

11126
53



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

ILUMINACION E INSTALACIONES ELECTRICAS
"ESTUDIO DE SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA PARA LOS
DISTINTOS ALBERGUES DEL ZOOLOGICO DE SAN JUAN DE ARAGON
FASE III"

TRABAJO DE SEMINARIO
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
JORGE / MARTINEZ CRESCENCIO

ASESOR: ING. JAIME RODRIGUEZ MARTINEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2003

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

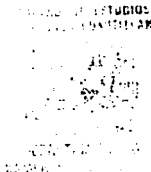
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Eliminación e instalaciones eléctricas " Estudio de suministro de energía eléctrica
para los distintos albergues del Zoológico de San Juan de Aragón fase III "

que presenta el pasante Martínez Crescencio Jorge

con número de cuenta 9019605-4 para obtener el título de :

Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

A T E N T A M E N T E

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx a 09 de septiembre de 2003

MODULO

PROFESOR

FIRMA

1

Ing. Jaime Rodríguez Martínez

2

Dr. en A.L. Pedro Guzmán Jiménez

3

Ing. Castillo Rodríguez Arciniega

Agradecimientos y dedicatorias

A quienes siempre me han demostrado su amor, apoyo, cariño y confianza mis padres Aristeo e Inocencia.

A mis hermanos José y Patricia que siempre han confiado en mí.

A mi esposa Silvia, amiga y gran compañera gracias por todo el amor, cariño y confianza que tu me das.

A esta institución que me brindó sus conocimientos y herramientas necesarias para formarme como profesionalista.

Univerisad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Indice

Antecedentes	1
Capitulo 1	
Conceptos básicos de electricidad.	
1.1.1. - Instalación eléctrica.	2
1.1.2. - Objetivos de una instalación eléctrica.	2
1.1.3. - Clasificación de una instalación eléctrica.	2
1.1.3.1. - Nivel de voltaje.	2
1.1.3.2. - Lugar de instalación.	3
1.1.4. - Tipos de instalaciones eléctricas.	3
1.1.5. - Vida de una instalación eléctrica.	3
1.2. - Conceptos básicos de circuitos eléctricos.	3
1.2.1. - Corriente.	3
1.2.2. - Voltaje.	4
1.2.3. - Resistencia.	4
1.2.4. - Caída de voltaje.	4
1.3. - Condiciones de operación de los circuitos eléctricos.	5
1.3.1. - Conexión serie.	5
1.3.2. - Conexión paralelo.	6
1.4. - Potencia.	7
1.5. - Los circuitos de corriente alterna.	8
1.6. - Relación vectorial entre voltajes y corrientes.	9
1.6.1. - Reactancia inductiva.	10
1.6.2. - Reactancia capacitiva.	11
1.7. - Impedancia.	11
1.8. - Factor de potencia.	12
1.9. - Circuitos trifásicos.	14
1.9.1. - Conexión estrella.	15
1.9.2. - Conexión delta.	16
1.10. - Características de la carga.	18
1.10.1. - Energía.	18

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.10.2. -	Relación entre las potencias aparente, activa y reactiva.	18
1.10.3. -	Corriente de carga en circuitos monofásicos.	18
1.10.4. -	Corriente de carga en sistemas trifásicos balanceados (3 o 4) conductores.	19
1.10.5. -	Caída de voltaje.	19
1.10.6. -	Motores eléctricos.	19
1.10.7. -	Motores eléctricos de corriente alterna.	19
1.10.8. -	Motores monofásicos.	20
1.10.9. -	Motores trifásicos.	20
	Capítulo 2	
	Canalizaciones eléctricas	
2.1. -	Canalizaciones eléctricas.	22
2.2. -	Cajas de conexiones.	22
2.3. -	Ductos .	23
2.4. -	Charolas.	23
2.5. -	Tuberías y canalizaciones.	24
2.5.1. -	Tubos conduit.	24
2.5.2.-	Tubo de acero galvanizado de pared gruesa.	24
2.5.3. -	Tubo de acero galvanizado de pared delgada.	24
2.5.4. -	Tubo de acero esmaltado de pared gruesa.	25
2.5.5. -	Tubo de aluminio.	25
2.5.6. -	Tubo flexible.	25
2.5.7. -	Tubo de plástico flexible.	25
	Capítulo 3	
	Conductores eléctricos	
3.1. -	Conductores eléctricos.	25
3.1.1. -	Aislamiento de los conductores.	26
3.2. -	Aisladores.	27
3.3. -	Cables.	28
3.3.1. -	Selección del calibre de conductores para instalaciones eléctricas de baja tensión.	28

3.3.2. -	Número de conductores en un tubo conduit.	28
3.3.3. -	Tamaño de los cables.	29
3.3.4. -	Densidad de corriente y tamaño de los cables.	30
3.3.5. -	Resistencia de un conductor.	30
3.3.6. -	Efecto de calor en un conductor.	30
3.3.7. -	Determinación del aumento de la resistencia de un conductor debido a los cambios de temperatura.	30
3.4. -	Protecciones.	30
3.5. -	Fusibles.	31
3.6. -	Interruptores.	31
3.7. -	Sistema de tierras.	31
3.7.1. -	Objetivos del aterrizaje.	32
3.7.2. -	La conexión a tierra (aterrizaje).	32
	Capítulo 4	
	Proyecto	
4.1. -	- Estudio de suministro de energía eléctrica para los albergues de hipopótamo y chimpancé en el zoológico de San Juan de Aragón.	34
4.2. -	Área de trabajo.	34
4.3. -	Planteamiento del problema.	35
4.4. -	Análisis del problema.	35
4.5. -	Cuadro de cargas.	36
4.6. -	Diagrama unifilar.	38
4.7. -	Cálculo de calibre de conductores y protecciones.	39
4.7.1. -	Albergue de chimpancé.	39
4.7.2. -	Albergue de hipopótamo.	42
	Conclusiones.	46
	Bibliografía.	47
	Apéndice.	49
	Glosario.	54

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Antecedentes.

El zoológico de San Juan de Aragón es uno de los zoológicos más importantes de la ciudad de México debido a la gran diversidad de animales, flora y fauna con los cuales cuenta, aunque el zoológico de San Juan de Aragón carece de muchos servicios como son: mantenimiento e instalaciones, así como de albergues para los animales; se ha diseñado un programa a largo plazo en el cual se puedan cubrir todas las necesidades del mismo y que más adelante se pueda llevar a cabo la apertura al público del mismo, aunque la finalidad del gobierno de la ciudad de México es abrirlo al 100% en un periodo que comprende cinco etapas de remodelación.

En la etapa número III para la apertura al público se tienen contemplados la construcción de los albergues del hipopótamo y chimpancé, león, jirafa, ungulados, elefante y rinoceronte.

Para dicha apertura se han realizado estudios de obra civil, y / o arquitectura de paisaje e instalaciones hidro-sanitarias y eléctricas para la estancia, seguridad y comodidad de los animales en el zoológico de San Juan de Aragón.

Es en esta etapa III en donde nosotros nos enfocaremos al estudio del suministro de energía eléctrica y al funcionamiento adecuado de los calibres de los conductores.

Teniendo en cuenta que si se selecciona el calibre correcto de acuerdo a nuestras necesidades obtendremos un beneficio en el ahorro de la economía.

Teniendo en cuenta que al utilizar un calibre de conductor mayor o menor al que se requiere, se reflejara en un costo adicional innecesario.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 1

Conceptos básicos de electricidad

1.1.1. -Instalación eléctrica

Se entiende por instalación eléctrica al conjunto de elementos necesarios para conducir y transformar la energía eléctrica, para que sea empleada en las máquinas y aparatos receptores para su utilización final.

1.1.2. - Objetivos de una instalación eléctrica

1. - Seguridad
2. - Eficiencia
3. - Economía
4. - Mantenimiento
5. - Distribución de elementos, aparatos, equipos, etc.
6. - Accesibilidad

1.1.3. -Clasificación de una instalación eléctrica

Las instalaciones eléctricas se clasifican de diferentes formas, nivel de voltaje y lugar de instalación, aunque podrían señalarse otras por su duración, (temporales y definitivas), por su modo de operación (normal y de emergencia) o por su construcción (abierta aparente y oculta).

1.1.3.1. - Nivel de voltaje.

- A) Instalaciones no peligrosas: cuando su voltaje es menor o igual a 12 [V].
- B) Instalaciones de baja tensión: cuando el voltaje con respecto a tierra no excede 750 [V].
- C) Instalaciones de media tensión: se consideran en un rango de 1000 y 15000 [V], en media tensión es muy común encontrar instalaciones con motores de mas de 200 [Hp] que operan con un voltaje de 4160 [V] entre fases y 2400 [V]entre fase y neutro.
- D) Instalaciones de alta tensión: cuando los voltajes son superiores a los mencionados anteriormente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.1.3.2.- Lugar de instalación.

Las instalaciones eléctricas también pueden clasificarse en normales y especiales, según el lugar en donde se ubiquen.

