



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN  
ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN**

**INFORME TÉCNICO**

**TEMA**

**Diseño, Selección e Instalación de la RED  
Auxiliar de Alumbrado de Emergencia**

Previa la obtención del título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD  
ESPECIALIZACIÓN  
POTENCIA**

Realizado por:

Alfredo Cornejo Rumbea

GUAYAQUIL-ECUADOR

AÑO

-1996-

## **AGRADECIMIENTO**

Al culminar la carrera universitaria con el presente Informe Técnico, quiero agradecer a **Dios**, por las bendiciones que recibo día a día y por haber permitido realizar uno de mis grandes anhelos.

Agradezco a la **ESPOL**, por haberme formado como profesional, capacitándome de la manera más adecuada para demostrar al mundo que los Politécnicos estamos preparados

para enfrentar y dominar cualquier reto en la vida.

Agradezco al **Ing. Carlos Del Pozo Cazar**, Director de mi Informe Técnico, por su valiosa ayuda profesional y por ser el verdadero amigo que me impulsa a seguir adelante.

Agradezco a todos y cada uno de los ingenieros que conforman la FIEC y a todas las personas que de una u otra manera han colaborado para que culmine con esta etapa.

## DEDICATORIA

A mis **padres**, a mi **esposa**, a mis **hijos**, a mis **hermanos** y a mis **parientes**, por haberme brindado el apoyo necesario en todo momento, especialmente en los momentos más difíciles.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

-----  
Ing. Armando Altamirano Ch.  
SUB-DECANO DE LA FIEC

-----  
Ing. Carlos Del Pozo C.  
PROFESOR-SUPERVISOR

-----  
Ing. Otto Alvarado M.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

-----  
Ing. Luis Torres P.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este Informe Técnico, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”.

**Alfredo Cornejo Rumbea**

## RESUMEN

Es conocido por todos nosotros, la palabra tecnología de punta, la cual nos hace recordar que en las industrias, la banca, el comercio, universidades y cualquier institución, que quiere mantenerse a la par con el desarrollo que impone el mundo actual, debe estar atento a los cambios tecnológicos que se dan a diario y es así que con la prisa que impone el desarrollo, no es permitido desperdiciar el tiempo, por este motivo, en el Colegio Mariscal Sucre de la ciudad de Guayaquil, se implantó un sistema de alumbrado de emergencia para evitar la suspensión de actividades por suspensión de energía eléctrica.

Este sistema abarca aulas, laboratorios y oficinas, cuyas lámparas, accionarán cuando entre en servicio el generador auxiliar con todos sus elementos y partes que conforman este sistema auxiliar.

## INDICE GENERAL

RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	11
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....</b>	
1.1. Concepto .....	14
1.2. Determinación de la carga instalada .....	15
1.3. Cálculo de la demanda eléctrica .....	16
1.4. Capacidad del banco de transformadores .....	27
1.5. Determinación del diagrama unificar del sistema actual	29
1.6. Total de carga instalada .....	29
1.7. Carga para tomas de corrientes monofásicos 120/240V.	31
1.8. Carga para alumbrado en aulas, oficinas y laboratorios .	31



## **CAPÍTULO 2**

### **ELEMENTOS Y COMPONENTES DE LA RED AUXILIAR DE ALUMBRADO**

2.1. Conductores y aislantes .....	34
2.2. Tuberías .....	35
2.3. Centro de distribución de emergencia .....	36
2.4. Clasificación de las luminarias respecto al tipo de lámpara.	37
2.5. Lámparas fluorescentes .....	38
2.6. Clases más importantes de lámparas fluorescentes .....	39
2.7. Accesorios .....	41

## **CAPÍTULO 3**

### **MONTAJE DEL GENERADOR DE EMERGENCIA**

3.1. Capacidad de carga del generador .....	43
3.2. Tanque de combustible y sistema de alimentación .....	44
3.3. Capacidad de consumo por hora .....	45
3.4. Arranque del generador .....	46
3.5. Variación de tensión en los bornes .....	46
3.6. Datos de placa .....	49

3.7. Panel de transferencia automática .....	50
3.8. Elementos que conforman el panel .....	50
3.9. Baterías .....	51
3.10. Diagrama de control del generador .....	52

## **CAPÍTULO 4**

### **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA RED AUXILIAR DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

4.1. Planos eléctricos .....	54
4.2. Diagrama unificar .....	54
4.3. Ubicación de los elementos del sistema de emergencia .	55

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones .....	56
5.2. Recomendaciones .....	57

<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	60
---------------------------	----

## **INTRODUCCIÓN**

La construcción del diseño de la red auxiliar de alumbrado y la implantación de un generador eléctrico para el Colegio Mariscal Sucre de la ciudad de Guayaquil, se la ha efectuado con el fin de mantener el alumbrado de las aulas, laboratorios y oficinas en un 20%, cuando la energía eléctrica que es proporcionada por la E.E.E., se suspenda por causa de alguna falla en las líneas de distribución urbana, o por efecto de falla en las líneas del Sistema Nacional Interconectado, pues a través de ellas se entrega energía a las subestaciones de la E.E.E.

Evitando de esta manera la suspensión de las actividades docentes y administrativas del Colegio Mariscal Sucre.

Para la implementación de una red auxiliar, se hicieron estudios de la carga total instalada y de la carga a la cual va a estar sometido el generador de energía. Para este fin, el trabajo que se ha realizado lo hemos seccionado en 5 capítulos.

El **Capítulo 1**, se refiere a datos que intervienen en el cálculo, como por ejemplo: Cálculo de la demanda, capacidad del banco de transformadores, en los cuales realizo todas las operaciones necesarias para obtener los valores de carga y a su vez determinar los equipos y accesorios para su instalación.

En el **Capítulo 2**, analizo conceptos generales, los accesorios utilizados, por ejemplo: conductores, tipos de conductores, clases de luminarias, tuberías y el lugar donde se ubicará el centro de distribución de emergencia.

En el **Capítulo 3**, hago referencia al montaje del generador propiamente dicho, pues analizo su carga, sistema de alimentación, capacidad de generación, características del generador.

En el **Capítulo 4**, presento los planes de diseño y diagramas unifilares del sistema de emergencia.

Y por último, tenemos todo lo que se refiere a las Conclusiones y Recomendaciones que permitirán mejorar el sistema implantado.

Cabe mencionar que la red auxiliar, tendrá su respectivo tablero de transferencia y que es de característica automática y su panel de breaker. Estos dos elementos en conjunto con el generador eléctrico estarán ubicados a lado de la subestación.

La Dirección del Colegio, se compromete a construir una caseta para salvaguardar la integridad de estos equipos, así como también para evitar el ruido cerca de las aulas de clases.

# CAPÍTULO 1

## ANÁLISIS DE LA DEMANDA

### 1.1. Concepto

El diseño de una instalación eléctrica requiere del conocimiento de la potencia o carga que se va a alimentar. Por carga se entiende la que será demandada a la instalación y no a la suma de las capacidades de los equipos que serán instalados.

Mientras mayor información se tenga al respecto del consumo y de las condiciones de operación de todos los elementos que estarán conectados a la instalación, mayores serán las posibilidades de un cálculo que cumpla con los requerimientos técnicos y que sea económico.

Es prácticamente imposible conocer con exactitud la carga de una instalación compleja. En la etapa del anteproyecto se

empieza con una estimación que permita realizar una evaluación presupuestal aproximada. Sin embargo se puede hacer un cálculo detallado con la información de todos los equipos que serán conectados y obtener un valor preciso de la carga.

## **1.2. Determinación de la carga instalada**

La determinación de la carga es un valor que requiere de técnica, pero también de criterio para definir los preparativos que deben dejarse para el futuro, así como la influencia de los posibles ciclos de operación. Una reserva excesiva representará una inversión que tal vez nunca se utilice.

Por el contrario reservas escasas pueden provocar un problema de corto plazo. Por esta razón es recomendable estudiar varias opciones. En el análisis debe contemplar los efectos que las variaciones de las cargas con el tiempo puedan

tener, sobre la regulación del voltaje y sobre el costo de la energía.

### **1.3. Cálculo de la demanda eléctrica**

La precisión que se obtiene con los métodos estimativos resulta insuficiente para obtener las capacidades de los elementos de una instalación eléctrica y las secciones de los conductores.

Un cálculo más preciso se inicia cuando se conocen los consumos de energía, de cada uno de los equipos y servicios que serán alimentados por la instalación.

#### **1.3.1 Potencia instalada**

Es la sumatoria de los consumos nominales de cada elemento consumidor, de acuerdo a las características del tipo de cargas.



$$j=h$$

$$P_{inst} = \sum P_j$$

$$j=0$$

$P_j$  = potencia de cada elemento

Para determinar la demanda debemos analizar todos los consumidores del sistema que son los siguientes:

### 1.3.2 Panel de distribución de oficina

40 lámparas 1 Ø-120v – 80w c/u	40 x 80	3200 w
30 tomacorrientes 1Ø-120v-150w c/u	30 x 150	4500 w
7 focos 1 Ø -120v – 100w c/u	7 x100	700w
6 aires acondicionados 1 Ø–208v-2.24 Kw c/u	6 x 2240	13.440 w
2 aires acondicionados 1 Ø-208v-3.4 Kw c/u	2 x 3400	6800w
6 reflectores 1 Ø-208v-500w c/u	6 x 500	3000w

$$P = 31640 w$$

$$P = Vn \times In \times \text{Cos } \emptyset$$

$$V = 208 \text{ V} \quad In = ?$$

P

31640 w

$$In =$$

$$In =$$

$$Vn \times \text{Cos } \emptyset$$

$$208 \text{ V} \times 0.95$$

$$In = 160.12 \text{ A}$$

Cálculo de la Corriente de Carga con factor de Simultaneidad (Fs)

$$Fs = 0.7$$

$$Ic = In \times Fs$$

$$Ic = 160.12 \times 0.7$$

$$Ic = 112 \text{ A}$$

$$I \text{ medida} = 65 \text{ A}$$

Disyuntor	Conductor	Tubería
2p – 125 A	2# 1/0 + 1# 6	Ø 2"

### 1.3.3 Panel de distribución aulas superiores

32 lámparas 1Ø-120V-80W c/u	32 x 80	2560W
--------------------------------	---------	-------

18 tomacorrientes 1Ø –120V –150W c/u	18 x 150	2700W
07 ventiladores de tumbado 1Ø-120V-300W c/u	7 x 300	2100W
	<b>Total:</b>	<b>7350W</b>

#### 1.3.4 Panel de distribución Laboratorio de Física

29 lámparas 1Ø-120V-80w c/u	29 x 80	2320 W
10 tomacorrientes 1Ø-120V-150W c/u	10 x 150	1500 W
10 tomacorrientes 1Ø-208V-250Wc/u	10 x 250	2500 W
1 aire acondicionado 1 Ø-208V-2.24Kw c/u	1 x 2240	2240W
8 reflectores 1Ø-208V-500W c/u	8 x 500	4000W
25 focos 1Ø-120V-150W c/u	25 x 150	3750W
	<b>Total:</b>	<b>16310W</b>

$$P_t = P_1 + P_2$$

$$P_t = 7360W + 16310W$$

$$P = V_n \times I_n \times \cos \phi$$

$$P = 23670W$$

$$I_n = \frac{P}{V_n \times \cos \phi} = \frac{23670W}{208V \times 1}$$

$$I_n = 113.7 A$$

Cálculo de la Corriente de Carga con Factor de Simultaneidad (Fs)

$$F_s = 0.7$$

$$I_c = I_n \times F_s$$

$$I_c = 113.7 \times 0.7$$

$$I_c = 79.6 A$$

Disyuntor	Conductor	Tubería
2p – 100 <sup>a</sup>	2 # 2 + 1 # 6	Ø 2"

### 1.3.5 Panel de distribución Aulas Superiores

38 lámparas 1Ø-120V-80W c/u	38 x 80	3400W
--------------------------------	---------	-------

14 tomacorrientes 1Ø-120V-150W c/u	14 x 150	2100W
8 ventiladores de tumbado 1Ø-120V-300W c/u	8 x 300	2400W
	Total:	7900W

$$P = 7900W$$

$$P = V_n \times I_n \times \cos \emptyset$$

$$V = 208V \quad I_n = ?$$

$$P = 7900W$$

$$I_n =$$

$$I_n =$$

$$V_n \times \cos \emptyset$$

$$208V \times 1$$

$$I_n = 37.98 A$$

Cálculo de la Corriente de Carga con Factor de Simultaneidad (Fs)

$$F_s = 0.7$$

$$I_c = I_n \times F_s$$

$$I_c = 37.98 \times 0.7$$

$$I_c = 26.586 \text{ A}$$

Disyuntor	Conductor	Tubería
2p – 60 <sup>a</sup>	2# 6 + 1 #8	Ø 1"

### 1.3.6 Panel de distribución Taller Eléctrico

26 lámparas 1Ø-120V-80W c/u	26 x 80	2080W
17 tomacorrientes 1Ø-120V-150W c/u	17 x 150	2550W
7 ventiladores de tumbado 1Ø-120V-300W c/u	7 x 300	2100W
5 tomacorrientes 1 Ø – 208V – 250W c/u	5 x 250	1250W
4 reflectores 1Ø – 208V- 500W c/u	4 x 500	2000W
8 tomacorrientes 3Ø -208V-500W c/u	8 x 500	4000W
	<b>Total:</b>	<b>13980W</b>

$$P = 13980W$$

$$P = \sqrt{3} \times V_n \times I_n \times \cos \phi$$

$$V = 208V$$

$$I_n = ?$$

P

13980W

$$I_n =$$

$$I_n =$$

$$\sqrt{3} \times V_n \times \cos \emptyset$$

$$1.73 \times 208V \times 1$$

$$I_n = 38.85 A$$

Cálculo de la Corriente de Carga con Factor de Simultaneidad (Fs)

$$F_s = 0.8$$

$$I_c = I_n \times F_s$$

$$I_c = 38.85 \times 0.8$$

$$I_c = 31.08 A$$

Disyuntor	Conductor	Tubería
3p – 100 <sup>a</sup>	3#4 + 1#6	Ø 3"

### 1.3.7 Panel de distribución Laboratorio de Química

26 lámparas 1Ø-120V-80W c/u	26 x 80	2080W
10 tomacorrientes 1Ø-120V-150W c/u	10 x 150	1500W

7 ventiladores de tumbado 1Ø-120V-300W c/u	7 x 300	2100W
8 tomacorrientes 1Ø-208V-250W c/u	8 x 250	2000W
2 tomacorrientes 3Ø-208V-500W c/u	3 x 500	1500W
	<b>Total:</b>	<b>9180W</b>

$$P = 9180W$$

$$P = \sqrt{3} \times V_n \times I_n \times \cos \emptyset$$

$$V = 208V \quad I_n = ?$$

### 1.3.8. Panel de distribución Aulas del Primer Nivel

32 lámparas 1Ø-120V-160W c/u	32 x 160	5120W
23 tomacorrientes 1Ø-120V-150W c/u	23 x 150	3450W
8 ventiladores de tumbado 1Ø-120V-300W c/u	8 x 300	2400W
4 reflectores 1Ø-208V-	4 x 500	2000W



20 focos 1Ø-120V-100W c/u	20 x 100	2000W
	<b>Total:</b>	<b>14970W</b>

$$P = 14970W$$

$$P = V_n \times I_n \times \cos \emptyset$$

$$V = 208V \quad I_n = ?$$

$$P = 14970W$$

$$I_n = \quad I_n =$$

$$V_n \times \cos \emptyset \quad 208V \times 1$$

$$I_n = 71.9 A$$

Cálculo de la Corriente de Carga con Factor de Simultaneidad (Fs)

$$F_s = 0.7$$

$$I_c = I_n \times F_s$$

$$I_c = 71.9 \times 0.7$$

$$I_c = 50.3 A$$

Disyuntor	Conductor	Tubería
2P – 70 A	2#4 + 1#6	Ø 2"

### 1.3.9. Cálculo del Disyuntor Principal

Panel de distribución oficinas	31600 W
Panel de distribución Laboratorio Física	16310 W
Panel de distribución Aulas Superiores	7900 W
Panel de distribución Taller Eléctrico	13980 W
Panel de distribución Laboratorio Química	9180 W
Panel de distribución Aulas Primer Nivel	14970 W
<b>Potencia total instalada =</b>	<b>93980 W</b>

$$P_{\max} = P_t \text{ inst.} \times F_s$$

$$F_s = 0.7$$

$$P_{\max} = 93980 \text{ W} \times 0.7$$

$$P_{\max} = 65786 \text{ W}$$

$$P = \sqrt{3} \times V_n \times I_n \times \cos \phi$$

P

65786w

$$I_n =$$

$$I_n =$$

$$\sqrt{3} \times V_n \times \cos \phi$$

$$1.73 \times 208 \text{ V} \times 0.95$$

$$I_n = 192.44 \text{ A}$$

Disyuntor	Conductor	Parrilla
3P – 225 A	3# 3/0 + 1# 2/0	Metálica

#### **1.4. Capacidad del banco de transformadores**

La capacidad del banco de transformadores del Colegio Mariscal Sucre de la ciudad de Guayaquil, es de 75 KVA, formado por tres transformadores monofásicos de 25 KVA; éste banco de transformadores está conectado en conexión estrella aterrizado, de sistema equilibrado.

Cabe señalar que la capacidad de la carga instalada a éste banco de transformadores se encuentra totalmente desequilibrado, siendo necesario balancear carga, porque uno de los transformadores se encuentra sobrecargado, en consecuencia hay fuga de aceite en uno de ellos.

Para establecer la capacidad del banco de transformadores, lo realizamos con los valores ya obtenidos anteriormente y detallamos lo siguiente:

Potencia máxima instalada

KVA =

$\text{Cos } \emptyset$

65786 W

KVA =

0.95

KVA = 69248.42

En consecuencia se necesita (3T – 25 KVA) que sería igual a 75 KVA. Las características de cada transformador son: /13.2 KV 7/ 7630V/ 120/240V, tipo convencional. El banco de transformadores se lo realizará en los planos que se detallen posteriormente.

### **1.5. Determinación del diagrama unificar del sistema actual**

El diagrama unificar es un dibujo en una sola línea y representa un circuito eléctrico.

En nuestro caso, el diagrama unificar lo hacemos para representar la acometida general del sistema, el diagrama estará completo cuando en él se indique exactamente el punto de arranque y la finalización del mismo, además se debe indicar con el nombre técnico de cada uno de los elementos que conforman el diagrama unificar, indicando además las especificaciones técnicas de los materiales o los elementos del sistema.

El diagrama unificar se lo diseñará más adelante.

## **1.6. Total de carga instalada**

Con el cálculo anteriormente realizado, ponemos en consideración los datos de la carga total actual, con el fin de que en el futuro se llegará a instalar un generador trifásico de emergencia donde abarque toda la carga de la facultad técnica y de ésta manera evitar la suspensión de las actividades. A continuación pongo a consideración el valor de la carga total instalada que es de 93.98 Kv.

Y para instalar un generador trifásico tendría que ser también 93.98 Kw a un factor de carga al 100%. Si tomamos en consideración el factor de carga en un porcentaje menor es decir al 70% nos dará un valor de potencia máxima instalada de 65.79 Kw.

Se deberá tomar en cuenta principalmente la conexión de los transformadores, que en este caso es una conexión estrella – estrella aterrizado de sistema equilibrado. En consecuencia, se deberá instalar un generador de emergencia trifásico de conexión en estrella y regulación automática; el generador debe tener un voltaje de 120/240 V y el de corriente de acuerdo a su capacidad de carga total instalada.

#### **1.7. Carga para alumbrado y tomacorrientes monofásicos 120/240V**

Esta es otra de las posibilidades de evitar el corte de energía eléctrica de la red urbana por falta de fuerza mayor a la Facultad Técnica, donde también se ha realizado el cálculo para ubicar un generador de emergencia monofásico de 120/240V. Con regulación de voltaje automático, pero solo con cargas de alumbrado y tomacorrientes.

El cálculo realizado de la carga monofásica es de 85 Kw al 100% de la carga total monofásica. Entonces el generador de emergencia sería monofásico o trifásico dependiendo de las necesidades.

### **1.8. Carga para alumbrado en aulas, oficinas y laboratorios**

En este caso se ha realizado el cálculo para instalar un generador monofásico de voltaje 120/240 V con una potencia de 4 Kw con regulación automática, de combustible a gasolina, que sólo dará servicio de emergencia en un 20% de la carga de cada dependencia; es decir, en aulas, oficinas y laboratorios del Colegio, con el fin de no suspender las clases, ni las actividades administrativas.

Para realizar este diseño de la nueva red auxiliar de alumbrado de emergencia se ha realizado nuevas instalaciones por las tuberías de la anterior instalación general de diseño, además se han desconectado las lámparas fluorescentes, en cada área, para alimentarse en la nueva red de emergencia y tomar nuevos circuitos independientes de la red de energía eléctrica urbana.

Estos circuitos independientes se ubicarán con sus protecciones en un panel de disyuntores de 4 polos y de esta manera quedan conformados 4 circuitos de la red auxiliar de alumbrado de emergencia; es decir, en el cuarto que se va a construir para el generador.



## **CAPÍTULO 2**

### **ELEMENTOS COMPONENTES DE LA RED AUXILIAR DE ALUMBRADO**

#### **2.1. Conductores y aislantes**

Se denominan conductores todos aquellos cuerpos que presentan poca resistencia al paso de la corriente eléctrica; los que menos resistencia ofrecen son los metales, entre ellos el cobre y el aluminio que son los más utilizados como buenos conductores eléctricos.

Se llama aislante, a los cuerpos no metálicos que por el contrario ofrecen una gran resistencia al paso de la

corriente eléctrica; entre los aislantes figuran el vidrio, la mica, la porcelana, etc.

Los conductores utilizados en la red auxiliar son:

TW – COBRE – 600 V – 60 grados centígrados # 14;  
para tejidos de lámparas fluorescentes y para las  
acometidas o alimentadores # 12.

Aplicación del TW para cables o alambres para  
edificaciones hasta 600 V.C.A.

El aislamiento del tipo TW es PVC termoplástico  
resistente a la humedad, no propaga la llama, está  
adecuada para una temperatura máxima del conductor  
de 60 grados centígrados.

## **2.2. Tuberías**

Son conductos formados de tubos por donde se llevan los cables con el fin de tener una mayor seguridad en las instalaciones eléctricas, estas pueden ser instaladas aéreas o subterráneas.

Todas las tuberías que se usarán en los circuitos derivados serán de EMT y PVC pesado. Los tubos metálicos se acoplarán entre ellos por medio de uniones del tipo EMT con tornillos y por cajas de paso por medio de conectores del mismo tipo.

### **2.3. Centro de Distribución de emergencia**

El Centro de distribución de emergencia se encuentra ubicado en el cuarto del generador, el cual tiene cuatro circuitos ramales de tipo de disyuntores de enchufar, cada uno de ellos es de 20 amperios, que alimentan las siguientes áreas:

- Aulas Superiores

- Laboratorios
- Oficinas
- Aulas inferiores

Las alimentadoras del sistema de emergencia de cada área, van desde el centro de distribución de la red urbana de cada área; en dichos paneles están alojadas unas borneras para las conexiones de los circuitos derivados de emergencia, las borneras son de fácil acceso e identificadas para evitar confusiones con los demás circuitos de la red urbana.

## **2.4. Clasificación de las luminarias de acuerdo al tipo de lámpara**

Es difícil establecer una clasificación de las luminarias, con respecto al tipo de lámparas, ya que cada lámpara

tiene una función específica dependiendo de las necesidades.

No obstante, desde el punto de vista general, se pueden agrupar de la siguiente forma:

- Luminarias para lámparas incandescentes.
- Luminarias para lámparas vapor de mercurio de luz mezcla.
- Luminarias para lámparas de vapor de sodio y halógenos metálicos.
- Luminarias para lámparas fluorescentes.

En la obra del Colegio, se utilizaron lámparas incandescentes, a la entrada de aulas y corredores, lámparas fluorescentes, se utilizaron dentro de las aulas y laboratorios y en administración. Lámparas de vapor de sodio, se utilizaron en los patios y cercas del Colegio.

## **2.5. Lámparas fluorescentes**

En las lámparas cuyos tubos al ser mayor su longitud, se necesita una mayor tensión entre electrodos o filamentos, para mantenerlos encendidos, por lo que la reactancia se cambia por autotransformador.

En las instalaciones con tubos fluorescentes, por ser, bajo el factor de potencia, es necesario colocar un condensador en derivación con cada tubo, para de esta forma conseguir por lo menos un  $\text{Cos } \varnothing = 0.85$ . Otras veces en lugar de3 colocar el condensador a cada tubo, bastará con poner uno general que corrija el bajo factor de potencia del conjunto de la instalación.

La ventaja del tubo fluorescente sobre la lámpara de incandescencia, es su mayor rendimiento lumínico, compensando el punto de luz fluorescente, su mayor costo en relación con el de incandescencia.

## 2.6. Clases más importantes de lámparas fluorescentes

Según el sistema de encendido, las lámparas fluorescentes se clasifican en los siguientes grupos:

	Encendido por cebador start (R.S.)	Rapid-
<b>Electrodo precalentado</b> exterior	Encendido sin cebador	Con cinta
(R.D.)	Arranque rápido	Encendido

**Electrodo sin precalentar:** Con cinta interior de encendido  
Arranque instantáneo

Para el caso de la red auxiliar de alumbrado de emergencia, se han utilizado lámparas fluorescentes de encendido rápido (Rapid - Start) de 80 watt.

A continuación se dibujará el esquema (figura 11) de la instalación de las lámparas fluorescentes con encendido rápido (rapad – Start).



## 2.7. Accesorios

Los accesorios utilizados en este trabajo han sido ubicados en diferentes áreas con la mayor facilidad. A continuación detallamos lo siguiente:

- Interruptores Ticino.

Ubicados en aulas, oficinas y laboratorios

- Panel de breakers de 4 polos.

Ubicado en la caseta del generador y que son los disyuntores de protección de cada circuito

- Borneras.

Están ubicadas en los paneles de distribución de la red urbana.

## **CAPÍTULO 3**

### **MONTAJE DEL GENERADOR**

#### **3.1. Capacidad de carga del generador**

El generador que se ha empleado para alimentar la red auxiliar de alumbrado en el Colegio Mariscal Sucre de la ciudad de Guayaquil, de marca americana y de acuerdo a experiencias realizadas con cargas resistivas e inductivas que fueron conectadas al generador para estas pruebas, dieron como resultado que la carga que soporta es de 4 Kw, que también constan en la placa del fabricante.

Este generador tiene un factor de servicio (S.F.) del 10%, con la cual nos da una potencia máxima de 4.4 Kw.

Cabe indicar que la red estará alimentada por una tensión de 120-240 voltios, a una frecuencia de 60Hz.

El generador no debería exceder su capacidad de carga, durante períodos de tiempos largos, hay que asegurarse que el voltaje, amperaje y frecuencia de los elementos que al conectar corresponden a la capacidad del generador. El generador no deberá funcionar con capacidades intermitentes, durante más de 10 minutos por cada hora de funcionamiento. Se pretende con ello evitar daños.

### **3.2. Tanque de combustible y sistema de alimentación**

Para nuestro caso, el tanque de combustible, en el cual almacenaremos “gasolina”, tiene una capacidad de cuatro galones (16 litros). Además este recipiente es tratado químicamente; es decir, ionizado para evitar la oxidación y prolongar la vida útil del recipiente.

El tanque de combustible lleva una ventilación, por la cual emana los gases de la gasolina, a la vez para mantener el fluido constante de la misma. En la parte inferior del tanque se soldará una llave de paso que sirve para controlar el flujo. La línea de alimentación del combustible que va desde el tanque al carburador del motor es una manguera de 3/8", en la cual irá intercalado un filtro para evitar el paso de impurezas hacia el carburador.

### **3.3. Capacidad de carga de consumo por hora**

La capacidad de consumo de gasolina del generador es de 1 ½ litros por hora a plena carga, por lo tanto el tanque de combustible tiene capacidad de almacenar gasolina para mantener funcionando el generador 10.5 horas.

### **3.4. Arranque del generador**

El generador de emergencia originalmente tenía un sistema de arranque normal, pero en la red auxiliar debe entrar con el panel de transferencia automática, por lo que fue necesario cambiarle el sistema de arranque, mediante un motor que se acopla a una estructura metálica y que a la vez esté sujeta a la base del motor. Al excitarse el automático del motor de arranque saldrá el vendix, el cual comenzará a girar y a la vez a hacer rotar el piñón o cinta del motor generador para vencer la inercia e iniciar el trabajo del generador.

La alimentación del motor de arranque se la realiza mediante una batería de 12 V. DC.

### **3.5. Variación de tensión en los bornes**

Cuando se produce una variación de carga en una máquina motriz (turbina hidráulica, vapor, etc.), se modifica también el par resistente de dicha máquina;

entonces la velocidad variará y esta variación será inversamente proporcional al par resistente; es decir que:

- Cuando aumenta el par resistente, disminuye la velocidad.
- Cuando disminuye el par resistente, aumenta la velocidad.

Lo cual quiere decir que el funcionamiento de una máquina motriz sería inestable ya que con poca carga tendería a embalsarse y con mucha carga tendería a frenarse. En las instalaciones de suministro de energía eléctrica, la carga conectada a la red es muy variable y depende de los meses del año y de las horas del día. Para solucionar este problema, hay que equilibrar el trabajo de la máquina motriz, con el trabajo resistente de las cargas conectadas a la red.

Motores a diesel.- Se conecta el regulador al vástago que controla el vapor del carburante inyectado.

Motores de gas a gasolina.- El regulador va acoplado con el dispositivo de admisión del carburante del motor.

Turbinas de vapor.- El regulador actúa sobre las válvulas que regulan el flujo del vapor a la turbina.

El voltaje en bornes también varía dependiendo del tipo de carga que se le conecte al generador.

Como es carga inductiva, el factor de potencia es atrasado, por lo tanto el voltaje en bornes disminuye significativamente.

Cuando es carga resistiva, el factor de potencia es uno, por lo tanto el voltaje en bornes sufre una ligera disminución.

Cuando es carga reactiva, el factor de potencia es adelantado por lo tanto el voltaje en bornes se elevará.

Una forma apropiada de comparar el voltaje en los bornes es por medio de la regulación de voltaje.

### 3.6. Datos de placa

Los datos de placa del generador son: (ver tabla 2)

HOMELITE

Charlote, NC, USA 28273

See operating instructions

Model	HL4400	PH	1.0
Serie N.	HQ2330131	HZ	60
TU	0,3698 A	RPM	3600
PF	1,0	FC	40
A.C.			
Watts	4000		
Volts.	120/240		
AMP	33,3/16,6		



### **3.6. Panel de transferencia automática**

El panel de transferencia automática, es un dispositivo electromagnético automatizado que nos permite abrir o cerrar contactos para energizar o desenergizar los elementos conectados a ellos.

### **3.7. Elementos que conforman el panel**

La transferencia automática, se ha realizado con elementos de acuerdo a la capacidad de la carga a instalarse a la transferencia y los elementos utilizados son:

- Contactores.
- Relé de control a 120 V CA.
- Relé de control de 12 V DC.
- Temporizador programable.
- Fusibles tipo botella.
- Pulsadores de parada y marcha.

- Luces de señalización.
- Selector de tres posiciones (manual – paro – automática.
- Amperímetro de C.A.
- Voltímetro de C.A.

### **3.9. Baterías**

Se denomina batería a un recipiente o vaso de Ebonita, en el interior del cual hay una serie de placas de óxido de plomo que forman dos grupos, uno que constituyen las placas positivas y otro las placas negativas, en cada grupo las placas están unidas entre si y salen al exterior por contacto llamado borne; las placas están en una solución de ácido sulfúrico en agua, llamado “ELECTROLITO” (compuesto aproximadamente por 2.5 volúmenes de agua destilada por un volumen de ácido sulfúrico puro).

La batería de acumuladores no acumula ni almacena electricidad en forma de corriente, sino que transforma la energía eléctrica en energía química, de manera que si le conectamos consumidores, que pueden ser: focos, arranques, etc., la batería transforma de nuevo la energía química en energía eléctrica.

La potencia de la batería, varía dependiendo de las necesidades de uso.

En nuestro caso la batería está formada por 6 placas, cada placa genera 2V. DC.

### **3.10. Diagrama de control del generador (figura 12)**

A continuación podemos apreciar el diagrama de control del generador.

**Figura 12: Diagrama de control del generador**

## **CAPÍTULO 4**

### **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA RED AUXILIAR DE ALUMBRADO**

**4.1. Plano eléctrico de la red auxiliar de alumbrado en aulas, oficinas y laboratorios**

**(Ver diagrama adjunto)**

**4.2. Diagrama unificar del sistema de emergencia.**

**(Ver diagrama adjunto)**

### **4.3. Ubicación de los elementos del sistema de emergencia.**

Se encontrarán ubicados en una caseta adyacente a un cuarto de transformadores, el objeto de esto es por seguridad e integridad de los elementos, ya que en este cuarto también se alojará el tanque de combustible para el funcionamiento del generador, este tanque irá separado del cuarto del generador aproximadamente 1.5 m., con el fin de evitar que alguna chispa emanada por el motor de combustión vaya a ocasionar la inflamación del tanque de combustible.

En esta misma caseta irán alojados los tableros de fuerza y control del sistema de emergencia. Este cuarto deberá tener una adecuada ventilación con el fin de que salgan los gases emanados por la combustión de la gasolina.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

Cuando se utiliza un sistema de emergencia, lo que se busca es mantener en funcionamiento cargas esenciales que no pueden paralizarse, hasta que regrese el suministro eléctrico. En nuestro caso específico del Colegio, instalamos la red de alumbrado de emergencia para:

- Que las actividades docentes no tengan ninguna paralización.
- No suspender las actividades administrativas.

- Para que tengan continuidad los experimentos que se realicen en los laboratorios.
- Por encontrarse el colegio, ubicado en una zona apartada, para iluminar los espacios estratégicos para la seguridad de los maestros y alumnos.

## **RECOMENDACIONES**

Con la finalidad de que la red auxiliar de emergencia preste un servicio adecuado, se recomienda observar los siguientes literales:

- Construir una caseta de 4 metros cuadrados, conforme lo estipula EMELEC.
- Operar el sistema de acuerdo al manual de instrucciones del generador y de transferencia automática.



- Manipular los interruptores de las lámparas de emergencia que se encuentran ubicados de manera general en la parte inferior de las cajas de los interruptores.

En lo que se relaciona al cuarto de transformadores que se encuentran instalados para proveer la energía eléctrica a todo el Colegio, es necesario que se dé un mantenimiento general, dado que en una inspección visual que se realizó se encontró lo siguiente:

- Existencia de polvo sobre los conductores que están alojados en las parrillas en los transformadores y en el área del cuarto.
- Fuga de aceite en el transformador por empaque de tapas.
- Análisis de la rigidez eléctrica del aceite y del factor de potencia.

- Reajuste de terminales.
- Balancear las cargas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Alberto P. Maiztegui y Jorge Sabato, INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA  
No. 2.

Alfonso Lagoma, BIBLIOTECA PRÁCTICA DE LA ELECTRICIDAD.

N.Bratu y E. Campero, INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

J.A. Tabeada, MANUAL DE LUMINOTÉCNICA.

Stephen J. Chapman, MÁQUINAS ELÉCTRICAS, Universidad de  
Houston, 2da. Edición – Houston – USA.

José Roldán Vitoria, MANUAL DEL ELECTRICISTA DE TALLER,  
Madrid – España. – Editorial PARANINFO, S.A. 3RA. EDICIÓN.