



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**  
**EXTENSIÓN CHONE**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA**

**TESIS DE GRADO**

*PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE*  
*INGENIERO ELECTRICO*

*TEMA*

**“ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN GRUPO ELECTRÓGENO DE 313 KVA CON TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO, Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DEL CAMPUS CHONE DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EN EL SEGUNDO SEMESTRE DEL AÑO 2012.”**

*AUTORES*

*CORRAL VERA HITLER HUMBERTO*  
*LOOR SANTOS MARIA LORENA*

*DIRECTOR DE TESIS*  
*ING. LUCIO ALFREDO VALAREZO MOLINA*

*CHONE – MANABÍ – ECUADOR*

*2013*



***UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ  
EXTENSIÓN CHONE  
CARRERA DE INGIENERIA ELECTRICA***

Ing. Lucio Alfredo Valarezo Molina, Docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, en calidad de Director de Tesis,

**CERTIFICO:**

Que la presente TESIS DE GRADO titulada:, “ANALISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN GRUPO ELECTRÓGENO DE 313 KVA CON TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO, Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DEL CAMPUS CHONE DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EN EL SEGUNDO SEMESTRE DEL AÑO 2012.”

ha sido exhaustivamente revisada en varias sesiones de trabajo, se encuentra lista para su presentación y apta para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en esta Tesis de Grado son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de sus autores: Corral Vera Hitler Humberto y Loor Santos María Lorena, siendo de su exclusiva responsabilidad.

---

Ing. Lucio Alfredo Valarezo Molina

DIRECTOR DE TESIS

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

La responsabilidad de las opiniones e investigaciones, presentadas en esta Tesis de Grado, es exclusiva de sus autores.

---

Corral Vera Hitler Humberto  
**AUTOR**

---

Loor Santos María Lorena  
**AUTOR**



***UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ  
EXTENSIÓN CHONE  
CARRERA DE INGIENERIA ELECTRICA***

***INGENIERO ELECTRICO***

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“ANALISIS E IMPLEMENTACIÓN DE UN GRUPO ELECTRÓGENO DE 313 KVA CON TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO, Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES DEL CAMPUS CHONE DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EN EL SEGUNDO SEMESTRE DEL AÑO 2012.”**, elaborado por los egresados de la Escuela de Ingeniería Eléctrica Corral Vera Hitler Humberto y Loor Santos María Lorena

Dr. Marcos Zambrano Zambrano. Mgs.  
**DECANO**

Ing. Lucio A Valarezo Molina  
**DIRECTOR DE TESIS**

.....  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....  
**SECRETARIA**

## **AGRADECIMIENTO**

Dejamos constancia de nuestra gratitud para la UNIVERSIDAD ELOY ALFARO DE MANABI Campus CHONE, sus profesores y en especial, para el Director de Tesis Ing. Lucio Alfredo Valarezo Molina.

A todas las personas, que de una u otra manera han contribuido para la realización del presente trabajo.

Hitler y Lorena

## Agradecimiento

Agradezco a todas las personas que me han apoyado mientras escribía, investigaba, exponía y dialogaba sobre estos temas; son muchas las personas, nombrarlas a todas, supondría una extensa lista.

Hay libros que no se imponen, llegan a nosotros por la fuerza de las convicciones y el impacto de las experiencias. Este es un libro que no hubiese querido escribir y que nunca pensé en desarrollar.

Ha sido para mí la enseñanza un altísimo misterio social, a cuyo desempeño he sacrificado el brillo de la vida y las solicitudes de la fortuna: el tiempo, el reposo, y en momentos amargos, mi paz y la alegría. El sacrificio es tonificante, porque engendre la austeridad y habitúa a la necesidad.

Si eres capaz de llenar el inexorable minuto, con el valor de los sesenta segundos de la distancia final, tuya será la tierra y cuando ella contenga y... lo que más vale.

**Lorena Loor**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a la culminación de otra de mis metas.

De manera especial a mi esposa e hijos y a mis padres por la ayuda brindada; a ellos con todo mi corazón, mil gracias.

Hitler Corral

## INDICE

CONTENIDO	PAG.
1. INTRODUCCION	3
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2.1 CONTEXOS	
2.1.1. Contexto Macro	3
2.1.2.Contexto Meso	3
2.1.3. Contexto Micro	4
2.2. FORMULACION DEL PROBLEMA	4
2.3. DELIMITACION DEL PROBLEMA	4
2.4. NTERROGANTE DE LA INVESTIGACION	5
3. JUSTIFICACION	6
4. OBJETIVOS	8
4.1. Objetivo General	8
4.2. Objetivo Especifico	8
CAPITULO I	
5. MARCO TEÓRICO	9
5.1. SISTEMA DE UN MOTOR DIESEL	9

5.1.1. Aspectos Generales	9
5.1.2. La evolución del motor a Diésel	10
5.1.3. Sistema de Combustión	
5.1.4. Sistema de Alimentación	16
5.1.5. Sistema de Inyección	21
5.1.6. Sistema de Arranque	36
5.1.7. Sistema Electrónico	37
5.1.8. Sistema de Enfriamiento	54
5.2. Alternadores Trifásicos	57
5.2.1 Generalidades	
5.2.2. Principio de generación trifásica	57
5.2.3. Partes de un Alternador	60
5.2.4. Velocidad del campo magnético giratorio	61
5.2.5. Corriente de salida	64
5.2.6. Aspectos Constructivos	66
5.3. TABLERO DE TRANSFERENCIA DE CONTROL AUTOMATICO	68
5.3.1. Generalidades	68
5.3.2. Descripción	69
5.3.3. Funcionamiento Automático	69
5.3.4. Funcionamiento Manual	69
5.3.5. Funcionamiento de Arranque	70
5.3.6. Protecciones	70
5.3.7. Carga de Batería	70

5.3.8. Mando y Controles	70
5.3.9. Transferencias Controladas por PLC	71
5.3.10. Transferencias Controladas por contactores	71
5.3.11. Partes de la Transferencia Automática	73
5.4. CUARTO DE GENERACIÓN	98
5.4.1. Diseño y construcción	98
5.4.2. Puerta de acceso	98
5.4.3. Aislamiento Acústico	98
5.4.4. Ventilación e Iluminación	99
5.4.5. Vibración y Anclaje	99
5.4.6. Puesta a Tierra	99
5.4.7. Sistema de Enlace	100
5.4.8. Respaldo Técnico	100
5.4.9. Impacto Ambiental	101
5.5. INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO	102
5.5.1. Verificación de Carga	102
5.5.2. Recomendaciones Técnicas	103

## CAPITULO II

6. Hipótesis	104
6.1. Variables	104
6.1.1. Variable Independiente	104
6.1.2. Variable Dependiente	104
6.1.3. Términos de Relación	104

## CAPITULO III

7. METODOLOGIA	105
7.1. Tipo de Investigación	105
7.2. Diseño de Investigación	105
7.3. Métodos	106
7.4. Técnicas de Recolección de Información	106
7.4.1. Obtención de la Información	106
7.5. Población y Muestra	107
7.5.1. Población	107
7.5.2. Muestra	107
8. Marco Administrativo	107
8.1. Recursos	107

8.2. Recurso Financiero	107
CAPITULO IV	
9. ANALISIS DE RESULTADOS	109
9.1. Resultados Obtenidos	109
10. Comprobación de Hipótesis	117
CAPITULO V	
11. Conclusiones	118
12. Recomendaciones	119
13. Bibliografía	120
ANEXOS	

## **1.INTRODUCCION**

El mundo del siglo XXI en que nos desenvolvemos requiere de la preparación del hombre en el campo científico, técnico y profesional en las diferentes ramas de la ciencia, y de la ingeniería que permitan alcanzar el desarrollo de los pueblos y de esta manera solucionar grandes problemas que nos aquejan y en particular el campo de la Ingeniería Eléctrica.

Uno de los principales problemas que tiene la comunidad de nuestro país es la falta de suministro de energía eléctrica estable y eficaz que la podemos percibir por medio de los apagones que ocasionalmente se producen, y en algunos sectores con mayor frecuencia. Que se acentúan más en las épocas de estiaje por la disminución de los caudales de agua de los ríos que alimentan las represas de generación hidroeléctrica que es nuestra principal fuente de energía.

Ante esta situación es necesario que el trabajo que debemos emprender en un futuro no muy lejano como profesionales, son contribuir con el conocimiento y criterios técnicos adecuado, y conseguir por todos los medios, la elaboración de proyectos de generación eléctrica que permita superar el déficit de energía existente. Cabe indicar que mientras esto ocurre se debe trabajar en un efectivo mantenimiento al sistema existente a fin de aportar al máximo con la energía para lo que fue diseñada. Sin embargo es necesario que las industrias e instituciones que requieran de este servicio pongan en práctica un sistema de generación propia, y así evitar paralizaciones en su producción.

El objetivo del presente trabajo a más de contribuir con un material de enseñanza y guía a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Campus Chone, es evitar interrupciones en sus actividades al alma mater.

Finalmente es de destacar la predisposición de los investigadores para concluir esta investigación que sin duda alguna será acogida con beneplácito por autoridades, catedráticos y estudiantes de nuestra Universidad.

En el capítulo I el marco referencial se trata de un grupo electrógeno que tiene una capacidad de 313 KVA, que esta constituido por un motor a diésel de combustiónintena de cuatro tiempos y por un alternador trifásico, con un tablero de tranferencia que sirve para hacer funcionar el generador en forma automatica.

El capítulo II incluye el planteamiento de la hipótesis, en donde se establecen las dos variables aplicadas que son la variable independiente y la variable dependiente.

El capítulo III se encuentra los tipos de investigación y la metodología aplicada en el tema a investigar, la población y muestra utilizada en el desarrollo, así como las técnicas y los diferentes recursos utilizados para la ejecución de este proyecto

En el capítulo IV se encuentra los resultados y análisis de los datos obtenidos por medio de las encuestas. Y en el Capítulo V se de tallan las conclusiones y recomendaciones

Toda esta investigación realizada servirá de soporte para dar fé de credibilidad del trabajo realizado en la implementación del grupo de electrógeno 313 KVA realizado por nuestra autoría.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1 Contexto.**

**2.1.1 Contexto macro.** En el siglo del desarrollo del conocimiento el crecimiento tecnológico y avances electrónicos, es necesario analizar los sistema de distribución eléctricos y los impactos, tanto económicos como ambientales ocasionados en la generación de energía eléctrica a nivel mundial.

Esto conlleva a dar prioridad y minimizar gastos al momento de utilizar equipos y dispositivos que en cierta forma nos solucionan problema tanto en lo laboral como en protecciones de equipos.

Los países exportadores de dispositivos electrónicos como China, Japón y Estados Unidos, llenan el mundo de dispositivos y equipos electrónicos que solucionan problemas económicos, llenando el mercado mundial de grupos electrognos que facilitan la realización de labores en la industria e instituciones.

**2.1.2. Contexto meso.-** En los actuales momentos nuestro país atraviesa una etapa de transición eléctrica, con la creación de nuevas centrales de distintas formas sean estas hidráulicas, eólica, solares que solucionaran cualquier eventualidad o crisis que se presente por falta de distribución a medida que la población crece.

Pero si no existe una utilización adecuada de estos recursos se producirán gastos innecesarios a los ministerios competentes. Para esto se debería exigir a las distintas empresas suministradoras de energía eléctrica de emergencia, un análisis pormenorizado de los proyectos que prestaran servicio a instituciones e industria, a fin de aportar al desarrollo y crecimiento de nuestro país.

**2.1.3. Contexto Micro.**– En Chone los profesionales que egresan de la Universidad Laica Eloy Alfaro Campus CHONE, proveen en sus trabajos de tesis gran parte de investigación y conocimiento a fin de dar solución a problemas que podrían presentarse dentro de la institución.

Con nuestro trabajo de investigación se trata de dar soluciones a los problemas ocasionados por desperfectos en los sistemas eléctricos sean estos de carácter físico y/o tecnológico, que producen generalmente cortes e interrupciones de energía que detienen el desarrollo de las actividades administrativas y académicas.

## **2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.-**

¿De qué manera incide el análisis e implementación de un grupo electrogeno de 313 KVA con tablero de transferencia automática en el desarrollo de las actividades de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí campus Chone?

## **2.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.**

**2.3.1 Campo:** INGENIERIA

**2.3.2. Área:** Generación Eléctrica

**2.3.3.Aspecto:** Análisis e implementación de grupo eléctrico

**2.3.4.Delimitación temporal:** febrero 2012 – junio 2013

**2.3.5.Delimitación espacial:** Sistema Eléctrico de la Campus. CHONE

## **2.4. Interrogantes de la Investigación:**

¿El sistema de distribución eléctrica externa e interna de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí campus Chone, es adecuado para el desarrollo Pedagógico?

¿Los conductores de enlaces eléctricos utilizados en los distintos centros de cargas son los adecuados?

¿Las caídas de voltaje interrumpen la labor pedagógica y administrativa de la la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí campus Chone?

¿E l funcionamiento del grupo electrógeno es el correcto?

¿Hacer la debida entrega del generador?

### **3.JUSTIFICACIÓN**

El avance de la ciencia y tecnología, desarrolla en el hombre la necesidad de ampliar sus conocimientos intelectuales; por esto, los centros de estudios superiores se proyectan a satisfacer las necesidades de sus educando con talleres y laboratorios propios a fin de desarrollar las actividades pedagógicas con elevados estándares de calidad académica.

La constitución del 2008, obliga a las universidades del Ecuador que se administren con políticas acordes al desarrollo de ciencia y tecnología; para en corto plazo alcanzar los estándares de la calidad que exige un mundo competitivo, del siglo XXI Con la vigencia de la ley de educación superior la universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, está adecuando su malla curricular a las nuevas políticas de la CEAACES; para ello ha dispuesto que las diferentes Facultades y Escuelas, ejecutar proyectos investigativos de implementación con sus estudiantes previo a la obtención del título de tercer nivel.

El crecimiento de la población estudiantil que la universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Campus Chone, ha experimentado; conlleva a que sus autoridades implementen sus áreas físicas y pedagógicas, esto ha originado que la cantidad y calidad de fluido eléctrico suministrado sea insuficiente, debido a que sus centros de transformación eléctrica trabajan a su máxima capacidad, creando caídas de voltajes originadas en su mayoría por los tipos de cargas eléctricas instaladas.

Se justifica esta investigación porque brindará a la institución la oportunidad de optimizar la calidad de energía eléctrica, ya que se analizará cada uno de los enlaces

eléctricos existentes, evitando así interrupciones tanto en el área administrativa como sus labores académicas producidas por interrupciones eléctricas.

Es oportuna la investigación ya que permitirá reorientar las distribuciones de las cargas para que exista un suministro de energía confiable en aulas y laboratorios por cuanto docentes y estudiantes hacen uso de la tecnología de punta permanentemente.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo General.**

Implementar un grupo electrogeno de 313 KVA para suministrar energia electrica y lograr el desarrollo de las actividades administrativas, académicas en forma permanente y continua en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí campus Chone.

### **4.2. Objetivos Específicos.**

- Recopilar datos e información de las cargas eléctricas instaladas en la Universidad Laica Eloy Alfaro Campus. CHONE.
- Diseñar el ambiente físico para el montaje del grupo electrógeno a utilizar en la Universidad Laica Eloy Alfaro Campus. CHONE.
- Ensamblar un tablero de transferencia automática para su utilización.
- Efectuar pruebas de funcionamiento del grupo electrógeno con su transferencia automática mediante parámetros técnicos con instrumentos de medida de calidad.
- Entregar a las autoridades y comunidad del Campus Chone, el equipo de generación de energía de reserva.

## **CAPITULO I**

### **5. MARCO TEÓRICO**

#### **5.1. Sistema Del Motor a Diésel**

##### **5.1.1. Aspectos Generales:**

En este trabajo se ha pretendido resumir la arquitectura que adopta el motor Diésel y la de los sistemas que lo componen.

Antes de introducirme en las explicaciones de los diversos funcionamientos de los sistemas, el cómo están formados y el lugar en el que se instalan, he formado un capítulo en el que narro la historia del motor Diésel, mezclando datos importantes en su historia con otros que adquieren el carácter de anécdotas, pero que en conjunto sirven, y es lo que pretendo que se vea, para comprender la evolución sufrida por este tipo de motor, que va más allá de la técnica.

En sus principios, estos motores parecían abocados a los vehículos agrícolas y de tamaño grande o transporte pesado, no a una difusión como la que ha alcanzado en nuestros días, ya que hasta no hace mucho no eran motores que calaran en el público de buena manera, y es ahí donde está el mérito de este motor y el de los que lo han desarrollado, ya que han sabido conjugar los avances que la tecnología les ha permitido con un lavado de cara público, para presentar al motor Diésel como una alternativa tan válida como otra cualquiera para equipar a un vehículo automóvil.

### **5.1.2. La evolución del motor Diésel.**

La historia de este motor comienza en el año 1.897, cuando Rudolf Diésel crea el primer motor de combustión funcional, siendo otorgado el apellido del creador al motor como reconocimiento.

Dicho motor nunca fue adaptado por los vehículos de la época, ya que requería para la inyección del combustible de un compresor de aire muy voluminoso, lo que impedía su instalación sobre el vehículo.

Es en los años 20 cuando dicho problema es resuelto por Robert Bosch, que perfeccionó la bomba de inyección, permitiendo el uso del motor Diésel en diversos vehículos, sobre todo en los de uso industrial o de transporte medio-pesado.

En la década de los años 30, comienza a ser aplicado con fines militares, sobre todo en los carros de combate alemanes, siendo Maybach la firma que más motorizaciones desarrolló y que más éxito tuvo. Incluso el Dr. Ferdinand Porsche diseñó un motor Diésel V12 con compresor capaz de desarrollar más de 400cv, destinado al tanque Mammuth, un ingenio de 120 toneladas de peso y que afortunadamente nunca pasó de la fase de prototipo.

Tras la guerra, la evolución sufrida por el motor Diésel se aplicó sobre todo a los vehículos pesados, agrícolas y a los trenes, ya que los turismos dotados con este motor difícilmente tenían éxito.

---

<sup>1</sup> GUTIERREZ Torres R. Col. El motor de combustión interna y su impacto ambiental

En la década de los 70, se produce una primera revolución en estas motorizaciones, que ven su tamaño y su peso reducidos, por lo que se pueden instalar en vehículos ligeros y turismos, siendo los motores Perkins y los desarrollados por Volkswagen los más usados. Es en esta época cuando el Volkswagen Golf Diésel hace historia al colocarse en los puestos de cabeza en ventas de su segmento.

En esta época hace acto de presencia el Mercedes Benz C 111, un vehículo que en su variante Diésel en vez de usar un motor de pistones alternativos usa un motor Wankel trirotor, lo que le permite unas prestaciones de escándalo para un Diésel de la época y actual, como son un 0-100 km/h en 5 segundos y una velocidad punta de 260 km/h. Dicho vehículo se convirtió en uno de los principales caza records de la época. Sin embargo, problemas de desarrollo y consumo hicieron abandonar el proyecto.

En la década de los 80 del siglo XX los vehículos Diésel comienzan a gozar de mayor popularidad entre el público, ya que comienzan a emplearse con mayor frecuencia los turbocompresores, que dotan a estos motores de mejores prestaciones y cualidades termodinámicas.

En estos años aparecen los primeros motores con gestión electrónica, desarrollada principalmente por Bosch y que mejoran las propiedades de estas mecánicas.

Es en la década de los 90 del siglo XX cuando se produce el boom de los motores Diésel, favorecido por las mecánicas de origen PSA pero sobre todo por los motores TDI del grupo Volkswagen, dotados del sistema bomba-inyector, que permiten unas prestaciones más que dignas a los vehículos que las equipan con unos consumos muy ajustados.

También se introducen los primeros motores con sistemas de inyección directa de combustible, mediante una rampa o rail que suministra combustible a los inyectores, los comúnmente llamados common rail.

Actualmente se está produciendo una tercera revolución en los motores Diésel de la mano del grupo Fiat y su tecnología Multijet. Dicho motor es tiene 4 cilindros que equipa un sistema common rail de segunda generación, que alcanza presiones entorno a los 1.400 bares, un turbo compresor de geometría fija e intercooler y culata de 16 válvulas.

En este motor los inyectores pueden actuar con diferentes intensidades, entre tres y cinco veces, todo ello de manera flexible y controlada. Cuentan con cinco orificios de 0,12 mm de diámetro.

La entrada de combustible en el cilindro se produce con varias inyecciones pequeñas, por lo que quemando una misma cantidad de combustible se consigue una combustión más gradual y completa.

En el Multijet de 1.300 cc se consiguen 70 cv y un par de 18,36 kgm, sin que el consumo declarado exceda los 4,5 litros a los 100 km.

El nivel de emisión de gases se sitúa en 0,018 gramos por kilómetro, por lo que se sitúa por debajo de lo exigido por la norma Euro 4, que entrará en vigor en 2.006.

Su duración estimada es de 250.000 km, periodo en el que no requerirá más mantenimiento que los cambios de aceite a los 30.000 km.

Para conseguir un peso de solo 130 kg, no se han eliminado componentes o aligerado, sino que se han miniaturizado, lo que hace pensar en este motor como un “bonsái” mecánico.

Además de este motor están apareciendo nuevos sistemas para sacar más rendimiento de los motores Diésel, como el sistema desarrollado por OPC, filial deportiva de Opel, que consiste en un sistema bi-turbo acoplado al motor 1.9 de inyección directa.

Dicho sistema ha visto la luz en un prototipo de Vectra firmado por OPC, en el que el motor declara 212 cv y el consumo se mantiene en los 6 litros a los 100 km de origen, consiguiendo además unas prestaciones impresionantes, a la altura de deportivos consagrados, de hecho su velocidad máxima está limitada electrónicamente a 250 Km/h.

En el futuro los avances tecnológicos darán un mayor rendimiento a estos motores, con unos consumos iguales o inferiores a los actuales, y no solo por el desarrollo de las mecánicas, sino también por el de los combustibles, de los que ya hay nuevos tipos, desarrollados por Repsol y BP, que limpian el sistema de inyección, ahorran combustible, mejoran las prestaciones con menos emisiones contaminantes y no provocan espuma en el llenado del depósito.

Desde el año 2.000 los motores Diésel también han entrado de manera oficial en las competiciones, con un campeonato paralelo al europeo de turismos, y que no hace más que reafirmar el avance sufrido por el motor Diésel en su historia.

2

---

<sup>2</sup> GUTIERREZ Torres R. Col. El motor de combustión interna y su impacto ambiental.

### **5.1.3. Sistema de Combustión en los Motores a Diésel-**

El motor Diésel funciona por el principio del autoencendido o autoignición, en el que la mezcla aire-combustible arde por la gran temperatura alcanzada en la cámara de compresión, por lo que no es necesaria la chispa como en los motores de explosión. A continuación se explica el proceso.

En cuanto el combustible frío contacta con el aire que se encuentra a gran temperatura, comienza a elevarse su temperatura, formándose vapor alrededor de cada una de las gotas. El aire circundante se enfría y toma calor de la masa de aire comprimido, transmitiéndolo nuevamente a la gota de combustible que vuelve a calentarse hasta alcanzar su temperatura de inflamación. Cuando esto ocurre, comienza la combustión y el calor producido se pasa a toda la masa de aire y combustible restante, produciéndose su inflamación. El tiempo que transcurre entre la entrada de las primeras gotas y el inicio de la combustión se llama retardo a la inflamación, el cual representa el tiempo de giro del cigüeñal que transcurre entre el comienzo de la inyección y la inflamación del combustible.

Durante este periodo se está inyectando combustible de forma continua.

Este fenómeno produce un picado particular, parecido a la detonación en los motores de gasolina, que aumenta a medida que lo hace el retardo a la inflamación.

Para reducir este fenómeno es necesario que la combustión se inicie con el menor intervalo de tiempo respecto a la inyección, por lo que se usa un combustible con un alto grado de cetano así como una buena pulverización del mismo, con relaciones de compresión elevadas y cámaras de alta turbulencia.

Existen dos tipos de cámaras: de inyección directa e inyección indirecta.

### **a). Cámaras de inyección directa.**

La inyección se realiza directamente en el cilindro, con alojamientos especiales en la cabeza del pistón que varían en su forma, para actuar como cámara de turbulencia y ayudar a la vaporización del combustible. La más usual es la de forma toroidal, que es una cavidad circular normalmente simétrica en el centro de la cabeza del pistón, con un pequeño cono en centro y apuntando hacia arriba.

Cualquiera que sea el tipo de cavidad, debe estar adaptada al inyector presente, que se monta en posición vertical o ligeramente inclinada sobre la culata, formando un ángulo preciso.

Dicho inyector contará con varios orificios de vertido del combustible, estando adaptado también al diseño de la cámara de combustión.

Dado que el grado de turbulencia es bajo, las relaciones de compresión son muy elevadas, del orden de 15:1 a 20:1, con lo que se consiguen grandes presiones y temperaturas y que hacen necesaria también una gran presión de la inyección.

Es un motor con poca pérdida de calor a través de las paredes, con lo que los arranques en frío se ven mejorados.

### **b). Cámaras de inyección indirecta.**

En esta disposición la combustión se desarrolla en dos cámaras, una de ellas la de turbulencia que normalmente es esférica, y que desemboca en la principal, que está constituida por el espacio comprendido entre el pistón y la culata.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> LUKANIN, V.N. Motores de Combustión  
[www.Monografías.com](http://www.Monografías.com).

La cámara de turbulencia representa los dos tercios del volumen total de la cámara de combustión. En estas cámaras la presión de inyección es menos elevada, ya que la turbulencia creada en la pre cámara ayuda a la pulverización del combustible.

Esto se traduce en un funcionamiento del motor más suave y con menos sufrimiento para los distintos órganos que lo forman, ya que el paso de la combustión de una cámara a otra hace que la fuerza sobre el pistón se aplique de una forma más progresiva.

Dadas las elevadas compresiones que se alcanzan en estos motores y el gran calor que desarrollan, los componentes que los forman están más reforzados y son más pesados que sus equivalentes de un motor de gasolina, por lo que estos motores son menos revolucionados, pero con una mayor disponibilidad de par motor a pocas revoluciones. Sus sistemas de refrigeración están más estudiados y cuidados que otros motores.

#### **5.1.4. Sistema de Alimentación en los Motores a Diésel.**

Es el encargado de suministrar el combustible necesario para el funcionamiento del motor, pudiéndose diferenciar dos apartados fundamentales:

- a). Circuito de alta presión, encargado de impulsar el combustible a una presión determinada para ser introducido en las cámaras de combustión.
- b). Circuito de baja presión, encargado de enviar el combustible desde el depósito en que se encuentra almacenado a la bomba de inyección.

El circuito quedaría formado así:

- Depósito de combustible.

- Bomba de alimentación.
- Filtro.
- Bomba de inyección.
- Inyectores.

Este sería el funcionamiento de dicho circuito:

La bomba de aspiración succiona combustible del depósito a través de una rejilla filtrante, que se encuentra en el extremo del tubo de aspiración. Este combustible llega a través de un primer filtro que elimina las impurezas más gruesas que lleva en suspensión el gasóleo. Después la bomba lo mandaría al filtro del combustible y de ahí pasaría a la bomba de inyección, que lo mandaría a los inyectores.

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

Esta bomba suele contar con una pequeña bomba manual de cebado, que usa el mismo circuito y que sirve para purgar y llenar las canalizaciones de combustible. Si la bomba de inyección es de elementos en línea, la bomba de alimentación normalmente irá acoplada a ella, recibiendo el movimiento del árbol de levas de la propia bomba de inyección.

En este caso la bomba normalmente sería del tipo de pistón con muelle antagonista y rodillo, alojados en un cilindro. También contaría con válvulas de entrada y salida del combustible. Si la bomba de inyección fuese rotativa ya incorporaría su propia bomba de alimentación.

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

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

En el circuito de alta presión, los tubos entre la bomba de inyección y los inyectores se fabrican siempre de acero, a causa de las altas presiones que alcanza el combustible durante el funcionamiento del motor.

Para asegurar el ajuste correcto de cada cilindro y una capacidad de inyección uniforme para todos ellos, los tubos deben tener la misma longitud entre sí, ya que el cambio de longitud altera el punto de inyección de un cilindro respecto a los demás.

El filtrado del combustible.

El petróleo bruto contiene una gran cantidad de impurezas que no se eliminan por completo en el proceso de destilación. Dichas impurezas suelen estar constituidas principalmente por azufre, asfaltos y silicatos, que se presentan en forma de partículas muy duras y cuya densidad les permite mantenerse en el líquido durante cierto tiempo.

Por otra parte, y debido al uso y al paso del tiempo, el depósito de combustible puede almacenar polvo, arenas o partículas metálicas.

Por ello es esencial eliminar dichas suciedades, ya que al pasar por los diversos órganos del sistema de inyección producen una acción de esmerilado que acelera sobremanera el desgaste, con lo cual dichos componentes quedan inutilizados.

He aquí la necesidad de una escrupulosa limpieza del combustible hasta conseguir separar todas las impurezas que lleva consigo, al menos las que sean superiores a una milésima de milímetro.

Los encargados de cumplir esta misión son los filtros de combustible, que se emplazan entre la bomba de alimentación y la de inyección.

El elemento filtrante suele estar constituido por una especie de cartucho de papel poroso de celulosa especial o fieltro, impregnado de una sustancia que normalmente suele ser resina fenólica, que tiene la propiedad de absorber el agua que pueda contener el combustible, procedente de la condensación, que puede atacar a las superficies metálicas del sistema de inyección, oxidándolas y deteriorándolas.

Dada la gran importancia que tiene el sistema de filtrado en un motor Diésel, se hace necesaria la reposición de los cartuchos filtrantes periódicamente, cada 15.000 km aproximadamente.

La disposición del filtro es la siguiente:

El cartucho filtrante se fija a la cabeza del filtro por medio de un tornillo pasante, que se rosca en la cubeta. Este cartucho queda acoplado por la parte superior e inferior por sendos anillos de caucho.

El combustible circula desde la boca de entrada, a través de la materia filtrante, hasta el fondo de la cubeta, desde la cual sube por el conducto central para salir por el conducto superior hacia la salida.

En la cubeta hay un tornillo de vaciado para su limpieza de las impurezas depositadas.

Algunos filtros disponen en su cubeta inferior de un sensor capaz de detectar el agua contenida en ella, que ha sido retenida por la materia filtrante.

Dicho sensor es de tipo de sonda capacitiva, que dispone de dos puntos o electrodos separados y conectados a través de un circuito electrónico a una lámpara de control.

Ya que el agua tiene una densidad mayor que el gasóleo, cuando se acumula lo hace en el fondo, porque al detectar los electrodos el cambio de densidad se enciende la lámpara de control.

El gasóleo utilizado en los motores de automatización tiene un alto contenido de ceras que pueden cristalizar cuando la temperatura ambiente desciende de - 40°C aproximadamente. Dichos cristales obstruyen los conductos de paso del combustible del circuito de alimentación, provocando fallos en el funcionamiento del motor e incluso la imposibilidad de arrancar al mismo.

Esto hace que existan aditivos que se añaden al combustible en invierno, para evitar estos depósitos de cera, aunque a temperaturas extremadamente bajas no pueda evitarse la acumulación de pequeños tapones de cera (parafinado).

Por esta razón algunos filtros están dotados de un sistema de caldeo consistente en una resistencia eléctrica que rodea el cartucho filtrante o una placa sumergida en el propio filtro y que calienta el combustible cuando pasa.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> JOSEPH Heitener Mecánica Automotriz Edición 2000  
[www.Monografias.com](http://www.Monografias.com).

### **5.1.5. Sistema de Inyección.**

Para realizar la combustión es necesario inyectar una determinada cantidad de combustible finamente pulverizado en la cámara de combustión, en la cual se encuentra el aire comprimido y caliente. Dicha misión está encomendada a los inyectores, que reciben el combustible de la bomba de inyección.

El combustible debe ser inyectado en la cámara de combustión en forma bien definida, pues el correcto funcionamiento de un motor Diésel depende en gran parte de una inyección correcta. Las condiciones esenciales son:

- Suministrar a cada cilindro y en cada ciclo la cantidad de combustible justa, adecuándola a las condiciones de marcha del motor.
- Iniciar la inyección en el momento preciso, de forma que la combustión se realice de forma correcta y por completo, variando el punto de inyección a medida que el régimen de giro del motor y las condiciones de carga varían
- Pulverizar el combustible, de forma que se reparta en minúsculas gotas para facilitar su inflamación.
- Dar a esas gotas la suficiente capacidad de penetración en la cámara donde se encuentra el aire comprimido.
- Difundir de manera uniforme las partículas de combustible en el aire de la cámara de combustión.

Los elementos encargados de cumplir estas necesidades son la bomba de inyección, que se encarga de dar combustible a cada inyector en el momento oportuno y a la presión requerida, en una cantidad determinada para cada condición de

funcionamiento del motor, y los inyectores, que pulverizan el combustible en el interior de las cámaras de combustión de forma uniforme sobre el aire comprimido que las llena.

Los tipos de bomba de inyección empleados en el mundo del automóvil se dividen en dos grupos:

- Bombas de elementos en línea.
- Bombas rotativas.

#### **Bomba de inyección de elementos en línea.**

En esta bomba se dispone un elemento de bombeo para cada cilindro, de carrera total constante y de carrera de trabajo variable.

Los elementos de esta bomba se alojan en una carcasa y reciben movimiento del árbol de levas de la propia bomba, a través de un impulsor de rodillo.

Dicho árbol de levas gira a la mitad de vueltas que el cigüeñal, para que se produzca una inyección por cilindro cada dos vueltas del cigüeñal. Cada una de las levas acciona un taqué, que gracias a un rodillo se aplica contra la leva, obligado por un muelle. El empujador a su vez acciona el émbolo en el interior del cilindro, que recibe el gasóleo a través de varias canalizaciones.

Ahora se procederá a explicar cada una de sus partes:

a). Elemento de bombeo: está constituido por un pistón y un cilindro. Cada cilindro está comunicado con la tubería de admisión por medio de unas lumbreras y con el de salida por medio de una válvula, que es mantenida por un muelle tarado.

En su parte superior, el pistón tiene un rebaje que comunica con la cara superior por medio de una rampa helicoidal y una ranura.

El comienzo de la inyección se produce siempre para la misma posición del pistón, pues a medida que va subiendo la presión crece en el interior del cilindro. Cuando esta presión excede la fuerza que hace el muelle, se abre la válvula de retención y el combustible pasa al circuito de inyección.

Mientras el combustible no salga por el inyector, la presión irá subiendo en toda la canalización a medida que el pistón suba, y llegado el momento en que se produzca la apertura del inyector la presión en el interior del cilindro caerá bruscamente, cesando el suministro de combustible.

Con esto se deduce que la cantidad de gasóleo inyectado depende de la carrera del pistón, por lo que modificando dicha carrera se varía la cantidad de combustible a inyectar.

Para modificarla se usa la cremallera de control que al ser movida en un sentido o en otro varía la carrera del pistón, consiguiendo posiciones de suministro parcial, suministro nulo y suministro máximo.

En algunas bombas de inyección se montan unos elementos llamados de agujero único, los cuales disponen en los cilindros de una sola lumbrera, al mismo tiempo que el émbolo sustituye la ranura vertical por un taladro axial y la rampa helicoidal por una sesgada y recta. De todos modos, el funcionamiento es similar al sistema anterior.

b). Válvula de retención: es la encargada de abrir el paso del combustible que sale del cilindro camino del inyector, al presionar sobre su cara inferior.

Tan pronto como la rampa helicoidal del émbolo descubre la lumbrera de comunicación con la galería de alimentación, desciende la presión en la cámara de impulsión produciéndose el cierre en la válvula de retención.

De esta forma consigue mantener una cierta presión residual en la canalización que va al inyector, mejorando una inyección posterior al ser ésta más rápida.

Para cumplir su cometido debe asegurarse una perfecta estanqueidad entre la válvula de retención y su asiento, disponiéndose para este fin una superficie cónica de apoyo en la válvula, que es presionada con fuerza por la acción del muelle antagonista y la presión reinante en la canalización de impulsión hacia el inyector.

C). Cremallera de control: es la encargada de modificar los tiempos de inyección del combustible. Esta cremallera es movida por el pedal del acelerador a través de una palanca y su desplazamiento modifica la posición de la rampa helicoidal de los pistones.

Para transmitir este movimiento usa un sector dentado en cada elemento, que es actuado por la cremallera. La posición que esta toma por la posición del acelerador puede variar por el mando regulador, como se verá más adelante. Una de ellas es la posición de paro, que corta el suministro de combustible a los inyectores. El recorrido máximo de la cremallera está limitado por un tope ajustable, al que se conoce como tope de emisión de humos y se dispone en la carcasa de la bomba.

d). Árbol de mando: generalmente fabricado en acero al níquel, dispone de tantas levas como cilindros el motor. Dichas levas las tiene labradas.

El resalte de cada una de ellas está mecanizado de tal manera que la secuencia de las inyecciones en los distintos elementos de bombeo se produzca en el orden adecuado.

El árbol de levas se apoya en sus extremos, en dos cojinetes de rodillos o bolas y a él se acoplan el regulador y el variador de avance en el extremo opuesto. A través de este mecanismo recibe movimiento del motor, desde los piñones de la distribución concretamente.

e). Regulador de velocidad: su instalación es necesaria para evitar que el motor sobrepase un nivel máximo de revoluciones, ya que sería peligroso alcanzar ciertos regímenes de giro, sobre todo en los motores Diésel.

En las aplicaciones automovilísticas se emplean los reguladores mecánicos de máxima y de mínima.

La cremallera de control está enlazada a la biela de mando del acelerador por medio de un sistema de palancas, al que se acopla también el mecanismo regulador, emplazado sobre el árbol de mando de la bomba. Este regulador está constituido por unos contrapesos, que debido a la fuerza centrífuga tienden a desplazarse al exterior cuando giran, contra la oposición de los muelles.

Si el motor gira a ralentí, los contrapesos tienden a separarse, venciendo la acción del muelle exterior, que se comprime un poco. Inmediatamente después entran en acción los muelles de máxima, que impiden que las masas continúen separándose, manteniéndose en esta posición hasta que se alcanza la velocidad máxima.

Las pequeñas variaciones hacen que las masas se separen o se junten, variando la carrera de los elementos la cremallera y variando a su vez el caudal inyectado, manteniendo un ralentí estable.

La acción de los muelles de velocidad máxima impide que el giro del motor en ralentí sea excesivo.

Se deduce que el regulador solo actúa con el fin de conseguir un ralentí estable y no sobrepasar un máximo de revoluciones.

f). Variador al avance a la inyección: es un sistema que hace que la bomba comience a inyectar combustible un poco antes del momento indicado, como haría un avance del encendido en los motores de gasolina.

El dispositivo se monta sobre el árbol de mando y actúa adelantando el giro de éste al del motor. Consta de un plato con unos contrapesos que se sujetan al susodicho con unos muelles.

Cuando por la velocidad de giro se produce la separación de las masas, se provoca un desplazamiento angular de la leva de sujeción con respecto al cuerpo del variador. Este desplazamiento está en función directa del régimen de giro del motor y es transmitido al eje de levas de la bomba de inyección, en la cual se produce con esta acción un avance a la inyección.

Al descender la velocidad se vuelven a juntar los contrapesos disminuyendo el avance.

**Bomba de inyección rotativa:** Este tipo de bomba comienza a surgir en los años 60, ya que son más adecuadas para motores de pequeña cilindrada y elevado régimen de giro, como los de los turismos, quedando las bombas lineales relegadas a los motores de aplicación industrial o agrícola, o a motores de vehículos pesados.

Este tipo de bomba presenta las siguientes ventajas respecto a la bomba de elementos en línea convencional:

- Menor peso.
- Caudales inyectados rigurosamente iguales para todos los cilindros.
- Velocidad de rotación elevada.
- Menor precio de costo.
- Menor tamaño.
- Mayor facilidad de acoplamiento al motor.

Estas bombas suelen incluir la bomba de alimentación en su cuerpo.

**Bomba rotativa Bosch:** Dispone de un solo elemento de impulsión para todos los cilindros del motor. Se procede a detallar su estructura:

Sobre el árbol de mando se dispone la bomba de transferencia, que es del tipo de paletas, que en su giro aspira el combustible desde el depósito, para enviarlo a presión hasta el variador de avance y al interior del cuerpo de bomba.

La presión de impulsión está regulada por la válvula que vierte el combustible sobrante al lado de aspiración de la bomba.

Desde el interior del cuerpo de bomba, el combustible pasa al cuerpo de bombeo a través del conducto que desemboca por debajo de la electroválvula. En este cuerpo,

el émbolo somete al combustible a una elevada presión, para hacerlo salir en el momento adecuado hacia el inyector correspondiente, a través de la válvula de retención.

La válvula electromagnética corta la alimentación de combustible hacia el cuerpo de bombeo en la parada del motor.

El movimiento de rotación del émbolo de bombeo se logra por medio de un enlace estriado con el árbol de mando. El desplazamiento del mismo en el interior de la cabeza hidráulica lo proporcionan las levas o salientes del plato, que gira solidario con el eje de mando del émbolo, mientras que los rodillos del plato permanecen quietos.

De esta manera, cada vez que se presenta un saliente al rodillo, es empujado el plato de levas hacia la derecha, contra la acción del muelle, que tiende a aplicarlo contra el rodillo. El acoplamiento estriado permite este deslizamiento.