- A) Las instalaciones normales pueden ser interiores o exteriores. Las que están a la intemperie deben tener los accesorios necesarios (cubiertas empaques y sellos) para evitar la penetración de lluvia aún en condiciones de tormenta.
- B) Se consideran instalaciones especiales aquellas que se encuentran en áreas con ambiente peligroso, exclusivamente húmedo o con grandes cantidades de polvo no combustible.

1.1.4. - Tipos de instalaciones eléctricas

- 1. - Totalmente visibles
- 2. - Visibles entubadas
- 3. - Temporales
- 4. - Provisionales
- 5. - Parcialmente ocultas
- 6. - Ocultas
- 7. - A prueba de explosión.

1.1.5. - Vida de una instalación eléctrica.

La vida de una instalación eléctrica es el tiempo que transcurre desde su construcción hasta que se vuelve inservible. Sin embargo es complejo precisar la vida de una instalación ya que influyen muchos factores. Entre otros están: el proyecto, la ejecución, las condiciones de uso, el mantenimiento y el medio ambiente.

1.2. - Conceptos básicos de circuitos eléctricos.

1.2.1. - Corriente

La corriente que circula a través de un circuito es igual al voltaje aplicado al mismo dividido entre su resistencia total.

$$I = \frac{V}{R} \quad [A].$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

I = corriente en amperes

V = voltaje aplicado en volts

R = resistencia del circuito en ohms.

1.2.2. - Voltaje

El voltaje aplicado a un circuito es igual a la corriente que circula a través del mismo, multiplicada por la resistencia del circuito.

$$V = R I \text{ [V]}$$

1.2.3. - Resistencia

La resistencia de un circuito es igual al voltaje aplicado al circuito dividido entre la corriente que circula por el mismo.

$$R = \frac{V}{I} \text{ [} \Omega \text{]}$$

1.2.4. - Caída de voltaje

Como resultado de la corriente que circula por la resistencia de los conductores, se produce una cierta "caída de voltaje" que se calcula con la expresión:

$$V = R I \text{ [v]}$$

V = caída de voltaje.

R = resistencia del circuito

I = corriente que circula por el circuito.

La caída de voltaje en el circuito se le resta voltaje aplicado al circuito para obtener el voltaje aplicado a la carga. Esta consideración de la caída de voltaje es importante para el cálculo de las instalaciones eléctricas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.3. - Condiciones de operación de los circuitos eléctricos.

El cálculo de las condiciones de operación para alimentar un determinado número de dispositivos de carga por medio de un circuito, se basa por lo general en dos reglas para las conexiones de la carga.

1.3.1. - Conexión serie.

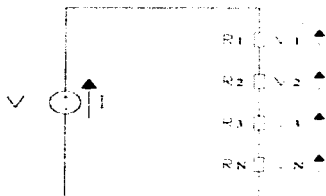


FIGURA 1.3.1. Conexión serie.

Se dice que un circuito está conectado en serie, cuando por todos los dispositivos de carga circula la misma corriente, en estos circuitos la resistencia total es la suma de la resistencia de carga y la de los propios conductores.

La corriente que circula a través del circuito se calcula como:

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N} \quad [A].$$

donde:

I = corriente que circula por todas las resistencias

V = voltaje aplicado al circuito.

$R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_N$ = Resistencia de los circuitos conectados en serie.

La caída de voltaje en cada resistencia se obtiene por aplicación de la ley de ohm.

$V_1 = R_1 I$, $V_2 = R_2 I$, $V_3 = R_3 I$, ..., $V_N = R_N I$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.3.2. - Conexión en paralelo



FIGURA 1.3.2.1. CONEXIÓN EN PARALELO

La llamada conexión en paralelo resulta ser la más empleada tanto en alumbrado como en instalaciones eléctricas de fuerza.

En los circuitos en paralelo todos los elementos o cargas se conectan entre los conductores que se alimentan de la fuente de voltaje y por lo tanto el voltaje es igual en cada uno de los elementos conectados en paralelo.

Con el mismo voltaje aplicado a través de todas las cargas la corriente total que demanda el circuito es igual a la suma de las corrientes individuales que demanda cada elemento y que se calcula de acuerdo con la expresión.

$$I = \frac{V}{R} \quad [A].$$

Si se desea calcular el valor equivalente de la resistencia para las resistencias conectadas en paralelo se emplea:

$$\frac{1}{R_{EO}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_N} \quad [\Omega]$$

donde:

R_{EO} = resistencia equivalente del conjunto

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_N$ = resistencias individuales o de cada elemento.

1.4. - Potencia

Los sistemas eléctricos, ya sea una simple batería que opera una campana, o una compleja instalación industrial que alimenta a un gran número de lámparas y motores eléctricos y que tiene el propósito de producir alumbrado y hacer girar los motores para accionar las bombas, ventiladores, transportadores, etc. o bien producir calor, tienen como propósito final desarrollar una potencia o producir un trabajo.

En el análisis de cualquier circuito para instalaciones eléctricas se involucran aspectos de voltaje, resistencia y corriente, pero las últimas consideraciones son siempre de potencia y de trabajo.

La potencia es una medida del índice para desarrollar un trabajo. La potencia mecánica se mide en "caballos de fuerza" [Hp].

La energía es la capacidad para hacer un trabajo y se mide en las mismas unidades que el trabajo, kilogramos-metro, la energía puede estar almacenada en un cuerpo y se entrega cuando el objeto desarrolla un trabajo. La potencia eléctrica se designa comúnmente con las unidades de watt o kilowatt, el watt es la medida de la capacidad para desarrollar un trabajo eléctrico, el kilowatt es igual a 1000 watts y cuando se habla de la "potencia eléctrica" se hace referencia por lo general a watts o kilowatts de la carga de un circuito, la potencia eléctrica se puede expresar como:

$$P = V I \quad [W]$$

también como:

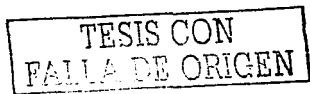
$$P = R I^2 \quad [W]$$

Esta expresión es comúnmente usada para expresar las pérdidas por efecto joule que se manifiesta en forma de calor.

Otra forma de expresar la potencia es a partir del voltaje aplicado al circuito, ya que se sabe que:

$$I = \frac{V}{R} \quad [A]$$

por lo que:



$$P = \frac{V^2}{R} \quad [w]$$

1.5. - Los circuitos de corriente alterna.

La gran mayoría de las instalaciones eléctricas residenciales o industriales, usan la llamada "corriente alterna", misma que es producida en las centrales generadoras de energía eléctrica y transformada en las subestaciones eléctricas para ser transmitida y distribuida por las llamadas líneas de transmisión y redes de distribución.

Desde el punto de vista del estudio de los circuitos eléctricos los valores más significativos son los valores "efectivos" o eficaces [rms] de la corriente y el voltaje.

Debido a que la corriente alterna esta constantemente variando con valores instantáneos y regularmente alternos en dirección, la única forma de calcular la corriente es determinando su valor eficaz. Esto se puede hacer calculando el efecto de calentamiento de la corriente alterna y dando a la corriente alterna la misma designación en amperes, que la corriente continua que produce el mismo efecto de calentamiento.

En corriente alterna cada ciclo de una alternación tiene lugar en un periodo determinado de tiempo, dependiendo de la frecuencia con que se producen las alternaciones, por ejemplo en México la frecuencia es de 60 ciclos / segundo o de 60 hertz, cada ciclo ocurre en 1/60 de segundo.

Existe otra forma de referirse a los ciclos o partes de ciclo de la corriente alterna y que no esta referida con la frecuencia, pero que facilita el análisis de los circuitos de corriente alterna, esta forma esta basada en las llamadas relaciones fasoriales y usa el concepto de ángulo electrico.

Se dice que un ciclo completo tiene 360 [°] una mitad de ciclo tiene 180 [°], etc. cada ciclo comienza en 0 [°], la alternación positiva o mitad de ciclo ocurre en la medida que el vector produce la llamada onda senoidal moviéndose de 0 a 180 [°]. La alternación negativa o medio ciclo ocurre de 180 a 360 [°]

En la figura 3 se muestra el perfil de una onda senoidal.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

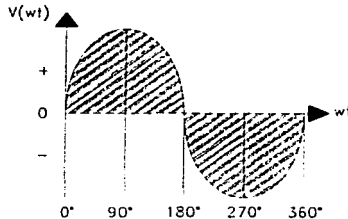


FIGURA 3 ONDA SENOIDAL DE CORRIENTE ALTERNA

los valores instantáneos de voltaje y corriente en cualquier punto de ciclo se pueden calcular como:

$$E_i = E_M \text{ SEN } \theta$$

$$I_i = I_M \text{ SEN } \theta$$

Donde E_M es el valor máximo de la onda de voltaje, que se encuentra a $90 [^\circ]$ para la parte positiva de la onda y $-E_M$ que se encuentra a $270 [^\circ]$ de la parte negativa.

I_M valor máximo de la onda de corriente a $90 [^\circ]$ (en la parte positiva) y $-I_M$ (en la parte negativa) a $270 [^\circ]$, representa el valor máximo negativo.

por lo que el valor eficaz de la corriente que produce el mismo efecto de calentamiento que una corriente continua de igual magnitud se puede calcular como :

$$I_{EF} = 0.7071 I_M$$

La misma relación es aplicable a los voltajes de corriente alterna.

$$V_{EF} = 0.7071 E_M$$

1.6. - Relación vectorial entre los voltajes y la corriente.

Cuando un voltaje de corriente alterna se aplica a un circuito que contiene resistencia únicamente, la onda de corriente pasa por su valor máximo y mínimo al mismo tiempo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

y en la misma dirección en estas condiciones se dice que la corriente esta en "fase" con el voltaje.

En los circuitos que contienen otros elementos como inductancias o capacitancias, las corrientes y voltajes no coinciden en sus valores máximos y mínimos y entonces se dice que están "fuera de fase".

Hay dos posibles condiciones para la relación "fuera de fase" entre el voltaje y la corriente.

1. - Cuando la corriente pasa por su valor cero y se incrementa a su valor máximo después de un cierto tiempo que el voltaje ha pasado por su cero e incrementado a su máximo. En estas condiciones se dice que la corriente esta "atrasada" con respecto al voltaje"

2. - Cuando la corriente pasa por su valor cero y se incrementa un cierto tiempo antes que el voltaje pase por su cero e incremente su valor hasta $\frac{1}{4}$ de ciclo o $90 [^\circ]$ a esta diferencia en tiempo o "diferencia de fase" se expresa comúnmente en grados eléctricos y se le conoce como el "ángulo de fase" y se designa con la letra griega teta (θ) o fi (φ).

El ángulo de fase depende de las características de la carga, es atrasado cuando es predominantemente inductiva. O sea cuando existen muchas bobinas en el circuito, o elementos que contengan bobinas. Como por ejemplo motores eléctricos o cualquier otro elemento electromagnético. Los circuitos eléctricos que contienen inductancias se dice que son inductivos y tienen la propiedad de inductancia.

1.6.1. - Reactancia inductiva

En un circuito de corriente alterna [ca] que contiene inductancia se induce una "fuerza electromotriz" o autoinducción debido al valor instantáneo de la corriente, la oposición que la inductancia presenta al flujo de corriente alterna se conoce como "reactancia inductiva" y se designa por el símbolo X_L y se calcula como:

$$X_L = 2\pi FL \quad [\Omega]$$

$$\pi = 3.1416$$

F = frecuencia en ciclo/ seg. [Hz]

L = valor de la inductancia en Henry

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.6.2. - Reactancia capacitiva.

Un capacitor conectado en un circuito permite la circulación de corriente debido a su capacidad para almacenar corriente en una dirección del flujo de corriente, después descarga la corriente y vuelve almacenar la corriente alterna, pero en dirección opuesta. Sin embargo, el capacitor ofrece una cierta oposición al flujo de corriente, esta oposición depende de dos factores el valor de la capacitancia y el índice con el cual el voltaje aplicado cambia, que es, la frecuencia del voltaje de la fuente de corriente alterna.

La oposición a la circulación o flujo de corriente se conoce como reactancia capacitiva y su valor es inversamente proporcional a la capacitancia y frecuencia. Se mide en forma análoga a la resistencia o a la reactancia inductiva, en ohms y su valor se calcula con la siguiente expresión.

$$X_c = \frac{1}{2\pi FC} \quad [\Omega]$$

F = frecuencia en ciclos/ seg.

C = valor de la capacitancia en farads.

1.7. - Impedancia

En los circuitos eléctricos, por lo general, no aparecen en forma aislada los parámetros de resistencia, inductancia y capacitancia, mas bien aparecen combinados de alguna manera, ya que prácticamente es muy difícil encontrar circuitos que no tengan resistencia.

Cuando una resistencia y una inductancia se conectan en serie, se produce una caída de voltaje tanto en la resistencia como en la reactancia inductiva, si se designa por v_r la caída de voltaje en la resistencia y v_l la caída de voltaje en la reactancia inductiva, el voltaje aplicado al circuito se calcula como:

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$

Si las caídas de voltaje se expresan como.

$$V_R = IR$$

$$V_L = I X_L$$

El voltaje aplicado se puede expresar también como.

$$V = \sqrt{(IR)^2 + (IX_L)^2} = \sqrt{I^2(R^2 + X_L^2)}$$

$$V = I \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Al término $(R^2 + X_L^2)$ se le conoce también como la impedancia (en magnitud), del circuito y se designa por la letra Z.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Como la caída de voltaje debida a la reactancia inductiva se encuentra desplazada $90 [^\circ]$ con respecto a la debida resistencia, estas caídas de voltaje no se pueden sumar numéricamente, se tiene que sumar en forma vectorial.

En la misma forma que un circuito contiene inductancia y resistencia, también puede tener capacitancia, es decir existe la caída de voltaje por reactancia capacitiva y entonces existe un valor combinado que determina la caída de voltaje por impedancia. El valor de la impedancia formada por un circuito que contiene resistencia y capacitancia se calcula como.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} \quad [\Omega]$$

donde X_C es la reactancia capacitiva.

Cuando el circuito contiene resistencia, inductancia y capacitancia, debido a que los efectos producidos por la corriente en la inductancia y en la capacitancia son opuestos, entonces se manifiestan por medio de su reactancia, que cuando están conectadas en serie se restan.

$$X = X_L - X_C$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad [\Omega]$$

1.8. - Factor de potencia

En un circuito en serie que contiene resistencia e inductancia, o también resistencia, inductancia y capacitancia, la oposición al paso de la corriente esta dada por la impedancia.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad [\Omega]$$

la corriente que circula es:

$$I = \frac{V}{Z} \quad [A]$$

y la potencia aparente en el circuito es $P = V I$, pero la única parte que consume potencia es la resistencia y su valor esta dado como

$$P = RI^2$$

Que se conoce como la potencia real consumida por el circuito.

Si se trata de un circuito formado por resistencia e inductancia, la onda de corriente se encuentra fuera de fase con respecto al voltaje atrasándose un ángulo ϕ entre 0 y $90[^\circ]$ en tal circuito la potencia promedio no es simplemente $P = V I$, se calcula esta potencia de acuerdo con la fórmula.

$$P = V I \cos\phi \quad [W]$$

Siendo ϕ el ángulo que la onda de corriente se atrasa con respecto al voltaje, el coseno de este ángulo se conoce como el factor de potencia del circuito, y es una medida de la cantidad de potencia que es consumida por la resistencia del circuito, tomando en consideración el efecto de la inductancia del circuito. En otras palabras el factor de potencia determina que porción de la potencia aparente VI es la potencia real. El valor del factor de potencia varía entre 0 y 1, es 1 cuando la carga es puramente resistiva y 0 cuando la carga es puramente inductiva.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

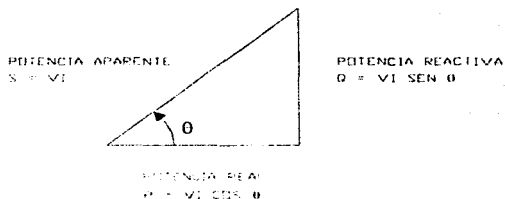


FIGURA 4 TRIANGULO DE POTENCIAS

1.9. - Circuitos trifásicos

Los circuitos trifásicos requieren menos peso en los conductores que los circuitos monofásicos al mismo valor de potencia. Los motores eléctricos trifásicos son por lo general de menor tamaño y menos pesados así como más eficientes, que los motores monofásicos a igualdad de potencia.

Existen dos conexiones básicas en los circuitos trifásicos, una es llamada la conexión estrella y la otra la conexión delta, las fuentes de voltaje para las instalaciones eléctricas (generadores o secundarios de los transformadores) o bien las cargas se pueden conectar ya sea en estrella o en delta.

1.9.1. - Conexión estrella

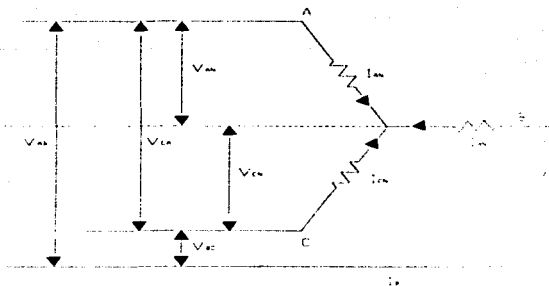


FIGURA 1.9.1. CONEXIÓN ESTRELLA

En las conexiones trifásicas, ya sea la denominada estrella o bien aquella conocida como delta, es importante establecer las relaciones entre el voltaje y la corriente en las salidas de cada conexión con respecto a las mismas cantidades, pero en el interior.

V_{AB} , V_{BC} , V_{AC} se conocen como los voltajes de línea y si se considera el sistema balanceado sus valores son iguales en magnitud y están desplazados $120 [^\circ]$ eléctricos entre sí. $V_{AC} = V_{BC} = V_{AB} = V_L$ en magnitud. El neutro constituye el punto de referencia y se usa en los sistemas trifásicos a 4 hilos o con cuatro conductores, los voltajes referidos a este neutro se conocen como voltajes de fase.

La relación de voltaje de línea y voltaje de fase es.

$$V_L = \sqrt{3} V_F$$

Las corrientes I_A , I_B , I_C son las corrientes de línea, pero son las mismas que circulan por cada fase, por lo que si el sistema es balanceado se puede hacer.

$$I_A = I_B = I_C = I_L \quad (\text{en magnitud})$$

Y también.

$$I_L = I_F$$

Para la conexión estrella , la potencia aparente por fase es.

$$P = 3V_F I_F$$

La potencia aparente total para las tres fases es.

$$P_F = 3V_F I_F$$

pero.

$$V_F = \frac{V_L}{\sqrt{3}} \quad [v]$$

$$P_F = \frac{3V_L}{\sqrt{3}} \quad [w]$$

1.9.2. - Conexión delta

La conexión delta es una conexión cerrada debido a que se conecta el final de una fase con el principio de la otra, teniendo la siguiente representación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

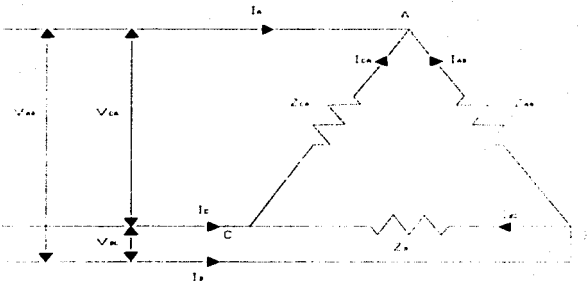


FIGURA 6 CONEXION DELTA

V_A , V_B Y V_C se conocen como los voltajes de línea y si son iguales en magnitud y están desfasados $120 [^\circ]$ eléctricos entre si, se dice que el sistema es balanceado, también:

$$V_{AB} = V_{BC} = V_{CA} = V_L$$

V_L es el voltaje de línea y su valor es igual al voltaje de fase

$$V_L = V_F$$

por otra parte las corrientes de línea

$$I_A = I_B = I_C = I_L$$

Para las corrientes de fase, si el sistema esta balanceado se tiene también.

$$I_{AB} = I_{BC} = I_{CA} = I_F$$

La relación entre las corrientes de fase y las de línea esta dada como.

$$I_L = \sqrt{3} I_F$$

La potencia aparente es también.

$$P = 3 V_F I_F$$

o bien

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \quad [W]$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.10. - Características de la carga

En el diseño de las instalaciones eléctricas o de los circuitos eléctricos para comercios o industrias, es necesario considerar una gran variedad de tipos de carga que intervienen, y que genéricamente se pueden agrupar en alumbrado, motores, contactos y aplicaciones especiales.

1.10.1. - Energía

Watts x tiempo por lo general se mide en kilowatts-hora.

Potencia reactiva (vars)

$$\text{VARS} = I^2 \times$$

$$\text{VARS} = \frac{V^2}{X}$$

X = reactancia en ohms

V = voltaje en volts

1.10.2.- Relaciones entre las potencias aparente activa y reactiva.

$$\text{VA} = \sqrt{(\text{WATTS})^2 + (\text{VARS})^2}$$

$$\text{WATTS} = \sqrt{(\text{VA})^2 - (\text{VARS})^2}$$

$$\text{VARS} = \sqrt{(\text{VA})^2 - (\text{WATTS})^2}$$

1.10.3.- Corriente de carga en circuitos monofásicos

Cos Θ = factor de potencia

$$I = \frac{\text{Potencia (watts)}}{v \text{ (volts)} \times \cos\theta} \quad [A]$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.10.4.- Corriente de carga en sistemas trifásicos balanceados (3 o 4) conductores.

$$I = \frac{\text{Potencia (watts)}}{\sqrt{3} \times v \text{ (volts)} \times \cos \theta} \quad [A]$$

1.10.5.- Caída de voltaje

Caída de voltaje = V alimentación – V carga

$$\% \text{ Caída de voltaje} = \frac{\text{Caída de voltaje}}{\text{V alimentación}} \times 100$$

1.10.6. -Motores eléctricos

El criterio adoptado para una instalación eléctrica de un motor se puede hacer extensivo para la instalación de varios motores, ya sea controlados en forma aislada o bien por medio de elementos que lo centralicen como es el caso de un centro de motores.

La instalación eléctrica para motores se debe de hacer siempre de acuerdo con las disposiciones de las "normas técnicas para instalaciones eléctricas" que se refiere no solo a la instalación misma de los motores, sino, también a los requisitos que deben llenar los elementos que la conforman.

1.10.7. - Motores eléctricos de corriente alterna

Velocidad en revoluciones por minuto (r.p.m.)

$$N = \frac{120F}{P}$$

F = frecuencia en ciclos/ segundo

P = número de polos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

deslizamiento:

$$S = \frac{N_0 - N}{N_0} \times 100$$

donde N_0 = velocidad de vacío en r.p.m.

N = velocidad en plena carga (de placa) en r.p.m.

1.10.8. - Motores monofásicos

Corriente :

$$I = \frac{Hp \times 746}{V_x \cos \theta} \quad [A]$$

1 Hp = 746 watts,

η = eficiencia

Potencia en la flecha

$$Hp = \frac{V_l \eta \cos \theta}{746} \quad [W]$$

1.10.9. - Motores trifásicos

Corriente :

$$I = \frac{\text{caballos de fuerza} \times 746}{\sqrt{3} \times V \times \eta \times \cos \theta} \quad [A]$$

V = voltaje de línea o entre fases

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Potencia en la flecha.

$$H_p = \frac{\sqrt{3} V I \eta \cos \theta}{746} \quad [W]$$

Figura 7.- Tabla comparativa de fórmulas para los circuitos de corriente continua y corriente alterna (monofásicos y trifásicos) .

	Corriente continua	Una fase (ca)	Dos fases (ca)	Tres fases (ca)
Amperes conociendo hp	$I = \frac{HP746}{EN}$	$I = \frac{HP746}{ENFP}$	$I = \frac{HP746}{2ENFP}$	$I = \frac{HP746}{1.73ENFP}$
Amperes conociendo kw	$I = \frac{KW1000}{E}$	$I = \frac{KW1000}{EFP}$	$I = \frac{KW1000}{2EFP}$	$I = \frac{KW1000}{1.73EFP}$
Amperes conociendo kva		$I = \frac{KVA1000}{E}$	$I = \frac{KVA1000}{2E}$	$I = \frac{KVA1000}{1.73E}$
kw	$KW = \frac{IE}{1000}$	$KW = \frac{IEFP}{1000}$	$KW = \frac{IEFP^2}{1000}$	$KW = \frac{IEFP1.73}{1000}$
kva		$KVA = \frac{IE}{1000}$	$KVA = \frac{IE^2}{1000}$	$KVA = \frac{IE1.73}{1000}$
Potencia en la flecha hp	$HP = \frac{IEN}{746}$	$KW = \frac{IENFP}{1000}$	$KW = \frac{IE2NFP}{1000}$	$KW = \frac{IE1.73NFP}{1000}$

I = corriente en amperes

E = tensión entre fases en volts

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

= eficiencia expresada en decimales (por ciento)

$$\text{rpm} = \frac{F \times 120}{P}$$

Hp = potencia en caballos (horse power)

Fp = factor de potencia

Kw. = potencia en kilowatts

kva = potencia aparente en kilo volts amperes

w = potencia en watts

Rpm = revoluciones por minuto

F = frecuencia

P = número de polos

Capitulo 2

Canalizaciones eléctricas.

2.1. - Canalizaciones eléctricas

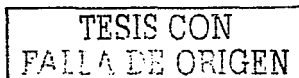
Se entenderá por canalizaciones eléctricas a los dispositivos que se emplean en las instalaciones eléctricas para contener a los conductores, de manera que estos queden protegidos en lo posible contra deterioro mecánico, contaminación y a su vez, protejan a la instalación contra incendios por los arcos que se pueden presentar durante un corto circuito.

2.2. - Cajas de conexiones

Esta designación incluye además de las cajas de conexión fabricadas exclusivamente para las instalaciones eléctricas, algunas para instalaciones de teléfonos y conocidos registros construidos en el piso.

Entre las cajas de conexiones exclusivamente para las instalaciones eléctricas, podemos mencionar las siguientes.

1. - Cajas de conexión negras o de acero esmaltado
2. - Cajas de conexión galvanizadas
3. - Cajas de conexión de pvc



2.3. - Ductos

Los ductos consisten de canales de lamina de acero de sección cuadrada o rectangular con tapa, se usan solo en instalaciones visibles, ya que no se pueden montar embutidos en pared o dentro de las lozas de concreto, razón por la que su aplicación se encuentra en industrias y laboratorios.

Los conductores se llevan dentro de los ductos como si se tratara de tubo conduit y se pueden catalogar, de acuerdo a su aplicación, como ductos alimentadores, si llevan los conductores o barras de la subestación a los tableros de distribución y los llamados ductos de conexión que parten de los diferentes tableros a los aparatos receptores.

Los llamados electroductos son usados normalmente con barras conductoras ya integrados de fabrica para su armado en la obra.

Es de uso común el ducto cuadrado que aventaja al tubo conduit cuando se trata de sistemas menores de distribución, en especial cuando se emplean circuitos múltiples. Ofreciendo además la ventaja de ser fácil de alambrear, teniéndose un mejor aprovechamiento de la capacidad conductiva de los conductores al tener mejor disipación del calor.

Se permiten un máximo de 30 conductores hasta ocupar un 20 % del interior del ducto, en el caso de empalmes o derivaciones, pueden ser hasta un 75%.

2.4. - Charolas

En el uso de charolas se tienen aplicaciones parecidas a las de los ductos, son algunas limitantes propias de los lugares en que se hace la instalación.

En cuanto a la utilización de charolas se dan las siguientes recomendaciones.

1. - Procurar alinear los conductores de manera que guarden siempre la misma posición relativa en todo el trayecto de la charola, especialmente los de grueso calibre.
2. - En el caso de muchos conductores delgados es conveniente hacer amarres a intervalos de 1.5 a 2.0 [m] aproximadamente, procurando colocar etiquetas de identificación cuando se traten de conductores de calibre grueso los amarres se pueden hacer cada 2 o 3 [m].

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3. - En la fijación de conductores que vayan a través de charolas por trayectorias verticales muy largas, es recomendable que los amarres se hagan con abrazaderas especiales en lugar de usar hilo de cáñamo.

2.5. -Tuberías y canalizaciones

Estos dos términos incluyen a todos los tipos de tuberías, ductos, charolas, trincheras, etc. que se utilizan para introducir, colocar o simplemente apoyar, los conductores eléctricos para protegerlos contra esfuerzos mecánicos y medios ambientes desfavorables como son los húmedos, corrosivos, oxidantes, explosivos, .etc.

2.5.1. - Tubos conduit

Actualmente existe en el mercado una gran diversidad de tuberías conduit para emplearlas en cada caso especial de que se trate. En tramos de 3.05 [m] de largo con cuerda en los extremos, a excepción de plástico y pared delgada, entre los que se pueden mencionar los siguientes.

Tubo de acero galvanizado de pared gruesa

Tubo de acero galvanizado de pared delgada

Tubo de acero esmaltado de pared gruesa

Tubo de aluminio

Tubo flexible

Tubo de plástico flexible.

2.5.2. - Tubo de acero galvanizado de pared gruesa

Este tubo está protegido interior y exteriormente por medio del acabado galvanizado, puede ser empleado en cualquier clase de trabajo dada su resistencia. En especial, se recomienda en instalaciones industriales tipo visible o en instalaciones a la intemperie o permanentemente húmedas.

2.5.3. - Tubo de acero galvanizado de pared delgada

La diferencia de este tubo con respecto al de pared gruesa es, que el espesor de la pared del tubo es la mitad, sus aplicaciones son del mismo tipo por sus propiedades

de resistencia a la humedad solo que no se le puede hacer rosca en los extremos y se une por medio de coples u otro tipo de conectores.

2.5.4. - Tubo de acero esmaltado de pared gruesa

Este tipo de tubo esta protegido interior y exteriormente con esmalte para protección contra oxidación, por lo que se recomienda para instalaciones a la intemperie o en lugares permanentemente húmedos.

2.5.5. - Tubo de aluminio

Este tipo de tubo de manufactura en pared gruesa o pared delgada tiene la ventaja de ser más ligero que los tubos de acero a igualdad de sección, se recomienda su uso para instalaciones con armadura del mismo material.

2.5.6. - Tubo flexible

Se emplea en aquellas instalaciones en que es necesario hacer muchas curvas, ya que se adapta perfectamente a esto, es ideal para la instalación de motores eléctricos, es adecuado en instalaciones industriales por su consistencia mecánica a la presión. Se complementa con coples de tornillo y conectores especiales.

2.5.7. - Tubo de plástico flexible

Este tubo se fabrica con distintas denominaciones comerciales, como son: poliducto, duraducto, etc. tiene las propiedades de ser ligero y resistente a la acción del agua, tiene la limitante de que no es recomendable utilizarlo en lugares con temperaturas que excedan a los 60 [°C]. El pvc se emplea en lozas, lugares húmedos o corrosivos.

Capitulo 3

Conductores eléctricos.

3.1. Conductores eléctricos

En cualquier instalación eléctrica se requiere que los elementos de conducción eléctrica tengan una buena conductividad y cumplan con otros requisitos en cuanto a sus propiedades eléctricas y mecánicas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La mayor parte de los conductores empleados en las instalaciones eléctricas están hechos de cobre o aluminio, que son comercialmente los materiales con mayor conductividad y con un costo económico.

Existen otros materiales de mejor conductividad, como por ejemplo la plata y el platino, pero que tienen un costo elevado que hace antieconómica su utilización en instalaciones eléctricas.

Por lo general los conductores eléctricos se fabrican de sección circular de material sólido o como cables, dependiendo de la cantidad de corriente por conducir y su utilización, aunque en algunos casos se elaboran en secciones rectangulares para altas corrientes.

Desde el punto de vista de las normas, los conductores se han identificado por un número, que corresponden a lo que comúnmente se conoce como el calibre y que normalmente se sigue el sistema americano de designación awg (american wire gage), siendo el más grueso el número 4/0, siguiendo en orden descendente del área del conductor los números 3-0, 2-0, 1-0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 y 20 que es el más delgado usado en instalaciones. Para conductores con área mayor del designado como 4/0, se hace una designación que esta en función de su área en pulgadas, para lo cual se emplea una unidad denominada el circular mil, siendo así como un conductor de 250 corresponderá a aquel cuya sección sea de 250,000 c.m. y así sucesivamente.

Se denomina circular mil a la sección de un círculo que tiene un diámetro de un milésimo de pulgada (0.001 plg).

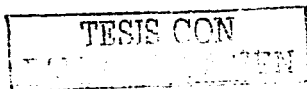
La relación entre el circular mil y el área en [mm²] para un conductor es:

$$1 \text{ mm}^2 = 2000 \text{ [cm]}$$

3.1.1- Aislamiento de los conductores

Existe una amplia variedad de aislamiento para conductores para satisfacer los requerimientos de las distintas aplicaciones. Estos tipos de aislamientos están diseñados sobre su tamaño, ya sea expresado en awg o kcmil, su voltaje y su tipo de aislamiento.

El aislamiento de los cables se designa como:



A = Aislamiento de asbesto

Mi = Aislamiento mineral

R = Aislamiento de hule

Sa = Aislamiento de silicio – asbesto

T = Aislamiento termoplástico

V = Aislamiento de cambray barnizado

X = Aislamiento de polímetro sintético barnizado

Los cables también se designan por su medio de operación como:

H = Resistente al calor hasta 75° c

HH = Resistente al calor hasta 90° c

W = Resistente a la humedad

Uf = Para uso subterráneo

Thw = Indica 75°, con aislamiento termoplástico para uso en ambientes húmedos.

Xhhw = Representa un cable con aislamiento sintético de polímetro trenzado para operar hasta 90° c.

3.2. Aisladores

Aisladores.- un aislador es un material que ofrece una resistencia muy grande al flujo de la corriente. Un aislante (formado por material aislador) debe de cumplir con ciertas condiciones eléctricas, mecánicas, físicas y químicas.

Propiedades eléctricas.- debe tener una resistencia elevada.

Propiedades mecánicas.- debe ser capaz de soportar esfuerzos mecánicos, por ejemplo de compresión.

Propiedades físicas- el aislante perfecto debería tener las siguientes propiedades físicas:

- a) No ser absorbente
- b) Ser capaz de soportar altas temperaturas.

Propiedades químicas.- un aislante debe ser capaz de soportar los efectos químicos de los corrosivos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.3.- Cable

Un cable es definido en las normas i.e.e. como "una cantidad de conductor simple aislado (sólido o alambrado). Un cable consiste en dos partes básicas:

- a) el conductor,
- b) el aislador.

3.3.1.- Selección del calibre de conductores para instalaciones eléctricas de baja tensión.

Los conductores usados en las instalaciones eléctricas deben cumplir con ciertos requisitos para su aplicación, como son:

Límite de tensión de aplicación. En el caso de las instalaciones residenciales es 1000 [V] .

Capacidad de conducción de corriente (ampacidad), que representa la máxima corriente que puede conducir un conductor para un calibre dado y que esta afectada principalmente por los factores siguientes:

- a) Temperatura
- b) Capacidad de disipación del calor producido por las pérdidas en función del medio en que se encuentra el conductor, es decir, aire o en tubo conduit.
- c) Máxima caída de voltaje permisible recomendada por el reglamento de obras e instalaciones eléctricas, y que es del 3 % del punto de alimentación al punto más distante de la instalación.

3.3.2.-Número de conductores en un tubo conduit

Los conductores están limitados en su capacidad de conducción de corriente por el calentamiento, debido a las limitaciones que se tienen en la disipación de calor y a que el aislamiento mismo presenta también limitaciones de tipo térmico.

Debido a estas restricciones térmicas, el número de conductores dentro de un tubo conduit se limita de manera tal que permita un arreglo físico de conductores, que de acuerdo a la sección del tubo conduit o de la canalización, facilitando su alojamiento de aire necesario para disipar el calor. se debe establecer la relación adecuada entre

TESIS CON
FALLA DE CUBIERTA

la sección del tubo y la de los conductores, para esto se puede proceder en la forma siguiente:

Si A es el área interior del tubo en mm^2 o plg^2 y AC el área total de los conductores, el factor de relleno es :

$$F = \frac{AC}{A}$$

Este factor de relleno tiene los siguientes valores establecidos para instalaciones en tubos conduit.

F =	53% para un conductor
	31% para dos conductores
	43% para tres conductores
	40% para cuatro o más conductores

3.3.3.-Tamaño de los cables:

Temperatura ambiente: es la del aire que rodea al conductor. La corriente admisible en un cable disminuye cuando la temperatura del aire de su alrededor aumenta, y este cambio debe ser determinado por el uso del factor de corrección correspondiente.

Factor de corrección .- es un número, sin unidades, que se multiplica por la corriente, para determinar la nueva capacidad de paso de corriente del cable cuando las condiciones de trabajo de este hayan cambiado.

Caída de voltaje permisible en los cables.- la caída de voltaje permisible en los cables es otra de las indicaciones esenciales para el cálculo de su grosor, puesto que es inútil instalar un cable que sea capaz de suministrar la corriente necesaria, si el voltaje en el equipo de consumo es demasiado bajo.

Un bajo voltaje en este lleva consigo a una utilización ineficaz, bien sea en el alumbrado, potencia o aplicaciones caloríficas. La máxima caída de tensión tolerable entre las terminales del equipo de consumo es de 1 [V] + el 2 % del voltaje suministrado según los datos de la compañía a los abonados, o del 7.5. % en los circuitos con motores.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.3.4.- Densidad de corriente y tamaño del cable

La densidad de corriente de un conductor es la cantidad de corriente que puede transportar, por unidad de sección transversal, sin que se produzcan calentamientos indebidos.

3.3.5.- Resistencia de un conductor

La resistencia que ofrece un conductor al flujo de la corriente está determinada por tres factores: a) la longitud del conductor, b) el área de su sección recta, y c) el tipo de material utilizado.

3.3.6.-Efecto del calor en un conductor

Coefficiente de temperatura .- el coeficiente de temperatura de un material es el aumento de resistencia de una resistencia de un ohm de dicho material, cuando su temperatura aumenta en un grado centígrado.

3.3.7.- Determinación del aumento de la resistencia de un conductor debido a los cambios de la temperatura.

- a) La temperatura aumenta a partir de los 0 [°]
- b) La temperatura aumenta entre dos temperaturas intermedias.
- c) La temperatura aumenta a partir de 0 [°]

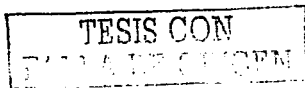
$$R_1 = R_0(1+T)$$

formula en la que r_0 es la resistencia a 0[°] al final del cambio, y T = la elevación de la temperatura en 0° c.

3.4.- Protecciones

Existen tres razones básicas para establecer la conexión de mecanismos de conmutación en una instalación.

- 1.- Proteger los circuitos contra los excesos de corriente.
- 2.- Protegerlos contra las corrientes de fuga a tierra .
- 3.- Permitir al consumidor o al electricista encargado de la reparación y conservación el aislamiento de la instalación de la fuente de suministro.



Los tipos de protección se dividen en tres categorías.

- 1.- Electromagnética
- 2.- Por fusibles
- 3.- Térmica

3.5.- Fusibles

Para proteger a los equipos y a las instalaciones contra las sobre corrientes, se usan dispositivos que la detectan y pueden operar en un cierto tiempo, tal es el caso de los fusibles o los interruptores termomagnéticos usados en instalaciones residenciales, industriales o comerciales.

Se pueden clasificar los fusibles de acuerdo a su capacidad:

Fusibles de baja tensión: menores de 1000 [V].

Fusibles de alta tensión para aplicaciones residenciales o industriales, para ser coordinados con otros elementos de protección que no son fusibles o con fusibles.

3.6.-Interruptores

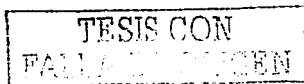
En las instalaciones de baja tensión (menores de 1000 [V]) los interruptores en "caja moldeada " son el principal tipo usado, se pueden dividir en dos categorías: el tipo magnético y electromagnético.

3.7.- Sistema de tierras.

Fundamentos:

El "aterrizaje" es el arte de hacer una conexión eléctrica a tierra. Ese aterrizaje es realmente una conexión a tierra a través del cual el sistema de tierras esta en contacto eléctrico con toda la tierra. A través de esta conexión fluyen los eventos eléctricos hacia y del sistema o los sistemas interconectados. Esos eventos eléctricos incluyen la energía eléctrica recibida de la fuente de suministro, las comunicaciones, el teléfono, el radio y otras formas de línea de datos.

De la calidad de esta conexión dependerá la efectividad de su funcionamiento, o sea, entre mejor sea la conexión a tierra, es más confiable todo el tiempo. La efectividad de una conexión a tierra esta avalada por su verdadera resistencia dc. Con la madre



tierra. Sin embargo, existe otro factor que preocupa a muchos, este es el efecto transitorio, la impedancia que surge, o la efectividad de la inductancia de esa conexión. Este factor será determinante en la efectividad de la conexión a tierra para funciones tales como el aterrizaje de pararrayos, aterrizaje para rf, el aterrizaje para protección de equipos conectados a la red pública de energía eléctrica y seguridad del personal en condiciones de "falla a tierra".

3.7.1.-Objetivos del aterrizaje

1.- Una tierra o electrodo de referencia de tierra. Cualquier equipo eléctrico o electrónico debe conectarse a tierra. A esto se le conoce como aterrizaje. El punto de aterrizaje de un sistema señala un punto de referencia común para los circuitos dentro del sistema. En muchos casos la resistencia a tierra de ese punto de referencia no es significativa. Para estos sistemas una tierra de punto común (cpg), será suficiente para las necesidades de funcionamiento.

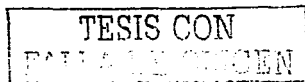
2.- Tierra para neutralización de rayos. Un sistema de tierra para protección contra rayos, convencionalmente se hace igual al cpg, cuando en realidad debe de ser totalmente diferente.

3 - La interconexión de la tierra al sistema de aterrizaje. Puede requerir de una conexión casi perfecta a tierra. Es decir entre mas baja es la resistencia efectiva entre el punto de tierra del sistema y la tierra verdadera, es mejor y será más seguro y efectivo el sistema.

3.7.2.- La conexión a tierra (aterrizaje).

El aterrizaje es el proceso de realizar una conexión entre un circuito eléctrico y la tierra. Esto no es equivalente al "punto de contacto" como en una junta soldada, más bien equivale a la conexión entre un electrodo o varilla de tierra y la tierra que es un semiconductor. Para demostrar esta permisividad, se puede medir el cambio de la resistencia a lo largo de cualquier dirección radial comenzando desde una varilla de tierra y alejándose a lo largo de ese radial en incrementos iguales (x).

Estudios previos han demostrado que la resistencia real de un electrodo (varilla de tierra) a tierra (r_0) puede estimarse como sigue:



$$R_e = \frac{\rho}{1.92L} \left[L_N \left(\frac{40L}{D} - 1 \right) \right] \quad [\Omega]$$

donde:

ρ = resistencia del terreno en ohms - metro

L = longitud del electrodo en pies

D = diámetro del electrodo en pulgadas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 4

Proyecto

4.1. Estudio de suministro de energía eléctrica para los albergues de hipopótamo y chimpancé en el zoológico de san Juan de Aragón.

4.2. - Área de trabajo

Albergue de hipopótamo y chimpancé en el zoológico de san Juan de Aragón.

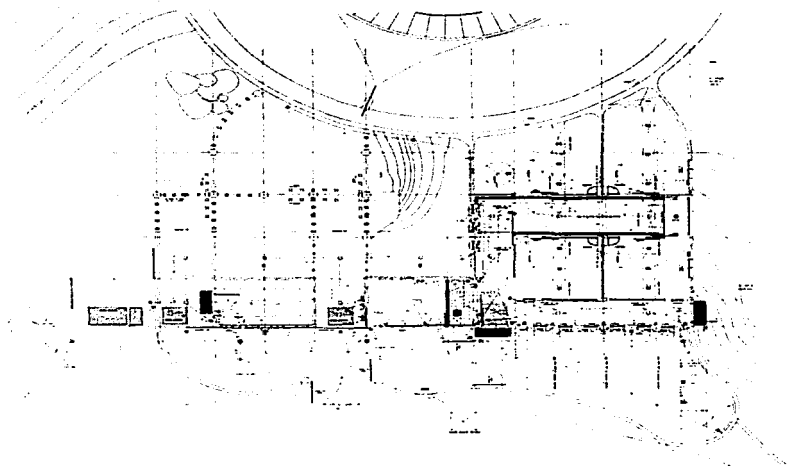


FIGURA 4.1. ALBERGUE DE HIPOPÓTAMO Y CHIMPANCÉ

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.3. – Planteamiento del problema.

Se hace el estudio de suministro de energía eléctrica, a los albergues de hipopótamo y chimpancé partiendo de las cargas totales de cada uno de ellos, considerando los equipos y todas las cargas que intervienen para el análisis.

4.4. - Análisis del problema.

Para nuestro análisis debemos de tomar en cuenta lo siguiente:

- a) Voltaje de trabajo, para este caso es menor a 600 volts.
- b) Clasificación del circuito, para nuestro análisis es de corriente alterna.
- c) Cuantos motores eléctricos existen, de que tipo y capacidad, en este caso tenemos motores monofásicos y trifásicos de corriente alterna de 1 y 1.5 [Hp]
- .d) Carga total de alumbrado y fuerza.
- e) El tipo de conductor a utilizarse, para este análisis será el tipo thw-ls a una temperatura máxima de operación de 75[°c], 600 [v] termoplástico resistente a la humedad al calor y a la propagación de incendios, y de emisión reducida de humos y gas ácido.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.5. - Cuadro de cargas.

a) Albergue de chimpancé.

TABLEAU DES CHARGES
TABLERO ALUMINADO Y CONTACTOS
TIND N°000 442:221E

N°	ORD	CARGAS										MOTON	ECONOMIA	MONTANT	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1															500.00
2															370.00
3															200.00
4															370.00
5															370.00
6															200.00
7															200.00
8															200.00
9															450.00
10															100.00
11															360.00
12															360.00
13															360.00
14															360.00
15															360.00
16															360.00
17															360.00
18															360.00
19															360.00
20															360.00
21															360.00
22															360.00
23															360.00
24															360.00
25															360.00
26															360.00
27															360.00
28															360.00
29															360.00
30															360.00
31															360.00
32															360.00
33															360.00
34															360.00
35															360.00
36															360.00
37															360.00
38															360.00
39															360.00
40															360.00
41															360.00
42															360.00
43															360.00
44															360.00
45															360.00
46															360.00
47															360.00
48															360.00
49															360.00
50															360.00
51															360.00
52															360.00
53															360.00
54															360.00
55															360.00
56															360.00
57															360.00
58															360.00
59															360.00
60															360.00
61															360.00
62															360.00
63															360.00
64															360.00
65															360.00
66															360.00
67															360.00
68															360.00
69															360.00
70															360.00
71															360.00
72															360.00
73															360.00
74															360.00
75															360.00
76															360.00
77															360.00
78															360.00
79															360.00
80															360.00
81															360.00
82															360.00
83															360.00
84															360.00
85															360.00
86															360.00
87															360.00
88															360.00
89															360.00
90															360.00
91															360.00
92															360.00
93															360.00
94															360.00
95															360.00
96															360.00
97															360.00
98															360.00
99															360.00
100															360.00

INDUSTRIAL ALUMINADO Y CONTACTOS
INDUSTRIAL ALUMINADO Y CONTACTOS

INDUSTRIAL ALUMINADO Y CONTACTOS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

b) Albergue de hipopótamo.

TABLERO ALUMBRADO Y CONTACTOS
TIPO N900-424M100F

No	CIRC	CARGAS								WATT	WATT
		100W	250W	100W	150W	100W	100W	250W	100W		
C-1	2									200.00	
C-2	2	2								700.00	
C-3				1						100.00	
C-4	2									200.00	
C-5					2					300.00	
C-6					2					400.00	
C-7						1				100.00	
C-8							1			150.00	
C-9,11,13								1		200.00	
C-10										980.00	
C-12,14,16										980.00	
C-15,17,19										980.00	
C-18,20,22										1000.00	

A=2,350 W B=2,420 W C=2,500 W D=2,000 W TOTAL=7,270 W

% DE DESBALANCE ENTRE FASES ABL 2.9% BLS 1.7% AL 2.1%

FIGURA 10.- CUADRO DE CARGAS DE ALBERGUE DE HIPOPÓTAMO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.6. - Diagrama unifilar

a) Albergue de chimpáncé



FIGURA 11 - DIAGRAMA UNIFILAR DEL ALBERGUE CHIMPÁNCÉ

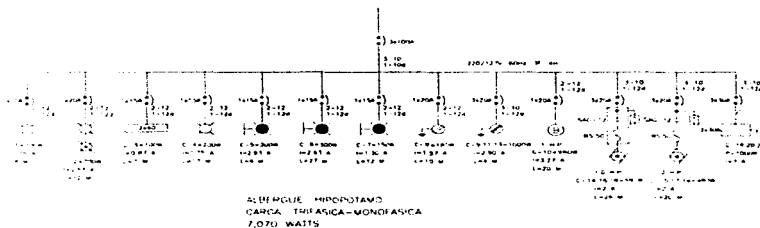


FIGURA 12 - DIAGRAMA UNIFILAR DEL ALBERGUE DE HIPOÑTAMO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.7. - Cálculo de calibre de conductores y protecciones

4.7.1.- Albergue de chimpancé

Para los motores eléctricos monofásicos se hace el siguiente análisis:

a) Para un motor jaula de ardilla de 1.5 [Hp] de capacidad, con un voltaje de trabajo de 127 [V] de ca, monofásico, 60 [Hz] se tiene de la tabla 430-147 de la nom-001 que la corriente nominal a plena carga es:

$$I_{NPC} = 18.0 \text{ [A]}$$

Para el cálculo del calibre del conductor del circuito derivado se tiene:

$$I = 1.25 I_{NPC}$$

$$I = 1.25 \times 18$$

$$I = 22.50 \text{ [A]}$$

De la tabla 310-16 de la nom - 001 se tiene que para el calibre del conductor del tipo thw-ls a una temperatura de trabajo de 75 [° c] es calibre 12.

La protección del circuito derivado se calcula de la siguiente manera:

Suponiendo que es un fusible sin retardo de tiempo de la tabla 430-152 de la nom-001 tenemos:

$$I_{INTERRUPTOR} = 300\% \text{ DE } I_{NPC}$$

$$= 3.0 \times 18.0$$

$$= 54.0 \text{ [A]}$$

Por lo tanto la protección debe ser de 50 [A]

Para la protección del motor contra sobrecarga debe de ser:

$$I = 1.25 I_{NPC}$$

$$I = 1.25 \times 18$$

$$I = 22.50 \text{ [A]}$$

b) Motor jaula de ardilla de 1.5 [Hp] de capacidad, un voltaje de trabajo de 220 [V] de ca , 60 [Hz], trifásico, 4h se tiene de la tabla 310-16 de la nom-001 que la corriente nominal a plena carga es:

$$I_{NPC} = 6.0 \text{ [A]}$$

Para el cálculo del calibre del conductor del circuito derivado se tiene:

$$I = 1.25 I_{NPC}$$

$$I = 1.25 \times 6.0$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$I = 7.5 \text{ [A]}$$

de la tabla 310-16 de la nom-001 se tiene que el calibre del conductor del tipo thw a una temperatura de trabajo de 75 [° c] es:

Calibre 14, pero la norma indica que para los circuitos de fuerza el calibre mínimo a utilizarse deberá ser calibre 12.

La protección del circuito derivado se calcula de la siguiente manera:

suponiendo que es un fusible sin retardo de tiempo de la tabla 430-152 tenemos:

$$\begin{aligned} I_{\text{INTERRUPTOR}} &= 300\% \text{ DE } I_{\text{NPC}} \\ &= 3.0 \times 6.0 \\ &= 18.0 \text{ [A]} \end{aligned}$$

Por lo tanto la protección debe ser de 15 [A]

Para la protección del motor contra sobrecarga debe de ser:

$$\begin{aligned} I &= 1.25 I_{\text{NPC}} \\ I &= 1.25 \times 6.0 \\ I &= 7.5 \text{ [A]} \end{aligned}$$

c) Motor jaula de ardilla de 1.5 [Hp] de capacidad, un voltaje de trabajo de 220 [V] de ca, 60 [Hz], trifásico, 4 hilos se tiene de la tabla 310-16 de la nom - 001 que la corriente nominal a plena carga es:

$$I_{\text{NPC}} = 6.0 \text{ [A]}$$

Para el cálculo del calibre del conductor del circuito derivado se tiene:

$$\begin{aligned} I &= 1.25 I_{\text{NPC}} \\ I &= 1.25 \times 6.0 \\ I &= 7.5 \text{ [A]} \end{aligned}$$

De la tabla 310-16 de la nom-001 se tiene que el calibre del conductor del tipo thw a una temperatura de trabajo de 75 [° c] es: calibre 14, pero la norma indica que para los circuitos de fuerza el calibre mínimo a utilizarse deberá ser calibre 12.

La protección del circuito derivado se calcula de la siguiente manera:

Suponiendo que es un fusible sin retardo de tiempo de la tabla 430-152 tenemos:

$$\begin{aligned} I_{\text{INTERRUPTOR}} &= 300\% \text{ DE } I_{\text{NPC}} \\ &= 3.0 \times 6.0 \\ &= 18.0 \text{ [A]} \end{aligned}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Por lo tanto la protección debe ser de 15 [A]

Para la protección del motor contra sobrecarga debe de ser:

$$I = 1.25 I_{NPC}$$

$$I = 1.25 \times 6.0$$

$$I = 7.5 \text{ [A]}$$

d) Para el cálculo del calibre del conductor principal se debe de tomar en cuenta lo siguiente:

La máxima caída de potencial a partir del punto de alimentación al punto más distante de la instalación es del 3%.

$$I = 1.25 \times I_{PC} (\text{motor mayor}) + \sum I_{PC} (\text{otros motores}) + I_{PC} \text{ alumbrado y fuerza.}$$

$$I = (1.25 \times 18) + 6.0 + 6.0 + 6.0 + 6.0 + 21.11$$

$$I = 67.61 \text{ [A].}$$

De la tabla 310-16 el cable tipo thw-Is a 75[° c] deberá ser calibre 4

Tomando en cuenta que la distancia que existe desde el punto de alimentación al punto más distante de la instalación es de 54 [m]. Procedemos a hacer el cálculo de la caída de tensión.

$$\%e = \frac{2\sqrt{3}LI}{V_f \times A}$$

donde:

L = longitud en metros

I = corriente en amperes

V_f = voltaje fase en volts

A = área del conductor en mm²

$$L = 54 \text{ [m]}$$

$$I = 67.61 \text{ [A]}$$

$$A = 21.15 \text{ [mm}^2 \text{]}$$

De la tabla 310-16 de la norma-001 tenemos que la sección transversal o área del cable calibre 4 es de 21.15 [mm²]

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$\%e = \frac{2\sqrt{3}(54)(67.61)}{220 \times 21.15}$$

$$\%e = 2.71$$

Por lo tanto como la caída de tensión no es mayor al 3 % el cable que se deberá de utilizar es el calibre 4.

5) Finalmente calculamos el conductor de puesta a tierra

Datos:

Cable calibre 4 su área o sección transversal es 21.15 [mm²]

y la máxima conducción de amperes es de 85.

$I = 1.25 \times I_{PC} (\text{motor mayor}) + \sum I_{PC} (\text{otros motores}) + I_{PC} \text{ alumbrado y fuerza.}$

$$I = (1.25 \times 18) + 6.0 + 6.0 + 6.0 + 6.0 + 21.11$$

$$I = 67.61 \text{ [A]}$$

Por lo que la protección debe ser de 60 [A]

De la tabla 250-95 de la nom-001 tenemos que el tamaño nominal mínimo para los conductores de tierra para canalizaciones y equipo es para 60 [A]:

Cable de cobre calibre 10.

4.7.2.- Albergue de hipópótamo.

Para los motores eléctricos monofásicos se hace el siguiente análisis:

a) Para un motor jaula de ardilla de 1.0 [Hp] de capacidad, con un voltaje de trabajo de 127 [V] de ca, monofásico, 60 [Hz] se tiene de la tabla 430-147 de la nom-001 que la corriente nominal a plena carga es:

$$I_{NPC} = 14.0 \text{ [A]}$$

Para el cálculo del calibre del conductor del circuito derivado se tiene:

$$I = 1.25 I_{NPC}$$

$$I = 1.25 \times 14.0$$

$$I = 17.50 \text{ [A]}$$

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

De la tabla 310-16 de la nom - 001 se tiene que para el calibre del conductor del tipo thw a una temperatura de trabajo de 75 [° c] es calibre 12.

La protección del circuito derivado se calcula de la siguiente manera:

Suponiendo que es un fusible sin retardo de tiempo de la tabla 430-152 de la nom-001 tenemos:

$$\begin{aligned} I_{\text{INTERRUPTOR}} &= 300\% \text{ DE } I_{\text{NPC}} \\ &= 3.0 \times 14.0 \\ &= 42.0 \text{ [A]} \end{aligned}$$

Por lo tanto la protección debe ser de 40 [A]

Para la protección del motor contra sobrecarga debe de ser:

$$\begin{aligned} I &= 1.25 I_{\text{NPC}} \\ I &= 1.25 \times 14 \\ I &= 17.50 \text{ [A]} \end{aligned}$$

b) Motor jaula de ardilla de 1.0 [Hp] de capacidad, un voltaje de trabajo de 220 [V] de ca . 60 [Hz], trifásico. 4h se tiene de la tabla 310-16 de la nom-001 que la corriente nominal a plena carga es:

$$I_{\text{NPC}} = 4.2 \text{ [A]}$$

Para el calculo del calibre del conductor del circuito derivado se tiene:

$$\begin{aligned} I &= 1.25 I_{\text{NPC}} \\ I &= 1.25 \times 4.2 \\ I &= 5.25 \text{ [A]} \end{aligned}$$

De la tabla 310-16 de la nom-001 se tiene que el calibre del conductor del tipo thw a una temperatura de trabajo de 75 [° c] es: calibre 14, pero la norma indica que para los circuitos de fuerza el calibre mínimo a utilizarse deberá ser calibre 12.

La protección del circuito derivado se calcula de la siguiente manera:

Suponiendo que es un fusible sin retardo de tiempo de la tabla 430-152 tenemos:

$$\begin{aligned} I_{\text{INTERRUPTOR}} &= 300\% \text{ DE } I_{\text{NPC}} \\ &= 3.0 \times 6.0 \\ &= 18.0 \text{ [A]} \end{aligned}$$

Por lo tanto la protección debe ser de 15 [A]

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para la protección del motor contra sobrecarga debe de ser:

$$I = 1.25 I_{NPC}$$

$$I = 1.25 \times 6.0$$

$$I = 7.5 \text{ [A]}$$

c) Para el cálculo del calibre del conductor principal se debe de tomar en cuenta lo siguiente:

La máxima caída de potencial a partir del punto de alimentación al punto más distante de la instalación es del 3%.

$$I = 1.25 \times I_{PC} (\text{motor mayor}) + \sum I_{PC} (\text{otros motores}) + I_{PC} \text{ alumbrado y fuerza.}$$

$$I = (1.25 \times 14) + 4.2 + 4.2 + 12.04$$

$$I = 37.94 \text{ [A]}$$

De la tabla 310-16 el cable tipo thw-Is a 75 [° c] deberá ser calibre 8

Tomando en cuenta que la distancia que existe desde el punto de alimentación al punto mas distante de la instalación es de 50 [m] . Procedemos a hacer el cálculo de la caída de tensión.

$$\%e = \frac{2\sqrt{3}LI}{V_F \times A}$$

donde:

L = longitud

I = corriente

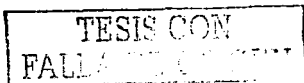
V_r = voltaje fase

A = área del conductor

$$L = 50 \text{ [m]}$$

$$I = 37.94 \text{ [A]}$$

De la tabla 310-16 de la nom-001 tenemos que la sección transversal o área del cable calibre 8 es de 8.367 [mm²]



$$\%e = \frac{2\sqrt{3}(50)(37.94)}{220 \times 8.367}$$

$$\%e = 3.56$$

Por lo tanto como la caída de tensión es mayor al 3 % se hace el análisis con el calibre mayor más próximo que para este caso es el cable calibre 6.

De la tabla 310-16 de la nom-001 tenemos que la sección transversal o área del cable calibre 6 es de 13.30 [mm²]

$$\%e = \frac{2\sqrt{3}(50)(37.94)}{220 \times 13.30}$$

$$\%e = 2.24$$

Este conductor no rebasa la caída de tensión permitida que es del 3 %.

Por lo tanto utilizaremos el cable calibre 6.

d) Finalmente calculamos el conductor de puesta a tierra

Datos:

Cable calibre 6 su área o sección transversal es 13.30 [mm²]

y la máxima conducción de amperes es de 65

$$I = 1.25 \times I_{PC} (\text{motor mayor}) + \Sigma I_{PC} (\text{otros motores}) + I_{PC} \text{ alumbrado y fuerza.}$$

$$I = (1.25 \times 14) + 4.20 + 4.20 + 12.04$$

$$I = 37.94 \text{ [A]}$$

Por lo que la protección debe ser de 30 [A]

De la tabla 250-95 de la nom-001 tenemos que el tamaño nominal mínimo para los conductores de tierra para canalizaciones y equipo es para 30 [A]:

Cable de cobre calibre 10.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Conclusiones:

- 1) El análisis que se realizó para los albergues del hipopótamo y chimpancé, se considera también para los demás albergues que comprenden la etapa III por la similitud de cargas que tienen los mismos.
- 2) Se concluye que de acuerdo al proyecto realizado en el zoológico de San Juan de Aragón para el albergue de chimpancé en donde marca que el calibre de conductor es 6 y tierra física del calibre 6 es incorrecto, por lo que deberá ser sustituido por el calibre de conductor 4 con una tierra física del calibre 10 de acuerdo al análisis. Mientras que en el albergue del hipopótamo no cuenta con el proyecto eléctrico, podemos decir que el calibre del conductor deberá ser el calibre 6 y una tierra física del calibre 10.
- 3) Podemos concluir también, que no es recomendable utilizar un calibre de conductor menor al que se requiere, la razón es que se puede generar un accidente. