no existan vibraciones al momento de poner en marcha al generador.



## 4.2 Recomendaciones

Se recomienda realizar inspecciones diarias con el objetivo de evitar fugas de líquidos en los sistemas de alimentación de (diesel, aceite y el agua destilada), revisar y reajustar bornes de conexiones cuando sea necesario, revisión de niveles de aceite y refrigerante.

Por lo menos una vez por semana encender el equipo con carga, por un periodo de 4 o 6 horas solo así sabremos en que condiciones se encuentra el generador tomar datos de entrega de voltaje y corriente durante el encendido.

El depósito del diesel debe una vez por año ser sujeto a limpieza ya que el lodo se acumula en el fondo del tanque y esto ocasionaría suciedad en las toberas y la no pulverización del diesel dentro de la cámara de combustión, de la misma manera el líquido refrigerante de ser sujeto a cambio cada año.

Los cambios de filtros y aceites se recomienda cambiarlos cada 220 horas y el filtro de aire se recomienda cambiarlo cada 5 cambios de aceites.

Reajustar el sitio donde se encuentra instalado el generador mejorar el sistema de ventilación, evitar colocar pomas o pensar que es una bodega.

Hacer uso de las 3 líneas actualmente solo están conectadas 2 líneas esto disminuye la vida útil del campo generador de electricidad.

Cada año se debe realizar mediciones a los bobinados del generador por medio del índice de polaridad ya sabemos en que condiciones debe operar el generador.

### 4.3 Anexos

<b>PRESUPUESTO PREVENTIVO PARTE ELECTROGENA 30KVA</b>				
<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>V/UNITARIO</b>	<b>V/TOTAL</b>
RODAMIENTO	1	6207 2RS	\$ 12	\$ 12
SOLVENTE ELECTRICO	5 GL		\$ 80	\$ 80
BARNIZ DOLPH'S	1	DIELECTRICO	\$ 80	\$ 80
SPRAY DOLPH'S	1	ER-41	\$ 19	\$ 19
BROCHA	2	WILSON	\$ 1.75	\$ 3.50
LIENCILLO	1		\$ 2.75	\$ 2.75
LIJA	2	80	\$ 0.30	\$ 0.60
REVISION DE CAJERA	1	TRABAJO DE TORNO	\$ 80.00	\$ 80.00
SUBTOTAL				\$ 278
IVA 12%				\$ 33
TOTAL				\$ 311
<b>MANO DE OBRA</b>				
TOTAL DE P.PREVENTIVO				\$ 300
TOTAL				\$ 611

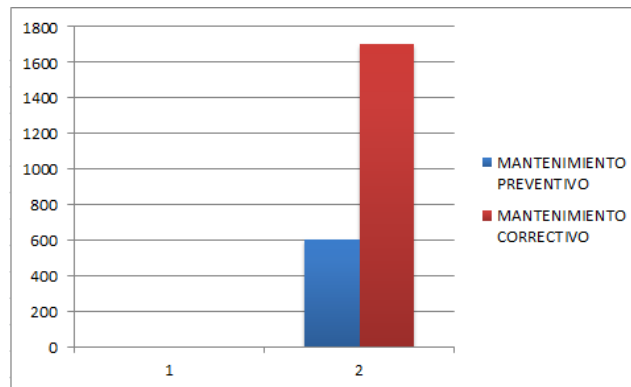
**PRESUPUESTO CORRECTIVO PARTE ELECTROGENA 30KVA**

MATERIALES	UNIDADES	DESCRIPCION	V/UNITARIO	V/TOTAL
ALAMBRE	60 LBR	Ø10	\$ 8	\$ 480
CUÑA	1 DOCENA	PLASTICA	\$ 20	\$ 20
CARTULINA	3 PLIEGOS	NOMEX	\$ 18	\$ 54
ESTAÑO	1 LB		\$ 10	\$ 10
SOLDADURA DE PLATA	1/2 LB	5%	\$ 14	\$ 14
CABLE EXAR	6MT	AWG 8	\$ 3	\$ 18
BORNERA	1	PLASTICA	\$ 10	\$ 10
DIODO	6	50 A	\$ 28	\$ 168
TARJETA REGULADORA	1	P/GENERADOR MAGNAPLUS	\$ 200	\$ 200
RODAMIENTO	1	6207 2RS	\$ 12	\$ 12
			SUBTOTAL	\$ 986
			IVA 12%	\$ 118
			TOTAL	\$ 1,104
MANO DE OBRA				
			TOTAL DE P.CORRECTIVO	\$ 600
			TOTAL	\$ 1,704

## MEDICIONES CON MEGGER

ELEMENTOS	ESCALA EN V	VALOR EN OHMIO	VALOR DE MEGGER EN $\Omega$
CAMPO FIJO	500	150 M $\Omega$	25 $\Omega$
CAMPO VARIABLE	500	120 M $\Omega$	10 $\Omega$
ROTOR	500	200 $\Omega$	4 $\Omega$
ESTATOR	500	180 $\Omega$	4 $\Omega$
CORONA DE DIODOS	CONDUCTIVIDAD	CONDUCTIVIDAD	CONDUCTIVIDAD

MANTENIMIENTO PREVENTIVO	\$611
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	\$1,704



Verificaciones y tareas de mantenimiento a ejecutar	Diariamente 250 H	250 horas	1500 horas	4500 horas	61320 horas
Ruidos extraños con el generador en movimiento	x				
Verificación del flujo de aire	x				
Niveles de aceite	x				
Niveles de refrigerante	x				
Fugas del Diesel	x				
Nivel de agua en baterías	x				
Voltaje de baterías	x				
Verificar frecuencia	x				
Verificar voltaje de salida	x				
Verificar amperaje	x				
limpieza del generador	x				
Reajuste de los terminales de baterías		x			
Reajuste de los terminales de conexiones		x			
Verificación del estado de los fusibles		x			
Reajuste de los pernos del disyuntor principal		x	x	x	
Verificación de los diodos			x	x	
Medición de la excitatriz fija				x	
Medición de la excitatriz giratoria				x	
Medición de las zapatas polares				x	
Medición del estator				x	
Verificación de rodamiento				x	
Lavar, secar y barnizar				x	
Verificación de alternador		x		x	
Verificación del motor de arranque			x		
Verificación de presiones de aceites	x				
Verificación de bomba de inyección				x	
Cambio de aceite		x			
Limpieza del tanque para el diesel				x	
Cambio de filtros para aceites		x			
Cambio de filtro para aire			x		
Cambio de batería				x	
Recalibrada del motor				x	
Verificación de cabezote					x

## Bibliografía

1. KG, S. (2007). *Vida util*.  
[http://medias.schaeffler.com/medias/es!hp.tg.cat/tg\\_hr\\*ST4\\_102027403](http://medias.schaeffler.com/medias/es!hp.tg.cat/tg_hr*ST4_102027403)
2. lopez, M. (2000). *Produccion y calidad*. Nuevo Leon.
3. Ioto, F. d. (2014). *Significados.com*. “Flor de loto” (s/f.). En *Significados.com*.  
Disponible en: <https://www.significados.com/flor-de-loto/> [Consultado: 1 de enero de 2014, 12:01 am].
4. Marathon Electric Mfg. Corp. (2005). *Generators*. EE.UU.
5. meganeboy, D. (2014). *Aficionados a la mecanica*.
6. Motortico. (2012). *Barnices*. Costa Rica.
7. Quiminet. (2013). *Solventes*. Mexico. Grupo Industrial Nereida, S. de R.L.MI.
8. Rubbiolo, M. (2012). *Motores y Generadores*.
9. villalba, G. (2000). *Diodos*. Murcia. <http://ocw.um.es/ingenierias/tecnologia-y-sistemas-electronicos/material-de-clase-1/tema-2.-circuitos-con-diodos.pdf>
10. <https://motoresygeneradores.com/features>
11. <http://www.aficionadosalamecanica.net/alternador-funcionam.htm>
12. <https://es.slideshare.net/MDLSyMOQ/maquinas-eltorno1956b98>

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Christopher Antonio Garay Ramírez** con C.C: # 092192229-0, autor del Trabajo de Titulación: Diagnóstico y mantenimiento integral del generador eléctrico MagnaPlus de 30KVA ubicado en la Facultad Técnica para el desarrollo, previa a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico-Mecánico con Mención en Gestión Empresarial previo a la obtención del título de **INGENIERO ELECTRICO MECANICO** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 21 de Septiembre del 2017

---

Christopher Antonio Garay Ramírez

CI: 0921922290

**REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	<b>DIAGNOSTICO Y MANTENIMIENTO INTEGRAL DEL GENERADOR ELÉCTRICO MAGNAPLUS DE 30KW UBICADO EN FACULTAD TÉCNICA PARA EL DESARROLLO</b>		
<b>AUTOR(ES)</b>	Christopher Antonio Garay Ramírez		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Luis Silvio Córdova Rivadeneira		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Eléctrico Mecánico		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Eléctrico Mecánico		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	21 de Septiembre del 2017	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	71
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Mantenimiento preventivo		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Grupo Electrónico, campo retorico, campo fijo, excitatriz, tarjeta reguladora		

**RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):** La idea fundamental que deseamos plasmar en este trabajo de titulación es minimizar las fallas eléctricas, con los métodos tales como la observación, formulación del problema, formulaciones de hipótesis, verificación, análisis y conclusiones.

En el capítulo uno hablaremos del planteamiento del problema, la hipótesis, los respectivos objetivos tanto el general, específicos y la metodología de la investigación.

En el capítulo dos nos enfocaremos en el marco teórico describiremos los elementos eléctricos que hacen posible en funcionamiento del generador MAGNAPLUS DE 30 KVA.

En capítulo tres encontraremos el desarrollo del trabajo ejecutado paso a paso con fin de facilitar datos técnicos a las nuevos mantenimientos que se deberán ejecutar mediante periodos de tiempo planificados.

En el capítulo cuatro conclusiones, recomendaciones y bibliografía

<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 0980184755	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:c_garay_88@hotmail.es">c_garay_88@hotmail.es</a>
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:</b>	<b>Nombre:</b> Córdova Rivadeneira Luis Silvio	<b>Teléfono:</b> +593-99-230-5262
<b>COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:@cu.ucsg.edu.ec">@cu.ucsg.edu.ec</a>	

**SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA**

<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>	
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>	