Con esta transmisión de movimiento, el émbolo se desplaza en el interior de la cabeza hidráulica hacia adelante y hacia atrás, al mismo tiempo que gira en su interior. Con ello se consigue bombear el gasóleo hacia los inyectores, como se verá posteriormente.

El tope de caudal determina el final de la inyección, poniendo en comunicación la cámara de bombeo con el cuerpo de bomba al final del recorrido de compresión del émbolo. Este tope es movido por unas palancas, que son gobernadas por el regulador y la palanca del acelerador.

El regulador centrífugo dispone de unos contrapesos que en función de su desplazamiento por la fuerza centrífuga, determinan la posición del manguito

desplazable, que a su vez posiciona la palanca y, con ella, el tope de caudal, determinando así la duración de la inyección y el caudal inyectado. Este sistema está accionado por un piñón, que engrana con otro que forma parte del árbol de mando de la bomba. El sistema de avance de la inyección es del tipo hidráulico. Dicho avance depende de la presión a la que es enviado el combustible por la bomba de transferencia, que es proporcional al régimen de giro del motor.

En la parte superior de la bomba se encuentra el regulador, que en estas bombas es de tipo centrífugo y que es movido por el piñón del árbol de mando.

El mecanismo regulador actúa por medio de una serie de palancas sobre el tope de regulación, que determina el final de la inyección en el émbolo por medio del vertido del caudal. Este conjunto se cierra con una tapa, en la que se monta la palanca de mando del acelerador y el tornillo tope de caudal.

El árbol de mando se acopla al motor por medio de un chaveteo en el que se monta un piñón que es movido por la correa dentada del sistema de distribución, colocándose la bomba en el bloque motor próxima al sistema. Este acoplamiento se realiza de manera que la bomba gire al mismo régimen que el árbol de levas del motor.

**Bomba rotativa CAV:** En estos modelos de bomba rotativa, el rotor distribuidor está dotado de un elemento de bombeo único, compuesto por dos émbolos de carrera opuesta. Un conjunto de rodillo-zapata, movido por el relieve interior de un anillo de levas fijo acciona los émbolos.

El volumen de combustible adecuado a las condiciones de marcha del motor es distribuido a cada uno de los inyectores en el orden preciso y en el instante

deseado, por medio de un sistema de orificios taladrados en el rotor y el cabezal hidráulico, dosificado con exactitud a su llegada al dispositivo de bombeo.

La bomba está dotada de un regulador mecánico centrífugo y un variador del inicio de la inyección, que actúan del modo ya conocido en los otros tipos de bomba rotativa.

En la bomba CAV, el elemento de bombeo está situado dentro de un orificio transversal, en un eje rotativo central que actúa como distribuidor y que gira dentro de la cabeza hidráulica.

Los émbolos son accionados por lóbulos situados en el interior de la corona de levas.

La implantación en el motor y el sistema por el que recibe el movimiento del motor es igual al de las bombas rotativas Bosch.

En estas bombas se suele utilizar un regulador de tipo mecánico, accionado por la fuerza centrífuga, que actúa sobre la válvula dosificadora para ajustar con precisión el caudal inyectado.

La fuerza centrífuga actúa sobre los contrapesos, de forma que se separen y desplacen la palanca de control, que es la que actúa sobre la válvula dosificadora para modificar el caudal de gasóleo inyectado.

El sistema que varía el avance de la inyección es igual al empleado en las bombas rotativas Bosch.

Además de estos sistemas, las bombas CAV disponen de otros mecanismos correctores capaces de adecuar convenientemente los caudales de inyección a las

distintas fases de funcionamiento del motor Diésel. Entre ellos destacan el sistema de sobrecarga y el de avance con carga ligera.

El primero permite aumentar de forma considerable el caudal en bajas revoluciones del motor, de forma que los arranques en frío se ven mejorados. Esto se consigue aumentando el desplazamiento máximo de los elementos de bombeo mediante el llamado carro de sobrecarga.

El dispositivo de avance con carga ligera tiene por finalidad adecuar el avance a la inyección a las peculiares condiciones de funcionamiento del motor con cargas ligeras y regímenes medios. Este dispositivo está integrado en el sistema convencional de avance y es gobernado por una válvula emplazada en el cabezal hidráulico y activada por la palanca del acelerador, de manera que en las posiciones de ésta para ralentí o carga ligera, permite el paso de la presión de transferencia hacia el dispositivo de avance, activándolo ligeramente para adecuarlo de forma conveniente a estas condiciones de funcionamiento del motor.

**Los inyectores:** Para lograr una buena combustión, es necesario que el combustible sea inyectado en el interior del cilindro muy finamente pulverizado, con el objetivo de lograr una mejor y más rápida combustión.

El inyector es el elemento que cumple los requisitos necesarios para conseguir la pulverización del combustible en la medida idónea y distribuirlo uniformemente *por la cámara de combustión. Es por eso que sus características dependen del tipo de cámara en que esté montado.*

El inyector, cualquiera que sea su tipo, se fija a la cámara de combustión por medio del porta inyector, que está formado por un cuerpo al que se acopla el inyector en sí, o como también se le llama, tobera. Éste último lo compone el cuerpo y la aguja.

Una tuerca es la realizada de fijar la unión.

En el interior del cuerpo se aloja la varilla, aplicada contra la aguja por la acción del muelle, cuya fuerza es regulable por medio del tornillo y la contratuerca.

Su funcionamiento es el siguiente: el combustible llega al porta inyector por una canalización que llega de la bomba, y pasa al inyector a través de un conducto lateral. El sobrante de combustible circula alrededor de la varilla empujadora, lubricándola, para salir por la canalización que lo lleva al depósito de combustible por el circuito de retorno.

En la parte superior del porta inyector se encuentra el sistema de reglaje de la presión de tarado del inyector. Dicha presión puede variarse actuando sobre el tornillo que actúa contra el muelle.

El sistema se encuentra protegido por un tapón.

Debe comprenderse que las superficies de unión del inyector al porta inyector deben tener un mecanizado perfecto, pues si no fuese así se producirían fugas de combustible, lo cual reduciría el caudal inyectado y haciendo que el motor funcione de forma defectuosa.

El inyector en sí está formado por dos partes, aguja y cuerpo. Estas dos piezas están apareadas y presentan un juego de acoplamiento del orden de 2 a 4 micras. El cuerpo lleva un taladro en el que se aloja la aguja, que en su parte inferior está

provista de dos superficies cónicas, de las cuales una apoya en un asiento formado en el cuerpo y la superior, que es la que recibe el empuje del líquido que provoca el levantamiento de la aguja.

Alrededor del cono se forma una cámara, a la que llega el combustible a presión por un conducto procedente de la bomba de inyección. La salida del combustible se realiza por un orificio.

El porta inyector se fija la culata en la cámara de combustión, por medio de una brida, o bien roscado a ella.

En los dos tipos, el inyector acopla en su alojamiento de la culata con interposición de unas juntas de estanqueidad con forma de arandela, de las cuales una se sitúa en la punta de la tobera haciendo asiento en el alojamiento de la culata, y la otra en el porta inyector.

Ambas juntas de estanqueidad deben ser sustituidas cada vez que se desmonte el inyector, ya que de no sustituirse podrían no hacer un acople correcto, por estar deformadas o adaptadas al inyector anterior.

Debido a las diferentes cámaras de combustión utilizadas en los motores Diésel, la forma, fuerza de penetración, y pulverización del chorro de combustible proporcionado por el inyector están adaptados a las condiciones específicas del motor. De esta manera, se distinguen dos tipos esenciales de inyectores:

- De orificios.
- De tetón o espiga.

El de orificios está desarrollado para motores de inyección directa, mientras que el de tetón tiene varias versiones, cada una de las cuales está diseñada para una función concreta, y no funcionará de manera satisfactoria si se emplea en otra aplicación distinta.

Los inyectores de tetón o espiga se utilizan sobre todo en motores de inyección indirecta, es decir, en motores con precámara de inyección. En este tipo de tobera, la aguja está provista en su extremo de un tetón con una forma predeterminada (cilíndrica o cónica), que posibilita la formación de un prechorro, de manera que al comienzo de la abertura se deja un pequeño espacio en forma de anillo que deja salir muy poco combustible, haciendo una especie de efecto estrangulador. A medida que se agranda la abertura, por aumento de la presión de inyección, la sección de paso aumenta, hasta que hacia el final de la carrera de la aguja se inyecta la dosis principal de combustible.

En la actualidad, y gracias al avance de los distintos materiales, algunas piezas de los inyectores son realizadas en material plástico, aunque en zonas donde la presión no sea un peligro para su integridad.

También se siguen fabricando inyectores completamente metálicos.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> [Hptt.www.triumsystems.com/in](http://www.triumsystems.com/in)

### **5.1.6. Sistema de Arranque:**

Dadas las características de funcionamiento de un motor Diésel, en donde el gasóleo inyectado debe inflamarse al contacto con el aire caliente encerrado en la cámara de combustión, se comprende que en condiciones de motor frío el arranque presente ciertas dificultades, pues en estas condiciones una parte importante de la temperatura alcanzada por el aire en la fase de compresión es evacuada por las paredes de la cámara, empeorando las condiciones para obtener una buena combustión. Por este motivo se han desarrollado los dispositivos de ayuda para el arranque, que consisten en disponer unos calentadores o bujías de precalentado en la cámara de combustión, que se hacen funcionar en condiciones de motor frío.

Las bujías de precalentado se atornillan a la cámara de combustión en alojamientos adecuados de la culata y proporcionan calor adicional al aire allí encerrado durante la compresión.

El elemento calefactor se implanta en la punta del calentador y queda posicionado en su montaje en la zona más apropiada de la cámara de combustión, que es junto al inyector.

En algunos motores se implantan los calentadores en el colector de admisión, calentando el aire que se introduce en el cilindro.

Puede haber varios calentadores en un motor, incluso uno solo (que estaría en el colector de admisión), pero la disposición más normal es de uno por cilindro.

Constan de un cuerpo metálico provisto de una rosca, para su acoplamiento a la culata. En el interior del cuerpo se aloja un elemento térmico, en forma de tubo, en cuyo interior se sitúa la resistencia eléctrica de caldeo, a la que se hace llegar la

corriente eléctrica a través de la espiral de conexión, desde el borne de conexión, al que se fija el cable eléctrico por medio de una tuerca. El paso de la corriente eléctrica por la resistencia hace que ésta se ponga incandescente calentando la funda metálica que la rodea, la cual transmite el calor a la cámara de combustión, donde está alojada.

La conexión eléctrica de las bujías de precalentado se realiza a través de una central temporizada, que suministra la energía eléctrica en intervalos bien determinados. Cuando se acciona la llave de contacto, la central permite el paso de corriente hasta los calentadores durante un tiempo aproximado de 30 segundos, antes de efectuarse el arranque, encendiéndose al mismo tiempo la luz testigo en el tablero de instrumentos, que advierte al conductor de que se está realizando el calentamiento previo al arranque. Transcurrido este tiempo, la luz se apaga, indicando al conductor que ya se puede efectuar el arranque.

Posteriormente, ya con el motor en marcha, la central electrónica suministra una corriente pulsatoria a los calentadores, que siguen funcionando todavía a intervalos durante un cierto tiempo, necesario para lograr un rápido calentamiento del motor.

De esta manera se consigue una importante mejora de la combustión del combustible con el motor frío.

Esta segunda fase de funcionamiento se prolonga hasta aproximadamente dos minutos después de haber realizado el arranque del motor.

La caja electrónica de temporización recibe la corriente directamente de la batería, a través de un borne provisto de un fusible, y recibe la señal de activación a través del borne de llegada del motor de arranque.<sup>7</sup>

La temporización que establece esta caja electrónica está determinada por su circuito interno en este caso.

En otras aplicaciones la estrategia de mando de las bujías de precalentado se establece en función de diversos parámetros, como son la temperatura del motor, la temperatura ambiente, las condiciones de carga del motor.

### **5.1.7 Sistema de Control Electrónico de la Inyección a Diésel.**

La inyección electrónica Diésel puede ser dividida en tres bloques: los sensores, la unidad de mando y control y los elementos actuadores.

Los sensores registran las condiciones operativas del motor y transforman diversas magnitudes físicas en señales eléctricas. Un sensor integrado directamente en el porta inyector capta el comienzo de la inyección registrando el movimiento de la aguja, que reproduce el momento de la inyección.

La presión en el colector de admisión es detectada por un sensor manométrico, que envía la correspondiente señal a la unidad de control, al igual que las de los otros sensores.

---

<sup>7</sup> Colección CEAC Electricidad, Motores Eléctricos

El captador de régimen motor y posición es de tipo inductivo, similar al que se dispone en los sistemas de inyección electrónica de gasolina, funcionando de la forma ya conocida.

Para la medida de la masa de aire aspirado se utiliza un caudalímetro, que incorpora una sonda de temperatura cuya señal corrige la del caudalímetro adecuándola en función de la temperatura del aire aspirado.

La temperatura del motor es medida a través de una termistancia emplazada en el bloque motor, en contacto con el líquido de refrigeración.

La posición del pedal del acelerador es detectada por un sensor potenciométrico, que incorpora un interruptor para captar la posición de reposo que sería la que correspondiese al ralentí.

En la bomba de inyección se incorpora una sonda de temperatura del gasóleo y un potenciómetro que detecta el recorrido del tope de regulación de caudal.

Todas las señales de los diferentes sensores son enviadas a la UCE, que es la unidad de control electrónico, estructurada en técnica digital, que contiene varios microprocesadores y unidades de memoria.

En la unidad de control se procesa la información y se calculan las magnitudes de las señales de salida de conformidad con las características almacenadas en la memoria.

Dicha UCE suele estar en el habitáculo de los pasajeros para estar más protegida de los agentes externos.

En ella hay memorizados diferentes campos característicos que actúan en dependencia de diversos parámetros, como la carga del motor, el régimen, la temperatura del motor, caudal de aire...

Los circuitos electrónicos están protegidos contra perturbaciones de la red del vehículo en forma de picos de tensión o interferencias. Cualquier anomalía de funcionamiento detectada queda grabada en la memoria y puede ser leída posteriormente a través del conector de diagnóstico.

En los casos de avería, la UCE establece un funcionamiento en fase degradada del motor que permite circular con el vehículo hasta el taller más próximo.

Desde la UCE se maneja también la caja de precalentado.

Las señales eléctricas de salida de la UCE son transformadas por los distintos actuadores en magnitudes mecánicas.

De los diversos actuadores podemos citar por su importancia la válvula de reciclado de los gases de escape y la válvula reguladora de la presión del turbo, ambas de tipo electromagnético.

En la bomba de inyección se sitúan la válvula de corte de suministro del combustible y los dispositivos electromagnéticos de corrección del avance de la inyección y del caudal de inyección.

Las funciones de regulación de caudal y avance de la inyección pueden ser gobernadas por medios electrónicos, mediante los cuales se optimiza la cantidad de gasóleo inyectada, adaptándola exactamente a las necesidades de la marcha del motor.

La incorporación de estos dispositivos electrónicos a las bombas de inyección de los motores Diésel conlleva una serie de ventajas fundamentales que permiten reducir notablemente los consumos de combustible y los niveles de emisión de gases contaminantes, por cuyas causas se han desarrollado y aplicado masivamente a las bombas de inyección.

El caudal de combustible inyectado influye notablemente sobre el arranque del motor, la potencia y el comportamiento de marcha, así como en la emisión de humos. En la UCE se determina el valor de caudal que debe inyectarse, de acuerdo con los datos memorizados en campos característicos y los valores reales medidos por los distintos sensores. De igual manera se determina el punto de inicio de la inyección.

La precisión del comienzo de la inyección está garantizada por un detector de movimiento de la aguja del inyector que capta el comienzo exacto de la misma directamente en el inyector, enviando su señal a la UCE, que la compara con el inicio de inyección programado en su memoria y genera unos impulsos de control que son enviados al sistema de variador de avance, que corrige el punto de inyección en función de las condiciones de marcha del motor.

### **Bomba rotativa Bosch con gestión electrónica:**

Básicamente es igual a uno del tipo convencional, solo que en este modelo se ha sustituido el grupo regulador mecánico de caudal por un sistema electromecánico que realiza las mismas funciones.

El tope de regulación de caudal es similar a las bombas convencionales y funciona de la misma manera, pero ahora está comandado por una unidad electromagnética

capaz de posicionar el tope de regulación adecuadamente en función de la cantidad de combustible que se vaya a inyectar.

Para la variación del punto de inicio de la inyección se dispone de una electroválvula, que comandada desde el calculador electrónico regula la presión de transferencia del combustible que se aplica al variador de avance, mediante el cual se hace variar la posición del anillo de levas y con ello del avance de la inyección.

Esta electroválvula funciona comandada por impulsos eléctricos, cuya relación tiempo abierta / tiempo cerrada determina el caudal de paso del combustible y con ello la presión aplicada al variador de avance.

La unidad de regulación de caudal la constituyen un electroimán fijo y un imán permanente rotativo unido a un eje que en su extremo inferior forma la rótula excéntrica acoplada al tope de regulación de caudal.

Por tanto, regulando adecuadamente la frecuencia de los impulsos enviados desde la UCE, se consigue posicionar convenientemente el tope de caudal para adecuar el suministro de combustible a las necesidades del motor en cada una de las condiciones de funcionamiento del mismo.

**Bomba rotativa CAV con gestión electrónica:** En las bombas de inyección rotativa CAV, dada la estructura del elemento único de bombeo, los componentes electrónicos de control presentan una configuración y funcionamiento diferentes, aunque ejecutan las mismas funciones.

Para la regulación de caudal se disponen dos electroválvulas controladas por el calculador electrónico y un captador de la posición axial del rotor, cuya señal es enviada al calculador electrónico, de manera que de acuerdo con ella y otras

recibidas de distintos sensores en el motor determina la activación de las electroválvulas de regulación del caudal. El sistema variador de avance está gobernado por otra electroválvula controlada también por el controlador electrónico.

En la misma cámara axial del rotor se ubica el captador de posición del mismo, capaz de detectar la posición de éste y, en consecuencia, el caudal de inyección.

En el variador de avance se dispone otro captador, que en este caso detecta la posición de la leva y, consecuentemente, el avance de la inyección.

En las bombas de inyección CAV se suprime la válvula dosificadora convencional y las funciones de dosificación y bombeo las realiza el propio cabezal hidráulico, para lo cual está constituido por una cabeza hidráulica en la que se aloja el rotor distribuidor, que porta los émbolos de bombeo y las zapatas, las cuales presentan una rampa inclinada, que a su vez se aloja en las rampas del eje de transmisión.

El conjunto queda ensamblado en el anillo de levas de forma que los rodillos sigan el perfil de las levas para producir el movimiento de bombeo de los émbolos de manera similar a las bombas convencionales.

Así pues, la dosificación del caudal de inyección se obtiene por la posición axial del rotor, que permite ajustar la apertura máxima de los émbolos de bombeo, que en todo momento está controlada por las electroválvulas de caudal, las cuales reciben impulsos de control desde la UCE, en función de las condiciones de marcha del motor, detectadas por los diferentes sensores.

La posición axial del rotor es detectada por un captador magnético, que consiste en un núcleo unido al rotor que se ubica en el interior de la bobina, modificando la

inductancia de la misma, a través de la cual varía la señal que es enviada a la unidad de control, que de esta manera reconoce la posición axial del rotor y, en consecuencia, el caudal real de inyección.

De acuerdo con las condiciones de funcionamiento del motor detectadas por los diferentes sensores, la UCE determina el caudal a inyectar y activa las electroválvulas para situar el rotor en la posición axial que corresponda. El captador de posición detecta esta situación y envía a la UCE la debida información, que la compara con la requerida y, según la necesidad, aplica una corrección abriendo una de las electroválvulas de caudal durante un tiempo determinado para obtener el desplazamiento requerido.

En los sistemas de inyección CAV con control electrónico, el dispositivo de avance de la inyección presenta una estructura similar al de las bombas convencionales, con la incorporación de una electroválvula de control.

**Sensores del sistema:** Para adecuar los caudales y el punto de la inyección a las necesidades de la marcha del motor se disponen diferentes sensores en el motor, cuyas señales son enviadas al calculador electrónico, que las procesa para determinar la magnitud de la corriente de mando del regulador de caudal y la electroválvula de avance de la inyección.

Se utilizan generalmente sensores de posición del pedal del acelerador, régimen motor y posición del pistón en el cilindro, presión en el colector de la admisión, temperatura del refrigerante y del aire de la admisión, caudal de aire de admisión y un sensor capaz de detectar el inicio de la inyección, que se ubica en uno de los inyectores.

En la UCE hay memorizados diferentes campos característicos que determinan el avance y el caudal necesarios para cada una de las condiciones de funcionamiento del motor, dependiendo de diversos parámetros como la carga, el régimen, la temperatura del motor y el caudal de aire aspirado.

**Gestión electrónica del motor Diésel:** En los sistemas de inyección Diesel con control electrónico, las condiciones de funcionamiento del motor son registradas por sensores, como se ha mencionado anteriormente, que hacen llegar las correspondientes señales eléctricas a la unidad de control.

Tanto estos medidores como la propia central electrónica forman el sistema de control.

A los captadores mencionados deben añadirse los detectores de posición y sensores incorporados en la propia bomba de inyección y la electroválvula de paro, que también se conectan a la UCE.

A partir de todas estas señales, la UCE activa los diversos actuadores de la bomba de inyección, la caja de precalentado, la electroválvula EGR, el relé de corte del climatizador, la electroválvula de control de la presión de soplado del turbocompresor, si dispone de ella...

La lógica del calculador incluye las funciones de control de la inyección, los contaminantes emitidos, las estrategias de marcha del motor, el anti arranque codificado y la auto diagnosis, memorizando algunas posibles averías.

La cantidad de gasóleo inyectado depende de la UCE. Como magnitudes principales para establecerla se utilizan las señales recibidas del caudalímetro, captador de posición del acelerador y el régimen de giro del motor, pero también otros datos,

como la temperatura del motor, la del aire de admisión, son susceptibles de modificar el volumen inyectado.

Todos estos factores son comunicados al dispositivo de mando, que transforma estos datos en impulsos eléctricos para el gobierno de los diversos actuadores.

Con el fin de optimizar el comportamiento de marcha pueden tenerse en cuenta otros factores a la hora de dosificar el combustible, como el instante de la aceleración, la marcha en retención del motor o el corte de inyección a un determinado régimen máximo.

Las oportunas señales son reconocidas por la unidad de control, que en función de ellas modifica la señal de mando para el actuador de caudal y el de avance de la inyección.

Si por cualquier causa se detectaran anomalías en el funcionamiento deberían revisarse los siguientes elementos, de forma preliminar:

- Circuito de arranque en buen estado: batería, cableado y motor de arranque.
- Circuito de precalentamiento y sus cables en buen estado.
- Fusibles correctos.
- Existencia de combustible.
- Calidad del combustible.
- Aceite motor en buen estado y nivel.
- Tuberías de combustible en buen estado, que no tengan roturas que produzcan fugas ni estén obstruidas.
  
- Inexistencia de tomas de aire.
- Circuito de alimentación de aire estanco.

- Filtro de aire limpio.
- Sistema de escape estanco, sin tomas de aire ni fugas.
- Motor en buen estado mecánico, con una compresión correcta, juego de válvulas, calado de la distribución, punto de la inyección, tarado de inyectores, junta de culata.

Además en todos los casos debe comprobarse que a cada uno de los sensores le llegue la tensión de mando adecuada.

Después se comprobará que las señales emitidas por la unidad de control electrónico sean las adecuadas.

En el caso de las sondas de temperatura, la tensión de salida debe corresponderse con la especificación, y, en cualquier caso, variar en función de la temperatura, lo cual puede ser comprobado a medida que se calienta el motor.

#### **<sup>8</sup>. Sistema bomba-inyector con mando electrónico.**

Las mayores exigencias que imponen cada día las normativas sobre emisiones sonoras y gases de escape en los motores Diésel, hacen necesario el desarrollo de nuevas técnicas. Por lo que se refiere a los sistemas de inyección directa, una de estas soluciones la constituye el sistema de inyección de alta presión por medio de un inyector bomba con mando electrónico, en el que la bomba, el inyector y una válvula electromagnética constituyen una unidad compacta ubicada en la culata del motor y accionada mecánicamente por una leva adicional del árbol de levas y eléctricamente por la unidad de control.

Este sistema es el que emplea el grupo Volkswagen-Audi en sus motores TDI, que tanto éxito les están reportando.

La implantación de este sistema en el motor se basa en la posición del inyector en la culata, de forma que queda posicionado en el centro de la cámara de combustión que forma el pistón.

En este tipo de inyección el inyector está accionado por un balancín que recibe movimiento de forma directa del árbol de levas.

En el cuerpo del inyector se forma la propia cámara de bombeo, a la cual llega el combustible por unos conductos labrados en la culata, desde los que pasa a la zona de alojamiento del inyector saliendo por el conducto de retorno en dirección al depósito.

La estructura de todos los componentes del sistema de mando es especialmente robusta para poder soportar mejor los esfuerzos a los que estarán sometidos en su funcionamiento, debido en gran parte a las grandes presiones de trabajo.

El sistema bomba-inyector presenta frente a los sistemas de inyección convencionales una serie de ventajas, de las cuales destacan:

- Un diseño compacto.
- Una capacidad de alcanzar mayores presiones de trabajo, que en algunos casos alcanzan los 2.000 bares.
- Disponer de una preinyección separada de la inyección principal.
- Una sonoridad de combustión más reducida.
- Emisiones de gases contaminantes más bajas.

Por el contrario, este sistema también presenta algunos inconvenientes, de los cuales los más importantes son:

- Un diseño complejo de la culata.
- Mayor exigencia de trabajo para el árbol de levas.
- Correa dentada sometida a mayores cargas de trabajo.

El esquema de este sistema sería así: el combustible es aspirado del depósito por una bomba de paletas que es arrastrada por el motor, que lo aspira a través de un filtro, impulsándolo a través de otro filtro hacia la canalización de alimentación de los inyectores- bomba, que está labrada en la culata.

El sobrante no inyectado retorna por otra canalización de la culata hacia la bomba de alimentación, o al depósito directamente.

La bomba de alimentación de combustible es del tipo de paletas y generalmente dispone un lado para la impulsión de combustible y el otro se utiliza como bomba de vacío para generar la depresión necesaria para la activación del servofreno y otros dispositivos.

En el interior de la bomba de impulsión del combustible se ubica una válvula limitadora de presión, tarada normalmente a 7 bares, que es, por tanto, la presión de impulsión del gasóleo para alimentar a los inyectores bomba. Dicha válvula limitadora de presión se encuentra inmediatamente después del filtro.

En el circuito de retorno del combustible se dispone otra válvula limitadora de presión, tarada esta vez a 1 bar y un conducto de by - pass que facilita la purga de aire en caso de vaciado del circuito.

También en el circuito de retorno se ubican el sensor de temperatura del combustible y un radiador para enfriarlo, ya que sale caliente de los inyectores, en los cuales llega a alcanzar temperaturas del orden de 150° C, que se deben reducir a menos de 80° C antes de verter el combustible nuevamente en el depósito.

El inyector bomba está dividido en tres secciones fundamentales, como son la electroválvula de mando, el cuerpo de bombeo y la tobera.

El émbolo de bombeo es accionado en cada ciclo por leva y balancín contra la fuerza de un muelle antagonista que tiende a mantenerlo en su posición de reposo.

En la acción de bombeo se impulsa al combustible contenido en la cámara. La tobera es de diseño análogo al de los inyectores convencionales y se abre por presión, inyectando el combustible finamente pulverizado en el cilindro. Generalmente dispone de cuatro a cinco orificios de salida.

La electroválvula está controlada directamente por la central electrónica, que determina las modalidades de inyección en base a la señal de mando.

Actualmente se emplean inyectores-bomba que efectúan la inyección del combustible en dos fases, realizando en primer lugar una preinyección de duración controlada y luego la inyección principal.

En estos inyectores el llenado de la cámara de alta presión se produce cuando el émbolo se mueve hacia arriba por la fuerza del muelle, aumentando el volumen de esta cámara. En estas condiciones, la electroválvula no es alimentada en corriente y se encuentra en posición de reposo, permitiendo el paso de combustible desde el conducto de alimentación hasta la cámara de alta presión.

Cuando en el giro del motor la leva presenta su saliente al balancín, el émbolo comienza su movimiento descendente y el combustible que se encuentra en la cámara de alta presión es empujado al conducto de alimentación en sentido contrario al de entrada.

En un determinado instante, la UCE activa la electroválvula y su aguja apoya en el asiento cortando la salida de combustible hacia el conducto de alimentación. A partir de ese instante aumenta rápidamente la presión en la cámara de impulsión, transmitiéndose a través del conducto lateral hasta la tobera, cuya aguja que da sometida al empuje que tiende a levantarla. Cuando la presión alcanza los 180 bares, se supera la fuerza del muelle de la tobera y comienza la preinyección.

La carrera de levantamiento de la aguja del inyector está limitada en esta fase de inyección por la formación de un colchón hidráulico. Al alcanzar el émbolo amortiguador el estrechamiento realizado en el cuerpo de la tobera, se dificulta enormemente la subida de la aguja y el combustible que está llegando a la tobera no puede ser desalojado con rapidez.

Como consecuencia de esto, la presión aumenta en la cámara de alta presión y se aplica al émbolo de evasión situado por encima del muelle del inyector. Alcanzado un determinado valor de presión, este émbolo se desplaza hacia abajo contra la fuerza del muelle, desalojando un determinado volumen de la cámara de alta presión, que hace decaer de manera repentina la presión en la misma, con lo cual se produce el cierre de la aguja del inyector, finalizando así la preinyección. Seguidamente se produce la inyección principal, pues el émbolo de bombeo sigue su carrera descendente impulsado por el balancín y la correspondiente leva.

Con este desplazamiento se produce nueva mente un aumento de la presión en la cámara de alta presión y, alcanzados los 300 bares, la aguja del inyector vuelve a levantarse contra la fuerza del muelle, ahora pretensado debido al descenso del émbolo de evasión, lo que determina una presión de comienzo de inyección más elevada que la anterior.

La presión continúa en aumento durante esta fase de inyección superando los 2.000 bares, debido a que el émbolo de bombeo impulsa una cantidad de combustible mayor de la que puede salir por los orificios de la tobera.

El final de la inyección se produce cuando la UCE corta la corriente de alimentación de la electroválvula y ésta se abre, en cuyo instante el combustible encerrado en la cámara de alta presión escapa a través de la electroválvula hacia el conducto de la alimentación.

El consiguiente descenso de la presión en la cámara como consecuencia de la fuga determina el cierre de la aguja del inyector y el retorno del émbolo de evasión a su posición de reposo.

Cada una de las electroválvulas de los inyectores-bomba está conectada a la UCE, que dosifica el combustible en función de la posición del pedal del acelerador, el régimen del motor y la masa de aire aspirado. La duración de los impulsos para las electroválvulas determina el caudal de inyección, que puede ser corregido en función de la temperatura del motor y otros parámetros, para lo cual, la UCE recibe información de diversos sensores, cuya constitución y funcionamiento son similares a los empleados en los otros tipos de inyección con control electrónico.

El avance de la inyección se establece fundamentalmente por el régimen de giro del motor, aunque puede ser corregido en función de la temperatura y condiciones de marcha del motor.

La regulación de la velocidad máxima y el régimen de ralentí se comandan desde la unidad de control.

En la fase de arranque en frío, cuando uno de los tres sensores de temperatura registra una temperatura inferior a 10º C, se activa el módulo de precalentamiento, que alimenta a los calentadores durante un tiempo, que depende de las condiciones de funcionamiento del motor, como en otros sistemas de inyección.

Las señales recibidas en la UCE procedentes del interruptor del pedal del embrague y del freno permiten establecer una ligera reducción del caudal de inyección para evitar tirones del motor en la marcha. Una importante característica de los sistemas de inyección con control electrónico de los inyectores-bomba es que permiten una corrección selectiva del caudal por cilindro con la que se logra un funcionamiento más suave del motor en ralentí. La UCE reconoce el rendimiento de cada uno de los cilindros a través de la señal de régimen del motor. Tras cada combustión en cada uno de los cilindros, la UCE registra la aceleración sufrida por el cigüeñal y, si detecta diferencias entre ellas, corrige el caudal de inyección convenientemente para igualar el rendimiento de todos los cilindros.

**Sobrealimentación de un motor Diésel:** En los motores Diésel el sistema más utilizado para realizar su sobrealimentación es el que utiliza un turbocompresor, ya que es un sistema sencillo, fiable y que mejora las cualidades de funcionamiento del motor además de sus prestaciones. Su funcionamiento no difiere al de los usados en los motores de gasolina. En algunos motores se utilizaron compresores

volumétricos, pero fueron desechados por problemas de desarrollo y su mayor complejidad.

El turbo compresor se compone esencialmente por una turbina y un compresor, montados en el mismo eje. La turbina recibe el movimiento de los gases de escape, que se encuentran a elevada temperatura, y que la ponen en rotación. Al mismo tiempo la rueda del compresor comprime el aire que va a ser introducido en la admisión y posteriormente en los cilindros.

La cantidad y la presión del aire que entra son proporcionales a la velocidad de rotación.

El turbocompresor presenta en su funcionamiento grandes ventajas, de entre las cuales destacan:

- Incremento notable de la potencia y el par motor, que puede llegar a un 35% más que el mismo motor en versión atmosférica.
- Son motores generalmente más silenciosos, aunque a veces se percibe un silbido, procedente del turbo, en las aceleraciones.
- Su rendimiento volumétrico es mayor, con lo que las combustiones son más completas, dando como resultado un consumo mucho más bajo a igualdad de potencia.
- La combustión es mucho más eficaz y limpia, con lo que se reducen los gases contaminantes.

En algunos motores, se intercalan intercambiadores de calor entre el turbo y el colector de admisión, con el fin de reducir la temperatura del aire de admisión.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> LANGSDORF manual de ingeniería eléctrica Tomo I Décimo tercera Edición

### **5.1.8. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LOS MOTORES DIÉSEL.**

La temperatura es un parámetro que afecta de manera importante el funcionamiento de los motores de combustión interna modernos. En algunas partes del motor se tienen temperaturas mayores de 1000°C (cámara de combustión), en algunos casos los gases de escape salen a 550°C. En un motor más de la tercera parte de energía que se le suministra a través del combustible se pierde en forma de calor.

Los sistemas de enfriamiento modernos están diseñados para mantener una temperatura homogénea entre (82° y 113°C)

#### **a) Objetivo del sistema de enfriamiento**

Reducir la temperatura dentro de rangos seguros de operación para los diferentes componentes, tanto exteriores como interiores del motor

Disminuir el desgaste de las partes

Reducir el calentamiento de los elementos de la máquina que se mueven unos con respecto a otros

Mantener una temperatura óptima para obtener el mejor desempeño del motor

#### **b) Clasificación de los sistemas de enfriamiento**

Los sistemas de enfriamiento se clasifican generalmente de acuerdo al tipo de elemento utilizado para enfriar el motor. En algunos casos es un líquido y en otros es aire. Ambos elementos presentan características muy particulares. En sistemas que manejan aire como elemento refrigerante, se requieren grandes cantidades de este elemento para enfriar al motor, por lo cual su uso está restringido a motores.

### **c) Partes del sistema de enfriamiento por líquido**

Al sistema de enfriamiento por líquido lo forman:

1. Radiador
2. Tapón de radiador
3. Mangueras
4. Termostato
5. Ventilador
6. Tolla
7. Bomba de agua
8. Poleas y bandas
9. Depósito recuperador (pulmón)
10. Camisas de agua
11. Intercambiador de calor (de aceite para motores a diésel)
12. Bulbo de temperatura

### **d) Circuito del líquido refrigerante en el motor**

Una banda acoplada a la polea del cigüeñal mueve la polea de la bomba de agua, ésta provoca el movimiento del líquido refrigerante del motor hacia el radiador, en él se hace pasar una corriente de aire movida por el ventilador hacia el líquido refrigerante, lo que le permite bajar su temperatura y, a través de unas mangueras, este líquido retorna hacia el motor para volver a iniciar el ciclo.

### **e) Sistema de enfriamiento por aire**

Al sistema de enfriamiento por aire lo forman:

1. Ventilador (algunos mecánicos le llaman turbina)
2. Mangueras
3. Termostato
4. Poleas y bandas
5. Aletas en el cilindro
6. Bulbo de temperatura
7. Radiador de aceite
8. Tolla

Acciones que pueden mejorar su rendimiento de combustible y que involucran al sistema de enfriamiento

1. Revise el tiempo que tarda en llegar a la temperatura normal de operación su motor. Si es mayor de 4 minutos es probable que no funcione el termostato
2. Revise la tensión de la banda que mueve la bomba de agua, si la banda está floja se tendrá sobrecalentamiento en el motor
3. Utilice únicamente el líquido refrigerante que recomienda el fabricante del vehículo.<sup>10</sup>

---

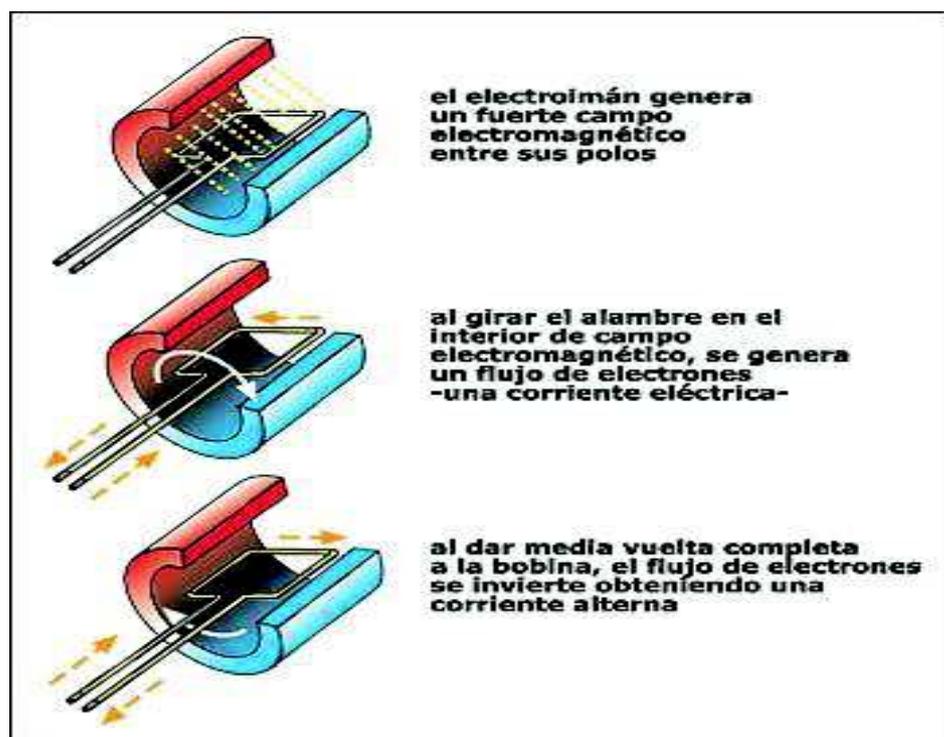
<sup>10</sup> GUTIERREZ Torres R y Col. El motor de combustión interna y su impacto ambiental  
[www.Monografías.com](http://www.Monografías.com)

## 5.2 .ALTERNADORES TRIFÁSICOS

### 5.2.1. GENERALIDADES

Los alternadores denominados trifásicos, en los que la corriente inducida sale del alternador por seis cables o hilos que, al tratarse de corriente alterna, se hacen innecesarias las seis salidas, reduciéndose éstas a tres fases, ya que en este tipo de máquinas las polaridades se alternan al haber mayor número de polos y tratarse de este tipo de energía.

### 2.2. PRINCIPIO DE UN GENERADOR DE CORRIENTE TRIFASICO



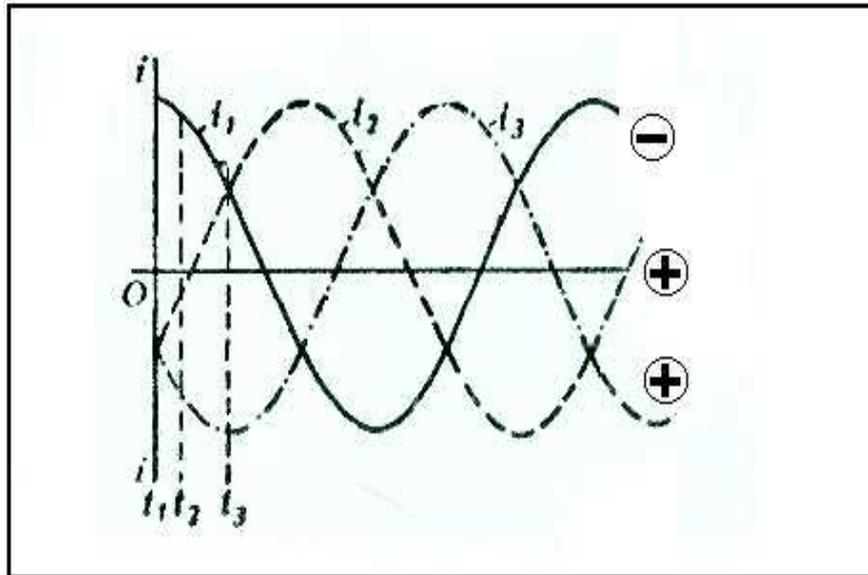
Partimos de la base de que si un conductor eléctrico corta las líneas de fuerza de un campo magnético, se origina en dicho conductor una corriente eléctrica. La

generación de corriente trifásica tiene lugar en los alternadores, en relación con un movimiento giratorio. Según este principio, existen tres arrollamientos iguales independientes entre sí, dispuestos de modo que se encuentran desplazados entre sí  $120^\circ$ . Según el principio, de la inducción, al dar vueltas el motor (imanes polares con devanado de excitación en la parte giratoria) se generan en los arrollamientos tensiones alternas senoidales y respectivamente corrientes alternas, desfasadas también  $120^\circ$  entre sí, por lo cual quedan desfasadas igualmente en cuanto a tiempo. De esa forma tiene lugar un ciclo que se repite constantemente, produciendo la corriente alterna trifásica.

Todos los generadores trifásicos utilizan un campo magnético giratorio. En el dibujo hemos instalado tres electroimanes alrededor de un círculo. Cada uno de los tres imanes está conectado a su propia fase en la red eléctrica trifásica. Como puede ver, cada electroimán produce alternativamente un polo norte y un polo sur hacia el centro.

Las letras están en negro cuando el magnetismo es fuerte, y en gris claro cuando es débil. La fluctuación en el magnetismo corresponde exactamente a la fluctuación en la tensión de cada fase. Cuando una de las fases alcanza su máximo, la corriente en las otras dos está circulando en sentido opuesto y a la mitad de tensión. Dado que la duración de la corriente en cada imán es un tercio de la de un ciclo aislado, el campo magnético dará una vuelta completa por ciclo.

Aunque las tres corrientes son de igual frecuencia e intensidad, la suma de los valores instantáneos de las fuerzas electromotrices de las tres fases, es en cada momento igual a cero, lo mismo que la suma de los valores instantáneos de cada una de las fases, en cada instante, como podemos ver en la siguiente figura



Aquí mostramos las tres fases, ya desfasadas sobre un mismo eje a  $120^\circ$ . La línea negra del grafico representa la corriente de distinta polaridad, es decir, en este caso el negativo de la fase 1, corriente opuesta a las fases 2 y 3 que son por su naturaleza de polaridad positiva.

La principal aplicación para los circuitos trifásicos se encuentra en la distribución de la energía eléctrica por parte de la compañía de luz a la población. Nikola Tesla probó que la mejor manera de producir, transmitir y consumir energía eléctrica era usando circuitos trifásicos, algunas de las razones por las que la energía trifásica es superior a la monofásica son:

- La potencia en KVA (Kilo Volts Ampere) de un motor trifásico es aproximadamente 150% mayor que la de un motor monofásico.

- En un sistema trifásico balanceado los conductores necesitan ser el 75% del tamaño que necesitarían para un sistema monofásico con la misma potencia en
- VA por lo que esto ayuda a disminuir los costos y por lo tanto a justificar el tercer cable requerido.
- La potencia proporcionada por un sistema monofásico cae tres veces por ciclo. La potencia proporcionada por un sistema trifásico nunca cae a cero por lo que la potencia enviada a la carga es siempre la misma.

### **5.2.3. PARTES DE UN ALTERNADOR**

Una máquina eléctrica rotativa está compuesta de los siguientes partes:

Un circuito magnético

Estator. Parte fija.

Rotor. Parte móvil que gira dentro del estator.

Entrehierro. Espacio de aire que separa el estator del rotor y que permite que pueda existir movimiento. Debe ser lo más reducido posible.

Dos circuitos eléctricos, uno en el rotor y otro en el estator.

Arrollamiento o devanado de excitación o inductor. Uno de los devanados, al ser recorrido por una corriente eléctrica produce una fuerza magneto motriz que crea un flujo magnético.

**Inducido.** El otro devanado, en el que se induce una f.e.m. que da lugar a un par motor (si se trata de un motor) o en el que se induce una f.c.e.m. que da lugar a un par resistente (si se trata de un generador).

En el **estator** se alojan tres bobinas, desfasadas entre si  $120^\circ$ . Cada una de las bobinas se conecta a una de las fases de un sistema trifásico y dan lugar a un campo magnético giratorio:



#### **5.2.4. VELOCIDAD DEL CAMPO MAGNÉTICO GIRATORIO.**

En el ejemplo anterior por cada periodo de la red el campo dará una vuelta.

$n_s = 60 f$  Sólo se creaban un par de polos magnéticos.

En general se pueden originar  $p$  pares de polos. Para un devanado con  $p$  pares de polos:

(Velocidad de giro del campo magnético, velocidad de sincronismo en r.p.m.)

**El rotor**, es la parte móvil giratoria que se localiza en el interior del estator. Está hecho a base de placas apiladas y montado sobre el eje del motor. Dispone de unas ranuras donde van colocados los conductores que forman la bobina de inducido que están cerrados sobre sí mismos constituyendo un circuito cerrado. Al ser afectados los conductores por un campo magnético variable se generan en ellos f.e.m. que dan lugar a corrientes eléctricas. Al circular las corrientes eléctricas por unos conductores dentro de un campo magnético, aparecen fuerzas que obligan al rotor a moverse siguiendo al campo magnético.

Desde el punto de vista constructivo se pueden distinguir dos formas típicas de rotor:

**Rotor de jaula de ardilla.** Está constituido por barras de cobre o de aluminio y unidas en sus extremos a dos anillos del mismo material.

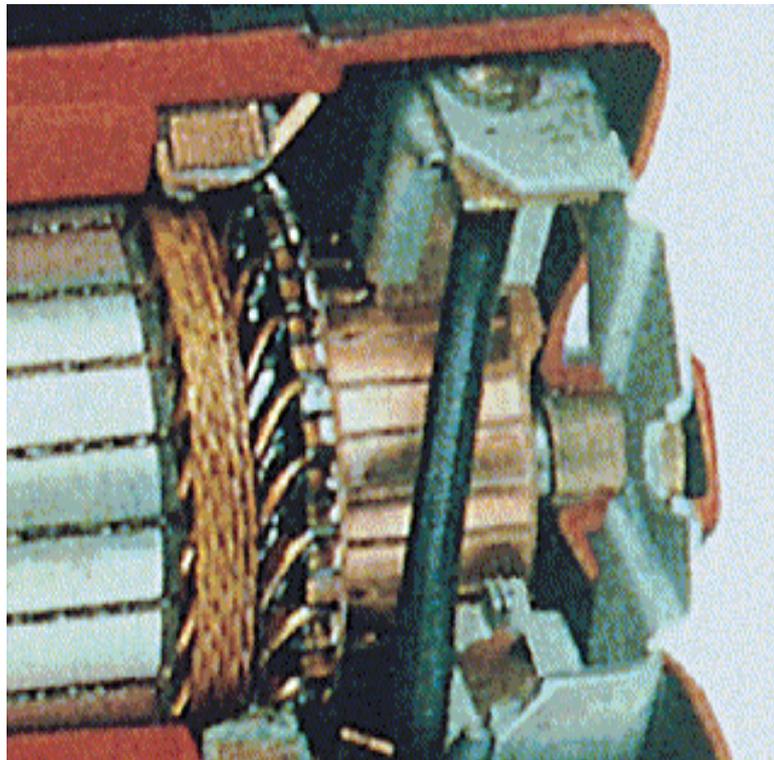
**Rotor bobinado o de anillos rozantes.** El rotor está constituido por tres devanados de hilo de cobre conectados en un punto común. Los extremos pueden estar conectados a tres anillos de cobre que giran solidariamente con el eje (anillos rozantes). Haciendo contacto con estos tres anillos se encuentran unas escobillas que permiten conectar a estos devanados unas resistencias que permiten regular la velocidad de giro del motor. Son más caros y necesitan un mayor mantenimiento.

Un componente clave del generador asíncrono es el rotor de jaula. (Solía llamarse rotor de jaula de ardilla.

Este es el rotor que hace que el generador asíncrono sea diferente del generador síncrono. El rotor consta de un cierto número de barras de cobre o de aluminio, conectadas eléctricamente por anillos de aluminio finales.

En el dibujo del principio de la página puede verse el rotor provisto de un núcleo de "hierro", utilizando un apilamiento de finas láminas de acero aisladas, con agujeros para las barras conductoras de aluminio. El rotor se sitúa en el centro del estator, que en este caso se trata de nuevo de un estator tetrapolar, conectado directamente a las tres fases de la red eléctrica.

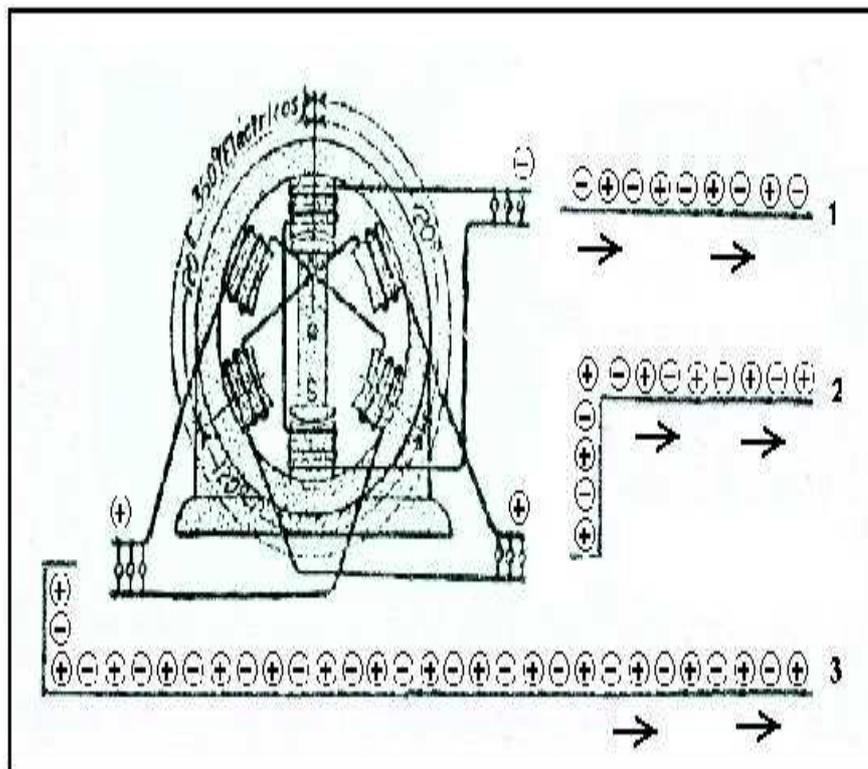
**Escobillas o Carbones.** Las escobillas están fabricadas de carbón prensado y calentado a una temperatura de 1200°C.



Se apoyan rozando contra el colector gracias a la acción de unos resortes, que se incluyen para hacer que la escobilla esté rozando continuamente contra el colector. El material con que están fabricadas las escobillas produce un roce suave equivalente a una lubricación.

**Porta Carbones.** Son elementos que sujetan y canalizan el movimiento de los carbones. Los se deslizan libremente en su caja siendo obligadas a apoyarse sobre el colector por medio de un resorte que carga al carbón con una tensión determinada.

### 5.2.5. CORRIENTE DE SALIDA DE UN ALTERNADOR TRIFÁSICO.



En el siguiente diagrama mostramos la forma de la corriente suministrada por esta clase de máquinas y su equivalencia en los tres cables de salida o en cada una de las fases figura

Como se forman las tres fases ya desfasadas, aquí el periodo de salida de cada vuelta es de más menos o de menos más (+ -) o (- +) aunque los tres cables llevan la doble polaridad, dos lo hace en positivo y uno de los cables lo hace en negativo, por ejemplo el número 1 lo hace en negativo y el 2 y 3 en positivo o el 1 y 2 lo hacen en positivo y el 3 en negativo, de esta forma siempre hay en las tres fases una de distinta polaridad.

El flujo de la corriente alterna, por este motivo esta corriente se define de esta forma, porque el inducido recoge en cada vuelta completa la doble polaridad que posee el inductor.

Cuando gira en sentido contrario la polaridad cambia y los motores funcionan en sentido contrario. Es decir al revés de cómo funcionaban.

En los alternadores los inductores están alimentados por una excitatriz, esta es una corriente adicional producida por una dinamo (corriente continua) para alimentar los electroimanes o polos electromagnéticos que forman el campo magnético del alternador, como éste no tiene imanes lo tiene que hacer con electroimanes que tiene más potencia e intensidad de flujo que los imanes. En estas máquinas la tensión llega a ser muy alta, al ser alterna lleva cada cable la doble polaridad, lo que la convierte en muy peligrosa para su manipulación.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> [Hptt.www.triumsystems.com/in](http://www.triumsystems.com/in)  
Colección CEAC Electricidad Motores Eléctricos

### 5.2.6. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS:

En toda máquina se pueden distinguir tres tipos de materiales:

- Materiales activos:
- Materiales magnéticos de alta permeabilidad, hierro, acero, chapa al silicio,...
- Materiales eléctricos conductores, cobre, aluminio.
- Aislantes, que se encargan de canalizar las corrientes y evitar fugas.

Materiales para la lubricación, ventilación, transmisiones mecánicas

### 5.2.7. TIPOS CONSTRUCTIVOS

La principal diferencia entre los diferentes tipos de generadores síncronos, se encuentra en su sistema de alimentación en continua para la fuente de excitación situada en el rotor.

- **Excitación Independiente:** excitatriz independiente de continua que alimenta el rotor a través de un juego de anillos rozantes y escobillas.
- **Excitatriz principal y excitatriz piloto:** la máquina principal de continua tiene como bobinado de campo otra máquina de excitación independiente, accionada por el mismo eje.
- **Electrónica de potencia:** directamente, desde la salida trifásica del generador, se rectifica la señal mediante un rectificador controlado, y desde el mismo se alimenta directamente en continua el rotor mediante

un juego de contactores (anillos y escobillas). El arranque se efectúa utilizando una fuente auxiliar (batería) hasta conseguir arrancar.

- **Sin escobillas, o diodos giratorios:** la fuente de continua es un rectificador no controlado situado en el mismo rotor (dentro del mismo) alimentado en alterna por un generador situado también en el mismo eje y cuyo bobinado de campo es excitado desde un rectificador controlado que rectifica la señal generada por el giro de unos imanes permanentes situados en el mismo rotor (que constituyen la excitatriz piloto de alterna).
  
- **Excitación estática** o por transformador de companaje, consiste en que el devanado de campo del rotor es alimentado desde una fuente de alimentación a transformador y rectificadores que toma la tensión y corriente de salida del estator. El transformador, de tipo especial, posee dos devanados primarios, llamados de tensión e intensidad, que se conectan en paralelo y en serie a los bornes de salida del estator. El transformador convierte la tensión de salida a una más baja (30V aprox), que se rectifica y aplica al rotor por medio de escobillas y anillos deslizantes. Es un sistema con autorregulación intrínseca, ya que al tener el bobinado serie, al aumentar el consumo sobre el generador, aumenta el flujo del transformador y por lo tanto aumenta la excitación del generador.<sup>12</sup>

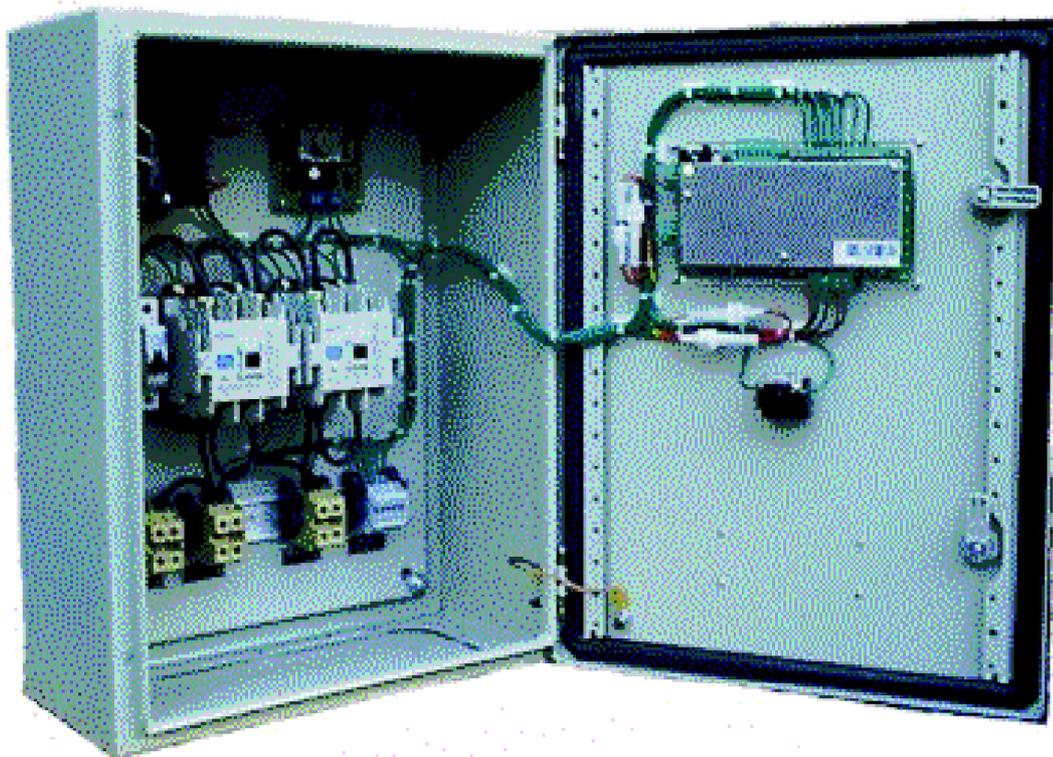
---

<sup>12</sup> JOSEPH Heitener Mecánica automotriz edición 2000

### 5.3. TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA

#### 5.3.1 Generalidades.

Este Tablero sirve para poner en funcionamiento el generador en forma automática, cuando hay un corte del suministro de energía eléctrica, además detiene el funcionamiento del generador cuando la electricidad regresa, todo esto sin necesidad de intervención de personas, el tablero asegura que la energía del generador como la de la red pública jamás se encuentren así asegurando tanto las instalaciones como el grupo electrógeno



### **5.3.2. Descripción.**

El módulo ST-2000 es un sistema electrónico de control de altas prestaciones para Grupos Electrógenos Diésel o bencineros: Su microprocesador incorpora funciones avanzadas de control tanto del Grupo Electrógeno como de la Red de Suministro Público, siendo adecuado para todo tipo de Grupos Electrógenos bencineros y Diésel.

### **5.3.3. Funcionamiento.**

En el modo automático vigila la red de alimentación para determinar que la tensión se encuentre dentro de los límites de seguridad programados, normalmente un 10% de su valor nominal.

Si la red se encuentra dentro de los límites establecidos, el contador correspondiente da paso a la misma para su normal utilización, si la tensión de la red en cualquiera de sus fases está ausente o permanece más del tiempo programado por debajo del límite pre establecido, el sistema ST-2000 pone en marcha el Grupo Electrógeno y transfiere el consumo a este, previa desconexión de la red pública.

### **5.3.4. Funcionamiento Manual.**

El grupo electrógeno puede comandarse directamente desde el panel de transferencia para pruebas o como apoyo manual, por medio de pulsadores de arranque y detención.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> LANGSDORF Manual de Ingeniería Eléctrica Tomo I Décimo tercera Edición.

### **5.3.5. Protección de arranque.**

El sistema incorpora tres intentos de arranque de 10 segundos de duración con intervalos de descanso también de 10 segundos (programables). Si falla el arranque del grupo electrógeno después del tercer intento, el ciclo de arranque es automáticamente enclavado y se encenderá una señalización luminosa de aviso.

### **5.3.6. Protecciones**

Detención automática por: sobre o baja velocidad, sobre o baja tensión del generador, el control de alarmas se lleva a efecto cuando el Grupo Electrónico se encuentra en funcionamiento, y en caso de activarse alguna de ellas se produce una indicación luminosa en el Led de alarmas.

### **5.3.7. Carga de batería**

El sistema dispone de un cargador automático de baterías que suministra una corriente de hasta 2 amperes

### **5.3.8. Mandos y controles**

Teclado de membrana de 6 teclas, display de 5 dígitos numérico de alta visibilidad para lectura de: Tensión de Red, Frecuencia de Red, Tensión de Grupo Electrónico, Frecuencia de Grupo Electrónico, Voltaje de Batería, Horas de funcionamiento, Horas restantes para realizar la mantención del Grupo Electrónico, Programación, Led Indicadores de: Red, Generador, Batería, Funcionamiento, Alarmas de Paradas, Pre alarmas.

### **5.3.9. Manual de Funcionamiento de transferencia controlada por P L C**

El presente Manual de Funcionamiento contiene la información de operación e instalación de un Tablero de Transferencia Automática (TTA), fabricado por Ingenova SA, para operación conjunta con grupos generadores.

Este tablero se incorpora como parte del equipamiento necesario para utilizar un Grupo Generador en funciones de respaldo de energía ante fallas del suministro normal (Red pública).

El diseño del TTA incorpora elementos de protección y control que permiten insertar la función de transferencia dentro del esquema de fuentes de energía existentes en la industria, como se muestra en la figura 1.

### **5.3.10. TRANSFERENCIAS AUTOMATICAS CON CONTACTORES**

#### **DESCRIPCIÓN**

El interruptor de transferencia automático con contactores es un dispositivo eléctrico que:

1. Censa el voltaje suministrado por la electrificadora y desconecta el sistema del suministro normal en caso de falla por:
  - Bajo voltaje
  - Alto voltaje
2. Falta de fase Inversión en la secuencia de fases.
3. Ordena que el arrancador automático de la planta de emergencia, la haga funcionar.
4. Conecta el sistema al suministro de emergencia, una vez la planta se encuentre generando normalmente y el voltaje no sea, ni alto ni bajo.
5. Pasa de nuevo la carga al suministro normal, cuando éste se restablezca.

6. Permite que la planta de emergencia trabaje un rato en vacío con el fin de que se enfríe

APLICACIONES: Todo tipo de sistema eléctrico que tenga un recurso de emergencia.

BENEFICIOS: El dominio del espacio es uno de los retos que afrontan los constructores e ingenieros de hoy. Cada metro cuadrado que pueda ahorrarse en una construcción representa beneficios económicos que todos desean obtener.

Aprovechando los avances de la electrónica la industria ha desarrollado transferencias automáticas, cuyo control automático permite que estas sean de un tamaño reducido, sin perjudicar el espacio apropiado para la llegada y salida de cables.

Con lo anterior se obtiene en las transferencias :

- Espacio reducido
- Fácil montaje
- Fácil mantenimiento
- Protecciones a su sistema eléctrico

Equipo opcional

Las transferencias pueden ser adicionadas con otros productos para que cumpla completamente sus necesidades.

A vía de ejemplo ofrecemos lo siguiente:

- Interruptores de protección para normal y / o para planta
- Interruptores termo magnéticos en la carga
- Totalizador y secundarios.
- Instrumentos digitales: Voltímetros, Amperímetros, Kilo vatímetros, Frecuencímetros

- Medidores de energía reactiva y factor de potencia.
- Transformadores de corriente y / o potencial.
- Anunciadores de alarma.
- Cargadores de Baterías.
- Iluminación de emergencia.
- Contactos para telemetría.
- Filtros de línea
- Pararrayos de baja tensión.
- Comunicaciones vía TCP/IP y software de supervisión.

Notas: Cuando se solicita el cargador de baterías, incorporado a la transferencia, incluimos un mini breakers de protección y una lámpara interior para iluminación en caso de dificultades técnicas.

#### CARACTERISTICAS: Modos de operación

Las transferencias están diseñadas para poder ser operadas tanto automáticamente como en forma manual. Estas dos opciones son sumamente importantes cuando se piensa en mantenimiento.

Se puede quitar el control para fines de mantenimiento sin tener que dejar la carga sin energía. Si el control tiene problemas su transferencia se opera manualmente en forma temporal, mientras se hacer el cambio o la reparación.

El control de la transferencia puede operar como protección en sistemas trifásicos y monofásicos.

Solo basta mover un pequeño interruptor localizado en la parte posterior.

### **5.3.11. PARTES DE LA TRANFERENCIA AUTOMATICA**

#### **Gabinete**

Las Transferencias se suministran normalmente en un gabinete NEMA 1 de uso

general, fabricado en lámina de acero estirado en frío (Puede ofrecerse en NEMA 3R) y pintado con pintura anticorrosiva y esmalte al horno de color gris claro.

Dentro del gabinete se instalan los componentes eléctricos de fuerza y en la tapa los componentes electrónicos de control. Este diseño permite un fácil acceso a cualquier parte del equipo y una construcción clara y amplia.

### **Barraje**

El equipo se construye utilizando en su barraje cobre electrolítico de alta pureza y conductividad. Se usan densidades iguales o mejores que 1200 amperios por pulgada cuadrada (1.8 amperios por mm cuadrado).

Las barras van montadas sobre aisladores de resina epóxica y su configuración garantiza resistencia mecánica para soportar esfuerzos de corto circuito mínimo de 30 KA.

Las barras se pintan para fácil identificación de secuencia de fases. El mismo código de colores es utilizado en el cableado para fácil identificación y seguimiento de los circuitos de control de la transferencia.

Para la salida de los cables se suministran bornes terminales de bronce tipo tornillo de presión. El barraje tiene aislamiento para 600 V.

### **Calibraciones**

Existen 2 modelos de control automático de transferencia. El primero es el control de calibración analógica ITAC2K permite calibrar exteriormente mediante diales el punto de disparo por alto voltaje y por bajo voltaje para cada uno de los dos suministros, tanto en red como en planta.

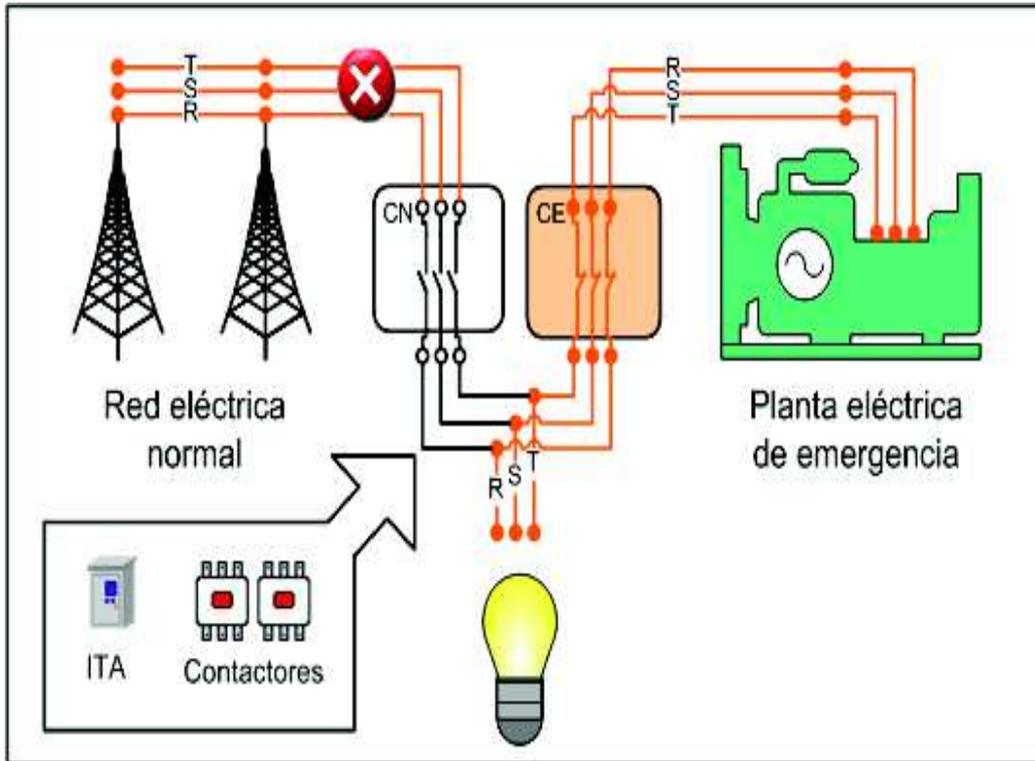
El rango de ajuste es de:

- Para alto voltaje: 0 - +30%
- Para bajo voltaje: -30 - 0%

El segundo control es de calibración digital ITACMC mediante botones y una pantalla que muestra los menús y valores de configuración.

## Comunicaciones

El control de transferencia automática ITACMC permite conectar a un computador vía Ethernet TCP/ IP



## ESPECIFICACION

### Señalización

Las transferencias se suministran con señalización que indica:

- CN cerrado y CE cerrado
- Opera la planta
- Voltaje alto emergencia
- Voltaje bajo emergencia
- Voltaje alto normal
- Falta o inversión de fase

- Voltaje bajo normal
- Prueba

### **Temporizaciones**

Con ajuste continuo

- 0-30 segundos normal a emergencia
- 0-30 segundos emergencia a normal

### **Controles**

- Interruptor de modo de control: Manual y automático.
- Interruptor de selección de suministro: Normal, Apagado, emergencia.

### **Control electrónico ITAC.**

- Modo de operación: Automático - prueba
- Modo de funcionamiento: Trifásico - monofásico

### **Protección**

El circuito de control está protegido contra corto circuito por medio de interruptores termo magnéticos

- mini breakers - mono polares.

### **Capacidades**

Se fabrican transferencias con contactares de las siguientes capacidades: desde 32 hasta 1000 amperios clase AC1.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> INGENOVA SA, Manual de procedimientos de instalación de tablero de transferencia automático.

**CARGAS INSTALADAS**

**AREA ADMINISTRATIVA.**

**PASILLO**

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>TOMACORRIENTE</b>	11	200	2200
<b>LUMINARIA</b>	54	80	4320
<b>TOTAL</b>			6520

**COMISION DE INVESTIGACION**

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>COMPUTADORA</b>	5	450	2250
<b>TOMACORRIENTE</b>	8	200	1600
<b>AIRE</b>	2	36000 BTU	7920
<b>LUMINARIA</b>	25	80	2000
<b>TOTAL</b>			13770

LABORATORIO DE COMPUTO #4

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>PROYECTOR</b>	1	300	300
<b>COMPUTADORA</b>	19	450	8550
<b>AIRE</b>	1	60000 BTU	6600
<b>LUMINARIA</b>	13	80	1040
<b>TOTAL</b>			16190

COMISION ACADEMICA

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>COMPUTADORA</b>	2	450	900
<b>TOMACORRIENTE</b>	6	200	1200
<b>AIRE</b>	1	60000 BTU	6600
<b>LUMINARIA</b>	16	80	1280
<b>TOTAL</b>			9980

OFICINA 5 DE MAYO

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>COMPUTADORA</b>	2	450	900
<b>TOMACORRIENTE</b>	3	200	600
<b>AIRE</b>	1	24000 BTU	2640
<b>LUMINARIA</b>	2	80	160
<b>TOTAL</b>			4300

SECRETARIA GENERAL

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>COMPUTADORA</b>	3	450	1350
<b>TOMACORRIENTE</b>	5	200	1000
<b>AIRE</b>	2	24000 BTU	5280
<b>LUMINARIA</b>	11	80	880
<b>TOTAL</b>			8510

OFICINA DE INGLES

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>COMPUTADORA</b>	3	450	1350
<b>TOMACORRIENTE</b>	4	200	800
<b>AIRE</b>	1	36000 BTU	3960
<b>LUMINARIA</b>	8	80	640
<b>TOTAL</b>			6750

SALON DE TESIS

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>PROYECTOR</b>	1	300	300
<b>COMPUTADORA</b>	1	450	450
<b>TOMACORRIENTE</b>	4	200	800
<b>AIRE</b>	1	24000 BTU	2640
<b>LUMINARIA</b>	4	80	320
<b>TOTAL</b>			4210

DECANATO

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>PROYECTOR</b>	1	300	300
<b>COMPUTADORA</b>	4	450	1800
<b>TOMACORRIENTE</b>	7	200	1400
<b>AIRE</b>	1	84000 BTU	9240
<b>LUMINARIA</b>	11	80	880
<b>TOTAL</b>			13320

RECAUDACION

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>COMPUTADORA</b>	3	450	1350
<b>TOMACORRIENTE</b>	6	200	1200
<b>AIRE</b>	2	24000 BTU	5280
<b>LUMINARIA</b>	8	80	640
<b>TOTAL</b>			8470

## TOTAL DE BLOQUE DE ADMINISTRACION

LUGAR	VATIOS (W)
PASILLO	6520
COMISION DE INVESTIGACION	13770
LABORATORIO DE COMPUTO #4	16190
COMISION ACADEMICA	9980
OFICINA 5 DE MAYO	4300
SECRETARIA GENERAL	8510
OFICINA DE INGLES	6750
SALON DE TESIS	4210
DECANATO	13320
RECAUDACION	8470
LUMINARIA	3750
TOTAL	95770

## PROTECCION EN SECUNDARIO

- BREKER DE 150 A Y UN PANEL GENERAL (DAÑADO)
- CONDUCTOR # 2/0
- 3 PANEL DE DISTRIBUCIÓN
- CONDUCTOR EN SALIDA DE DISTRIBUCIÓN # 6 AWG

TRANSFORMADOR DE 50 KVA AUTOPROTEGIDO Y CON PARARRAYOS

CONDUCTOR EN MEDIA TENSION #2 ALUMINIO

CONDUCTOR SECUNDARIO # 2/0 DE COBRE THHN

## **BLOQUES PEDAGOGICOS.**

### **BLOQUE DE AULA # 1**

#### ASOCIACIÓN DE PROFESORES

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
COMPUTADORA	1	450	450
TOMACORRIENTE	7	200	1400
AIRE	1	28000 BTU	3080
LUMINARIA	8	160	1280
<b>TOTAL</b>			<b>6210</b>

#### LABORATORIO DE COMPUTACION #2

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>COMPUTADORA</b>	19	450	8550
<b>PROYECTOR</b>	1	300	300
<b>AIRE</b>	1	36000 BTU	3960
<b>LUMINARIA</b>	8	128	1024
<b>TOTAL</b>			<b>13834</b>

LABORATORIO DE COMPUTACION #1

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	VATIOS (W)
COMPUTADORA	21	450	9450
PROYECTOR	1	300	300
AIRE	1	36000 BTU	3960
LUMINARIA	8	128	1024
<b>TOTAL</b>			<b>14734</b>

OFICINA DE SISTEMAS

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	VATIOS (W)
COMPUTADORA	2	450	900
LUMINARIA	6	20	120
AIRE	1	24000 BTU	2640
TOMACORRIENTE	8	200	1600
LUMINARIA	4	160	640
<b>TOTAL</b>			<b>5900</b>

BIBLIOTECA

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	VATIOS (W)
COMPUTADORA	16	450	7200
LUMINARIA	14	20	280
AIRE	4	24- 24- 48- 36 BTU	14520
TOMACORRIENTE	12	200	2400
LUMINARIA	15	160	2400
<b>TOTAL</b>			<b>26800</b>

AULAS

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>PROYECTOR</b>	14	300	4200
<b>AIRE</b>	14	24000 BTU	36960
<b>TOMACORRIENTE</b>	56	200	11200
<b>LUMINARIA</b>	84	160	13440
<b>TOTAL</b>			65800

PASILLO

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>TOMACORRIENTE</b>	18	200	3600
<b>LUMINARIA</b>	10	160	1600
<b>LUMINARIA</b>	38	80	3040
<b>TOTAL</b>			8240

DIRECCION DE ESCUELA

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>COMPUTADORA</b>	5	450	2250
<b>LUMINARIA</b>	4	20	80
<b>AIRE</b>	2	24000 BTU	5280
<b>TOTAL</b>			7610

AUDIOVISUALES

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>COMPUTADORA</b>	2	450	900
<b>LUMINARIA</b>	8	160	1280
<b>AIRE</b>	2	36-24 BTU	13200
<b>TOMACORRIENTE</b>	4	200	800
<b>PROYECTORES</b>	2	300	600
<b>TOTAL</b>			16780

LABORATORIO DE INGLES

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>COMPUTADORA</b>	2	450	900
<b>LUMINARIA</b>	10	128	1280
<b>AIRE</b>	1	36000 BTU	3960
<b>TOMACORRIENTE</b>	12	200	2400
<b>PROYECTORES</b>	1	300	300
<b>TOTAL</b>			8840

CUARTO DE CONTROL DE INTERNET

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>COMPUTADORA</b>	3	450	1350
<b>LUMINARIA</b>	8	80	640
<b>AIRE</b>	1	24000 BTU	2640
<b>TOMACORRIENTE</b>	3	200	600
<b>TOTAL</b>			5230

TOTALES EN LOS BLOQUE DE AULA #1

<b>LUGAR</b>	<b>VATIOS (W)</b>
ASOC. DE PROFESORES	6210
LABORATORIO DE COMPUTACION #2	13834
LABORATORIO DE COMPUTACION #1	14734
OFICINA DE SISTEMA	5900
BIBLIOTECA	26800
AULAS	65800
PASILLO	8240
DIRECCION DE ESCUELA	7610
AUDIOVISUAL	16780
LABORATORIO DE INGLES	8840
CONTROL DE INTERES	5230
LABORATORIO DE ELECTRICA	2000
ILUMINACION EXTERIOR	2250
<b>TOTAL</b>	<b>184228</b>

## PROTECCION EN SECUNDARIO TENSION

- BREKER DE 300 A Y UN PANEL GENERAL
- CONDUCTOR 2/0, 2 LINEAS POR FASE (THHN) EN LA LLEGADA AL PANEL
- 3 BREKER DE DISTRIBUCIÓN DE 80 A
- CONDUCTOR EN DISTRIBUCIÓN # 2
- 8 PANEL DE DISTRIBUCIÓN

TRANSFORMADOR DE 50 KVA – PARA RAYO PUESTA A TIERRA CON CAJA PORTAFUSIBLE CON GRAPA EN LINEA DE MEDIA TENSION, CABLE PUESTA A TIERRA #2 DE COBRE.

## BLOQUE 2

### BLOQUE DE AULA # 2

#### SALA DE CÓMPUTO

EQUIPO	CANTIDA D	POTENCIA	VATIOS (W)
PROYECTOR	1	300	300
TOMACORRIENTE	12	200	2400
AIRE	2	24000 BTU	5280
LUMINARIA	6	96	576
TOTAL			8556

SALA VIRTUAL

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDA D</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>PROYECTOR</b>	1	300	300
<b>COMPUTADORA</b>	1	450	450
<b>TOMACORRIENTE</b>	13	200	2600
<b>AIRE</b>	2	60000 BTU	13200
<b>LUMINARIA</b>	15	96	1440
<b>TOTAL</b>			17690

AREA ADMINISTRATIVA

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDA D</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>COMPUTADORA</b>	3	450	1350
<b>TOMACORRIENTE</b>	4	200	800
<b>AIRE</b>	1	24000 BTU	2640
<b>LUMINARIA</b>	6	96	576
<b>TOTAL</b>			5366

SALA DE TUTORIA

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDA D</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>TOMACORRIENTE</b>	10	200	2000
<b>AIRE</b>	1	24000 BTU	2640
<b>LUMINARIA</b>	6	96	576
<b>TOTAL</b>			5216

PASILLO

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDA D</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>TOMACORRIENTE</b>	36	200	7200
<b>LUMINARIA</b>	49	96	4704
<b>TOTAL</b>			11904

AULA

<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDA D</b>	<b>POTENCIA</b>	<b>VATIOS (W)</b>
<b>PROYECTOR</b>	15	300	4500
<b>COMPUTADORA</b>	15	450	6750
<b>TOMACORRIENTE</b>	45	200	9000
<b>AIRE</b>	15	24000 BTU	39600
<b>LUMINARIA</b>	90	96	8640
<b>TOTAL</b>			63990

## TOTALES EN BLOQUE #2

LUGAR	VATIOS (W)
SALA DE COMPUTO	8556
SALA VIRTUAL	17690
AREA ADMINISTRATIVA	5366
SALA DE TUTORIA	5216
PASILLO	11904
AULA	63990
TALLER DE ELECTRICA	<b>2000</b>
LABORATORIO DE ELECTRICA	2000
LABORATORIO DE ING. CIVIL	1000
10 LUMINARIA DE 250 W	2500
<b>TOTAL</b>	<b>120222</b>

### PROTECCION EN SECUNDARIA

- BRAKER DE 400 A Y UN PANEL GENERAL
- CONDUCTOR # 4/0
- 6 BREKER DE DISTRIBUCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE 80 A
- CONDUCTOR EN PANEL DE DISTRIBUCIÓN # 6
- 3 TALLER DE ELÉCTRICA
- 7 PANEL DE DISTRIBUCIÓN

TRIFASICO CONDUCTOR 4/0 AWG

3 TRANSFORMADOR DE 37.5 AUTOPROTEGIDO

PUESTA A TIERRA, CONDUCTOR DESNUDO #2

CONDUCTOR DE REDES DE ALUMINIO #2 TRIFASIC

## AUDITORIUM

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	VATIOS (W)
TOMACORRIENTE	67	200	13400
LUMINARIA 2X32	59	64	3776
LUMINARIA 3X20	10	60	600
LUCES CAÑONES	16	400	6400
REFLECTORES	9	500	4500
LUMINARIA 3X32	44	96	4224
LUMINARIA 2X40	20	80	1600
COMPUTADORAS	3	450	1350
PROYECTOR	1	300	300
AMPLIFICADOR	1	600	600
SECADOR DE MANO	4	1600	6400
AIRE	4	60000	26400
AIRE	2	180000	39600
<b>TOTAL</b>			<b>109150</b>

### PROTECCIÓN EN SECUNDARIO

- UN PANEL GENERAL Y BREKER DE 600 A
- CONDUCTOR 350 MCM
- 2 BREKER DE DISTRIBUCIÓN 125 A
- 2 BREKER DE DISTRIBUCIÓN 70 A
- 1 BREKER DE DISTRIBUCIÓN DE 300 A
- 7 PANEL DE DISTRIBUCIÓN

3 TRANSFORMADORES DE 75 KVA EN CONEXIÓN TRIFASICA ESTRELLA-ESTRELLA

## AREA DEPORTIVA

### AULA DE 5 DE MAYO

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	VATIOS (W)
BOMBA	2	350	700
COMPUTADORA	3	450	1350
TOMACORRIENTE	9	200	1800
AIRE	2	24000 BTU	5280
LUMINARIA	45	20	900
TOTAL			9330

### CANCHA Y ESCENARIO

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	VATIOS (W)
REFLECTORES	16	400	6400
TOMACORRIENTE	12	200	2400
LUMINARIA	15	20	300
LUMINARIA	18	250	4500
TOTAL			7200

## TOTAL DE CANCHA MULTIPLE

LUGAR	VATIOS (W)
AULA DE 5 MAYO	9330
CANHA Y ESCENARIO	7200
TOTAL	16530

## PROTECCIONES EN SECUNDARIO

- ESCENARIO UN PANES GENERAL Y BREKER DE 150 A
- BREKER DE DISTRIBUCIÓN DE 40 A
- CONDUCTOR # 2

TRANSFORMADOR DE 37.5 KVA AUTOPROTEGIDO CON PARA RAYO

CONECTOR #2 ALUMINIO EN REDES (SECUNDARIO)

3 ACOMETIDAS PARA (5 DE MAYO, CANCHA)

ESCENARIO Y CANCHA CONDUCTOR #2 DE COBRE AWG Y 1 BREKER DE 150 A

ACOMETIDA PARA 5 DE MAYO #2 DE COBRE AW

## ILUMINACION EXTERNA LOCALES COMERCIALES

### ALUMBRADO PUBLICO

LUMINARIA 12 DE 250 W

LOCALES COMERCIALES 12

TRANSFORMADOR DE 37.5 KVA

CONDUCTOR EN MEDIA TENSION #2 ALUMINIO

CONDUCTOR DE BAJA TENSION #2 ALUMINIO

1 LINEA PILOTO #4 ALUMINIO

PUESTA A TIERRA #4 COBRE

### 3.13. ANALISIS DE CORRIENTES Y VOLTAJES

		$I_1$	$I_2$	$I_n$	V
<b>ADMINISTRACIÓN</b>	9:00	55,3	56,2	4	117
	12:00	56,7	50,5	15	117
	18:00	124,7	92,8	39,6	116
	19:00	152,4	153	35,4	115

		$I_1$	$I_2$	$I_n$	V
<b>BLOQUE AULA #1</b>	9:00	98	89	157	115
	12:00	115	94	236	115
	18:00	122,8	119,2	126	116
	19:00	167,6	163	98	114

		$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_n$	V
<b>BLOQUE AULA #2</b>	9:00	89,4	87	18	88,6	121
	12:00	79,4	81	53	78	122
	18:00	172,4	181,6	34,7	195,3	118
	19:00	225	161	116,8	157	123

		$I_1$	$I_2$	$I_n$	V
<b>LABORATORIO</b>	9:00	4,1	4	0,5	116
	12:00				
	18:00				
	19:00	8,3	16,5	7,9	113

		$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_n$	V
<b>AUDITORIUM</b>	9:00	1,9	8,5	7,6	8,7	117
	12:00	194,5	217	183,1	219	119
	18:00	211	220	186	217	120
	19:00	207	212	204	210	116

		$l_1$	$l_2$	$l_n$	V
<b>ALUMBRADO Y AREA COMERCIAL</b>	9:00	37,3	34	8	122
	12:00	42,3	42	2,5	118
	18:00	44,2	67,8	35,8	118
	19:00	59	73	9,8	17

		$l_1$	$l_2$	$l_n$	V
<b>CANCHA MÚLTIPLE</b>	9:00	16,2	11,8	7,4	123
	12:00				
	18:00	48,5	39	13,4	122
	19:00	49,3	44	13,3	122

TOTAL DE CARGA INSTALADA

BLOQUE DE ADMINISTTRACION	95770 W
BLOQUE PEDAGOGICO # 1	184228 W
BLOQUE PEDAGOGICO # 2	120222 W
AUDITORIUM	109150 W
AREA DEPORTIVA	16530 W
ALUMBRADO PUBLICO	3960 W
TOTAL	509860 W

## **5.4. CUARTO DE GENERACION**

### **5.4.1. Diseño y construcción**

El grupo electrógeno está ubicado en la parte posterior del laboratorio de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Campus Chone, con un área de construcción de 16m<sup>2</sup>.

La cimentación está realizada: un cambio de suelo y relleno de lastre sub base de cantera basáltica; el mismo que tendrá una profundidad de 0.8 m.

Está previsto de 4 columnas de tipo riel cuadrado # 18 pre soldado, con plintos de 1m y cadenas de hierro #12mm en el contorno.

En el piso se utilizó mallas pre soldadas de 6mm para consistencia de suelo y evitar fisuras; en el lugar donde descansara el grupo electrógeno se realizaron muros anti vibración con hormigón armado.

La cubierta está construida de tipo zinc – aluminio y estructura metálica a fin de dar durabilidad a la caseta.

### **5.4.2. Puertas de acceso.**

Se colocaron 2 puertas entradas – salidas, están construidas hierro tipo malla de 12mm con seguridad externa e interna.

### **5.4.3 Aislamiento Acústica**

Para evitar molestia a la población estudiantil y personas e instituciones aledañas las paredes de la caseta están construidas de bloque alivianado anti ruido de 30 cm de

longitud y 10cm de espesor.

#### 5.4.4. Ventilación e iluminación

Con el fin de evitar la circulación de gases dentro de la caseta, se ha previsto de celosías en la parte superior de las paredes.

Así como también estará iluminado por una lámpara fluorescente 4 x 40W de encendido rápido en la parte interna y de 3 lámparas ahorrativas de 60 V ahorrativas en la parte externa, comandado por interruptores colocados en el interior de la caseta.

#### 5.4.5. vibración y Anclaje.

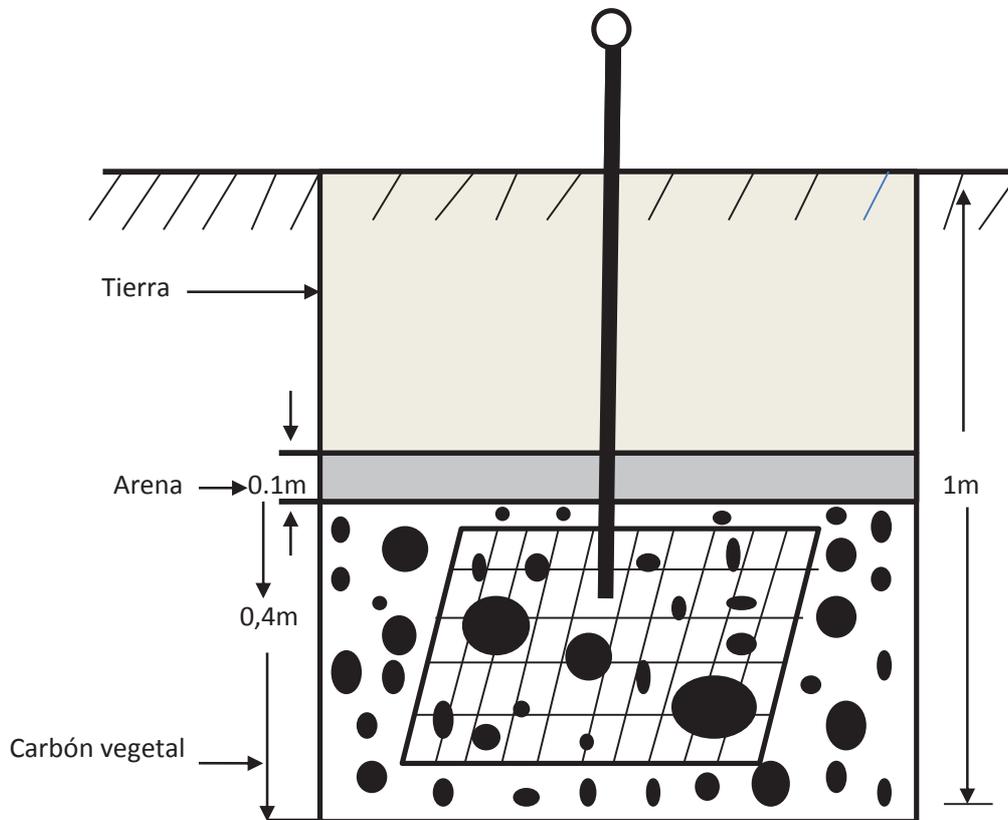
Como es conocido toda máquina eléctrica rotativa, emite vibración al momento de arranque y trabajo, se ha previsto minimizar la vibración colocando pernos de anclaje tipo taco Fischer; los mismo que contendrán en el centro empaques de caucho anti vibración que la minimizan y permiten un anclado perfecto.

#### 5.4.6. Puesta a tierra

Está constituida por una red de malla de varillas de acero de 10mm<sup>2</sup> y espesor de 3mm y varilla de cobre de 1/8 cooper weld fijada mediante soldadura a la malla para su descarga.

La malla está colocada a una profundidad de 1m y preparada a fin de obtener constante humedad.

Este contiene en su interior 40cm de carbón vegetal previamente humedecido durante 24horas; sobre este se colocaran 10cm de arena y recubierta en su totalidad por tierra.



#### 5.4.7. Sistema de enlace.

El enlace entre la fuente proveedora pública de energía Eléctrica y el sistema electro generador será construida con conductor # 2/0 AWG para fase y #2 AWG para neutro los mismo que se alojaran en la transferencia automática para su utilización.

#### 5.4.8. Respaldo técnico

La funcionabilidad del sistema electrógeno estar basado en un buen montaje y perfecta transferencia automática, además se contara con recomendaciones técnicas

de funcionamiento y operación que servirá de respaldo cuando sea necesario.

#### 5.4.9. Impacto ambiental

Durante el periodo de pruebas, se realizaron inspecciones ambientales al grupo electrógeno; para esto se tomaron en cuenta los siguientes regulaciones:

- Regulación de CUPET 08/09: manejo de fondaje de tanque de almacenamiento.
- Regulación CUPET 11/01 aspecto fundamentales para la protección de la contaminación debido a los tanques de almacenamiento de derivado de petróleo.
- Norma Cubana 93-02-202: 87 requisitos higiénicos sanitarios para la protección de aguas superficiales y sub terrenas.
- Norma Cubana obligatoria NC 26: 2007 ruidos en zonas habitables y requisitos higiénicos sanitarios <sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Corral Vera Hitler Humberto, Loo Santos María Lorena Egresados de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Campus Chone.

## 5.5. INSTALACION Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO

### 5.5.1. Verificación de la Carga

Una vez realizado el montaje del grupo electrógeno se verifico mediante prueba la capacidad de carga la misma que tiene una absorción de 265 KW.

Este grupo electrógeno está formado por

- Un motor a diesel DETROIT modelo 10637305
- Un alternador DIPROOF serie AA87816CE
- Temperatura ambiente 40°C
- RPM 1800
- HZ = 60
- P = 250 KW
- S = 313 KVA
- Voltaje Nominal 230
- Faces = 3
- Excitador independiente =120 V DC – 2/30 A
- Está previsto de una prescripción de salida de 600 A trifásico tipo breakeer industrial con 3 conductores calibre 4/0 AWG; además de puestas a tierra que protegerán el sistema.
- La transferencia automática es de tipo comando por contactores y está ubicada en una de las paredes de la caseta de generación.

Cabe indicar que este grupo electrógeno se lo adquirió mediante gestión en el IESS – Chone por autoridades de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone, ya que este prestaba servicio en la clínica del IESS Chone y fue reemplazado

por uno de mayor capacidad.

#### 5.5.2. **Recomendaciones técnicas**

Una vez realizado el montaje del grupo electrógeno se recomienda:

- Encender el grupo electrógeno cada 5 días si no es utilizado, por espacio de 30min mínimos.
- Realizar mantenimientos continuos a la parte motriz
- Realizar mantenimientos continuos a la parte eléctrica
- Revisar continuamente la transferencia automáticas y sus componentes.
- Evaluar las cargas de batería de excitación a fin de tener un campo magnético para su generación. <sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Corral Vera Hitler Humberto, Loor Santos María Lorena Egresados de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Campus Chone.

## CAPITULO II

### 6. HIPOTESIS

El grupo electrógeno de 313 KVA incidirá en el desarrollo de las actividades administrativas y académicas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí campus Chone.

#### 6.1. Variable

##### 6.1.1. Variable Independiente (causas)

Grupo electrógeno de 313KVA.

##### 6.1.2. Variable dependiente (efecto)

Desarrollo de las actividades administrativas y académicas del Campus Chone.

##### 6.1.3. Términos de relación: Incidencia

## CAPITULO III

### 7. METODOLOGIA

#### 7.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo se caracteriza particular mente por los tipos de investigación empleados, métodos, técnicas e instrumentos que se han utilizado para llegar al objetivo establecido.

Los tipos de investigación utilizados fueron :

Investigación **de campo**, la investigación **cuantitativa y cualitativa** ya que se reunió información para luego procesarla por medio de datos estadísticos y se llegó a comprobar la hipótesis.

#### 7.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

El nivel del presente trabajo es científico y experimental:

Científico, porque a través del estudio, análisis sistemático y la aplicación de las reglas y normas técnicas observadas en el proceso, se cumple el objetivo que consiste en el análisis e implementación de grupo electrógeno de 313 KVA y su incidencia en el desarrollo de actividades en la Universidad Laica de Manabí extensión Chone, en el segundo semestre del 2012 y experimentar por cuanto mediante el estudio y el experimento se llega a la verdad que conlleva a resultados positivas en el mejoramiento del sistema eléctrico de la universidad.

### **7.3. METODOS**

En esta investigación se utilizaron los métodos **Inductivos, Deductivos, Analíticos-Sintéticos y Científicos**, a más de la encuesta.

**La encuesta** que nos permito establecer parámetros en porcentajes sobre la importancia del tema en análisis.

**El método científico** nos ayuda a determinar con lógica y exactitud la verdad del tema; motivo de la investigación.

**Los inductivos y deductivos** porque se sustentan en la generalización de propiedades comunes; a casos observados, y se extrajeron conclusiones y recomendaciones.

**El método analítico sintético**, que nos permite dividir el trabajo; lo que facilita una mejor comprensión del tema.

### **7.4. TECNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION**

Las técnicas que se utilizaron en la obtención de la información fueron la encuesta y la observación la misma que fue dirigida a los estudiantes del 4° Semestre "A" y "B" de la escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión. Chone del periodo lectivo 2012 – 2013.

**7.4.1. Obtención de la información.-** Mediante encuesta, observaciones, textos de ingeniería eléctrica y electrónica, tesis de grado realizadas por estudiantes profesionales en la actualidad, revistas de colegios de profesionales folletos y las tip's.

## **7.5. POBLACION Y MUESTRA**

**7.5.1 Población.-** la constituyen los estudiantes de 4° Semestre “A” y “B” de la Escuela de Ingenieros Eléctricos de la de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Campus Chone del periodo lectivo 2012 – 2013.

**7.5.2 Muestra.-** 60 estudiantes de cuarto semestre paralelo “A” y “B” de la Escuela de Ingenieros Eléctricos de la de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Campus Chone del periodo lectivo 2012 – 2013.

## **8. MARCO ADMINISTRATIVOS**

### **8.1. RECURSOS**

#### **Humanos.**

Coordinador de la Escuela: Ing. Orley Loor

Director de Tesis: Ing. Lucio Alfredo Valarezo Molina

Egresados: Corral Vera Hitler Humberto y Loor Santos María Lorena

Alumnos del 4° semestre de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Tecnológicos: Internet.

Técnicos: Instrumentos de investigación

#### **8.2. Recursos financieros.**

Los recursos de la investigación e implementación se solventaron única y

exclusivamente por los autores del presente análisis, y a continuación se detallan.

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
3	Resma de papel	4,50	13,50
700	Fotocopias	0,05	35,00
150h	Internet	1,50	225,00
7	Empastados	15.00	105,00
1	Bomba de agua	180.00	180.00
1	Sistema Electrónico	80.00	80.00
1	Reparación del sistema de arranque	45.00	45.00
1	Caseta generación	1.200.00	1200.00
1	Batería 24 V	120.00	120,00
3	Anillados	2,00	6,00
10	Transporte	20.00	200,00
U	Imprevisto	600,00	600,00
TOTAL			2.809,50

## CAPITULO IV

### 9. ANALISIS DE RESULTADOS

#### 9.1.- RESULTADOS OBTENIDOS Y ANALISIS DE DATOS

ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE INGENIERIA DE 4° SEMESTRE PARALELO "A" Y "B" DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ Campus CHONE, PERIODO LECTIVO 2012/2013.

PRREGUNTA	OPCIONES		TOTAL DE ENCUESTADO	% SI	% NO	TOTAL %
	SI	NO				
1	59	1	60	98.33	1.67	100
2	2	58	60	3.33	96.67	100
3	60	0	60	100	0	100
4	59	1	60	98.33	1.67	100
5	10	50	60	16.67	83.33	100
6	5	55	60	8.33	91.67	100
7	60	0	60	100	0	100

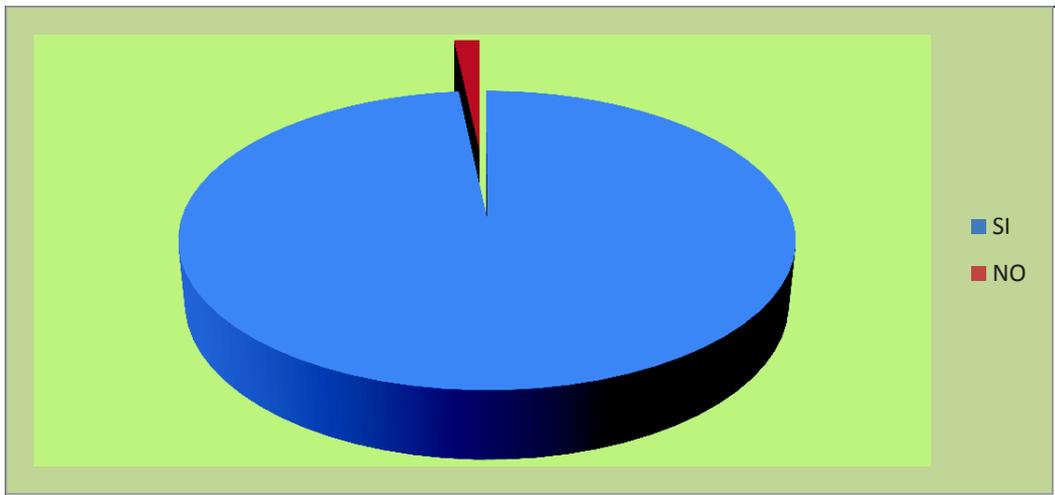
**Fuente:** Estudiantes de 4° semestre paralelo "a" y" de la Escuela de Ingeniería Eléctrica.

**Responsables:** Corral Vera Hitler Humberto y Loor Santos María Lorena

### PREGUNTA # 1

¿Considera usted que la Escuela de Ingeniería Eléctrica debe aportar en mejorar el sistema eléctrico de los predios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Campus Chone?

	F	%
SI	59	98.33
NO	1	1.67
TOTAL	60	100%



**Fuente:** Encuesta dirigida a los estudiantes de 4° semestre paralelo "A" y "B" de la escuela de Ingeniería Eléctrica.

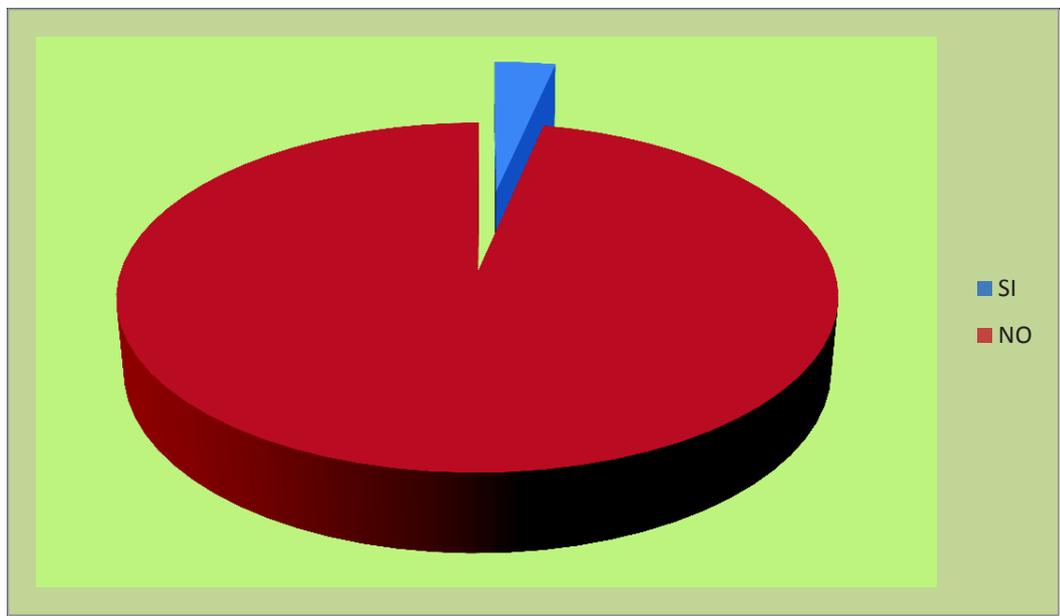
**Responsables:** Corral Vera Hitler Humberto y Loor Santos María Lorena

**ANALISIS:** El 98.33% de los estudiantes encuestados de la escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Campus Chone, deben aportar en la mejora de la calidad de servicio eléctrico de la institución. Y el 1.67% de los estudiantes encuestados responden negativamente; por lo que; esta apreciación resulta sin importancia para nuestro proyecto

## PREGUNTA # 2

¿Cree usted que la capacidad de potencia eléctrica satisface la carga instalada en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Campus Chone?

	F	%
SI	2	3.33
NO	58	96.67
TOTAL	60	100%



**Fuente:** Encuesta dirigida a los estudiantes de 4° semestre paralelo "A" y "B" de la escuela de Ingeniería Eléctrica.

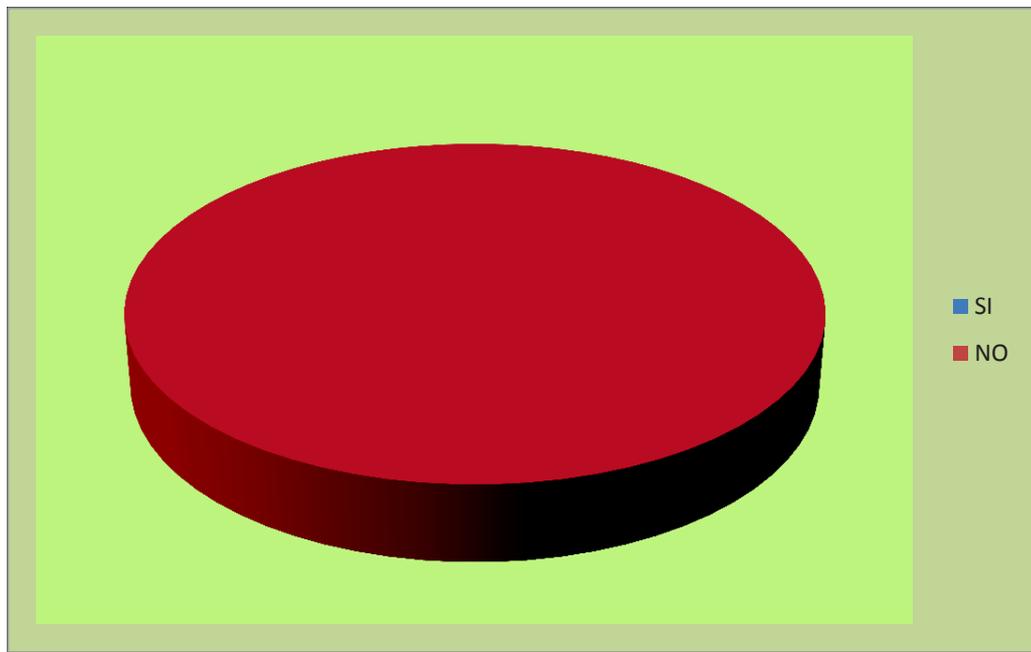
**Responsables:** Corral Vera Hitler Humberto y Loor Santos María Lorena

**ANALISIS:** El 96% de los estudiantes encuestados consideran que la potencia eléctrica instalada dentro de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Campus Chone. No satisface la demanda instalada, mientras el 3.33% responde afirmativamente lo que resulta sin importancia en nuestra propuesta.

### PREGUNTA # 3

¿Considera usted necesaria la implementación de un grupo electrógeno de 313 KVA para brindar servicio continuo de energía eléctrica dentro de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Campus Chone?

	F	%
SI	60	100
NO	0	100
TOTAL	60	100%



**Fuente:** Encuesta dirigida a los estudiantes de 4° semestre paralelo "A" y "B" de la escuela de Ingeniería Eléctrica.

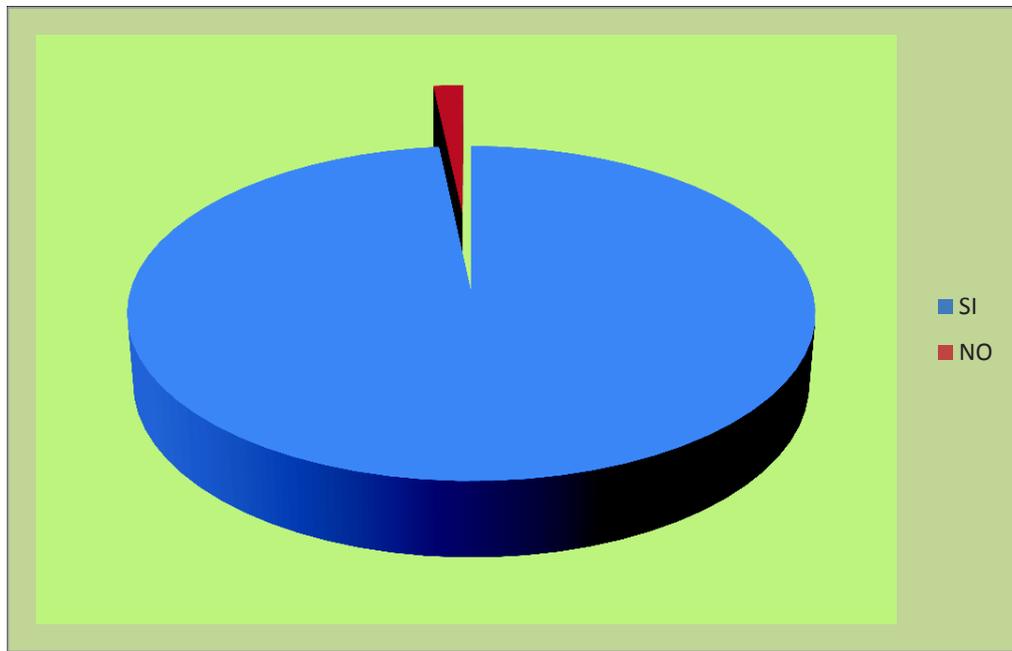
**Responsables:** Corral Vera Hitler Humberto y Loor Santos María Lorena

**ANALISIS:** El 100% de los estudiantes encuestados consideran que es necesario la implantación de un grupo electrógeno dentro de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Campus Chone. Para brindar servicio eléctrico continuo.

#### PREGUNTA # 4

¿Le gustaría conocer donde es aplicable la transferencia automática de energía eléctrica?

	F	%
SI	59	98.33
NO	1	1.67
TOTAL	60	100%



**Fuente:** Encuesta dirigida a los estudiantes de 4° semestre paralelo "A" y "B" de la escuela de Ingeniería Eléctrica.

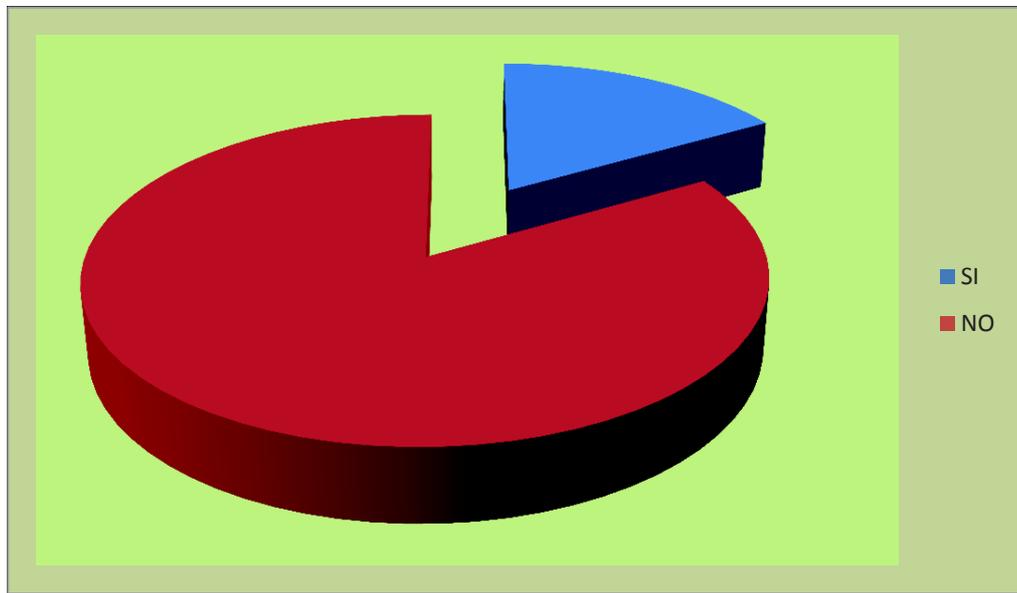
**Responsables:** Corral Vera Hitler Humberto y Loor Santos María Lorena

**ANALISIS:** El 98.33% de los estudiantes encuestados consideran que les gustaría conocer, como y donde se aplican las transferencias automáticas de energía eléctricas.

### PREGUNTA # 5

¿Conoce usted los dispositivos que conforman transferencia automática de energía eléctrica?

	F	%
SI	10	16.67
NO	50	83.33
TOTAL	60	100%



**Fuente:** Encuesta dirigida a los estudiantes de 4° semestre paralelo "A" y "B" de la escuela de Ingeniería Eléctrica

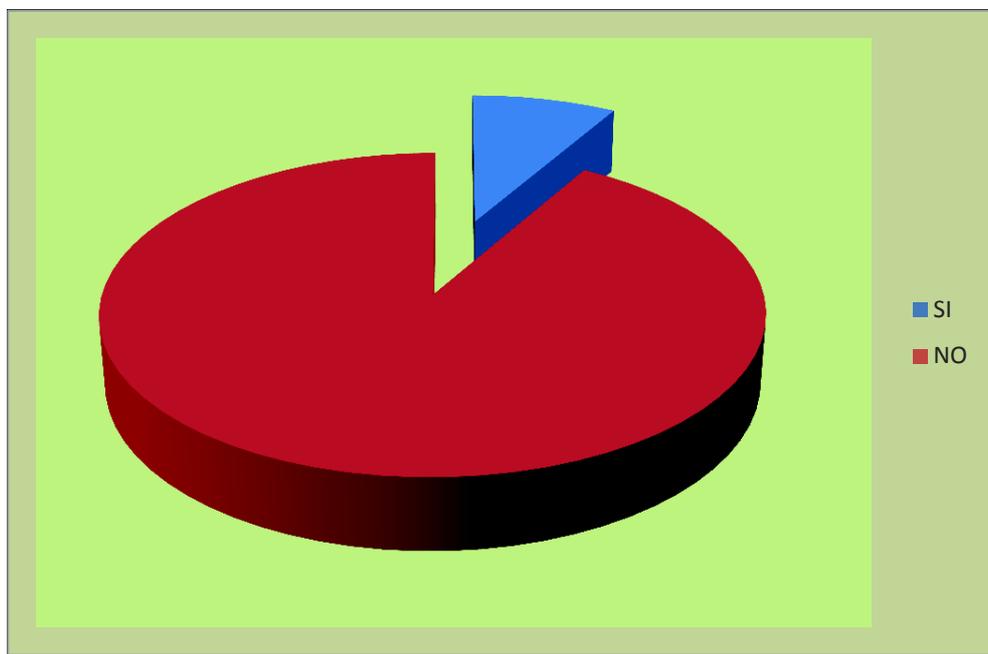
**Responsables:** Corral Vera Hitler Humberto y Loor Santos María Lorena

**ANALISIS:** El 83.33% de los estudiantes encuestados desconocen los dispositivos que conforman una transferencia automática de energía eléctrica, mientras que el 16.67% si conoce; por lo tanto es necesario la realización de nuestro proyecto para reafirmar conocimiento con respecto al tema

### PREGUNTA # 6

¿Conoce usted el funcionamiento de un grupo electrógeno de energía eléctrica?

	F	%
SI	5	8.33
NO	55	91.67
TOTAL	60	100%



**Fuente:** Encuesta dirigida a los estudiantes de 4° semestre paralelo "A" y "B" de la escuela de Ingeniería Eléctrica.

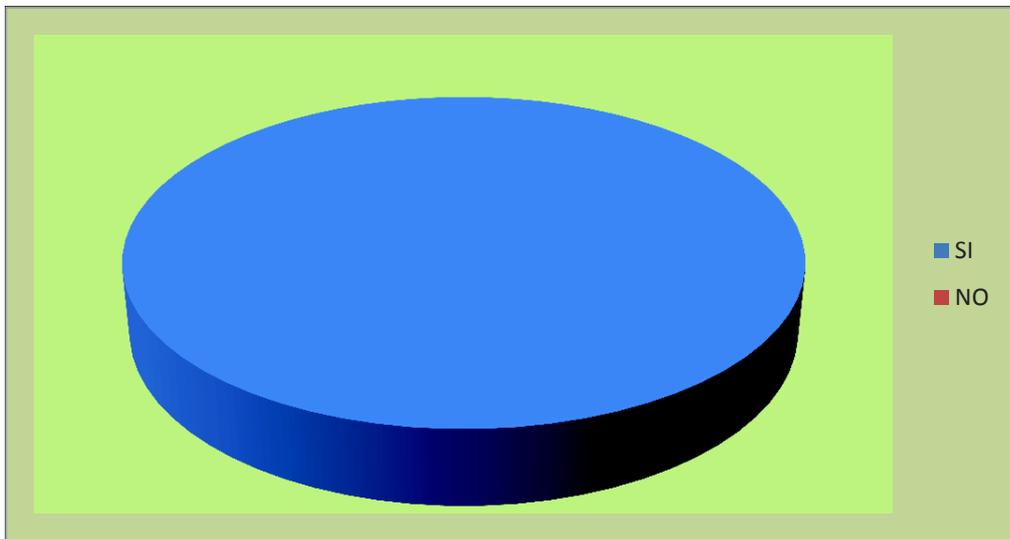
**Responsables:** Corral Vera Hitler Humberto y Loor Santos María Lorena

**ANALISIS:** El 91.67% de los estudiantes encuestados desconocen el funcionamiento de un grupo electrógeno de energía eléctrica, el 8.33% responde tener poco conocimiento respecto al tema, lo que resulta despreciable para nuestro proyecto.

### PREGUNTA # 7

¿Considera usted que las tesis de grado prácticas de los egresados de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone, contribuyen al desarrollo cognitivo de los futuros profesionales?

	F	%
SI	60	100
NO	0	0
TOTAL	60	100%



**Fuente:** Encuesta dirigida a los estudiantes de 4° semestre paralelo "A" y "B" de la escuela de Ingeniería Eléctrica.

**Responsables:** Corral Vera Hitler Humberto y Loor Santos María Lorena

**ANALISIS:** La totalidad de los estudiantes encuestados opinan positivamente. Lo que indica que el trabajo y esfuerzo realizado por los egresados de la Escuela de Ingeniería Eléctrica DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ Campus CHONE redunda en beneficio de los estudiantes y catedráticos de esta escuela.

## **10. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.**

La hipótesis que nos planteamos ¿De qué manera incide un grupo de electrógeno de 313 KVA en el desarrollo de las actividades de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Campus Chone? una vez que la hipótesis ha sido formulada y evaluada se procede a su análisis.

Se puede afirmar que los métodos de investigación inductivo, deductivo analítico, científico y de observación la hipótesis es positiva; ya que, los datos estadísticos encontrados mediante la encuesta sustenta que llevado a la práctica es correctamente aplicable coherente y eficiente ya que el grupo de electrógeno 313 KVA va a mejorar las actividades administrativas y académicas de la comunidad educativa por lo que este servicio va a ser eficiente, rápido y oportuno al momento de existir corte de energía y seguir laborando con normalidad.

## CAPITULO V

### 11. CONCLUSIONES

Con la elaboración de este proyecto se adquirieron experiencias que nos permitieron afianzar conocimientos y haber logrado con éxito los objetivos propuestos; que los podemos determinar en los siguientes aspectos:

- El equipo de transferencias automáticas de energía es un aporte para la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí campus Chone, y en particular a la Escuela de Ingeniería eléctrica donde los estudiantes puedan realizar sus clases teóricas y prácticas
- Que gracias al grupo electrógeno los estudiantes podrán valorar e interpretar mejor la teoría por medio de la práctica, lo cual ayudara a conocer e identificar los dispositivos eléctricos a utilizarse en el mismo.
- Que mediante este trabajo la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí campus Chone. Podrá desarrollar las actividades pedagógicas académicas y administrativas sin interrupciones del servicio eléctrico
- Que los Catedráticos de la Carrera podrán hacer uso de este equipo para la enseñanza practica a los estudiantes, mejorando el conocimiento y motivándolos hacia el desarrollo de la creatividad en el ejercicio de su profesión.

## 12. Recomendaciones

- Se sugiere que los estudiantes al realizar sus prácticas, deben estar supervisados por un guía, para así evitar el mal uso o algún error que pueda producir daños en los equipos o accidentes personales.
- Que al realizar prácticas y manejo se lo haga con el mayor cuidado posible, debido a que los elementos eléctricos mecánicos y electrónicos utilizados son sensibles al manejo o maltrato.
- Se recomienda capacitar a quienes operen el grupo electrógeno para que al momento que exista corte de energía se pueda lograr el funcionamiento inmediato.
- Lograr intercambiar experiencias entre los diferentes catedráticos que tengan grupos electrógenos para mejorar el conocimiento y la práctica de los estudiantes.

### **13. Bibliografía**

GUTIERREZ Torres R. El motor de combustión interna y su impacto Ambiental.

LUKANIN V. N. Motores de combustión Edición 2002

LANGSDORF, Manual de ingeniería eléctrica Tomo I Décimo tercera edición

Colección CEAC; Electricidad motores eléctricos.

JOSEPH Heitener - Mecánica Automotriz Edición 2000

Webgrafía

[www.Monografía.com](http://www.Monografía.com)

Hptt.[www.triumsystems.com/in](http://www.triumsystems.com/in)

Hptt//[www.virtual-automovil.clu](http://www.virtual-automovil.clu)

# ANEXOS

**ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES DE LA ESCUELA DE INGENIERIA DE 4° SEMESTRE  
PARALELO "A" Y "B" DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ Campus  
CHONE, PERIODO LECTIVO 2012/2013.**

¿Considera usted que la Escuela de Ingeniería Eléctrica debe aportar en mejorar el sistema eléctrico de los predios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Campus Chone?

SI

NO

¿Cree usted que la capacidad de potencia eléctrica satisface la carga instalada en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Campus Chone?

SI

NO

¿Considera usted necesaria la implementación de un grupo electrógeno de 313 KVA para brindar servicio continuo de energía eléctrica dentro de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Campus Chone?

SI

NO

¿Le gustaría conocer donde es aplicable la transferencia automática de energía eléctrica?

SI

NO

¿Dónde usted los dispositivos que conforman  transferencia automática de energía eléctrica?

SI

NO

¿Conoce usted el funcionamiento de un grupo electrógeno de energía eléctrica?

SI

NO

¿Considera usted que las tesis de grado prácticas de los egresados de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone, contribuyen al desarrollo cognitivo de los futuros profesionales?

SI

NO

ANEXO

GRUPO ELECTROGENO







CONSTRUCCION DE CUARTO DE GENERACION





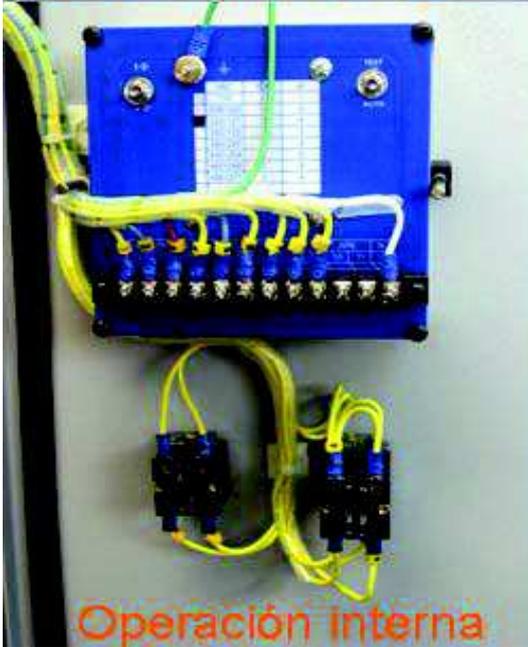
**PARTES DE LA TRANFERENCIA AUTOMATICA**



Sistema de fuerza



Sistema de Control



Operación interna



Operación externa















PANEL DE CONTROLES

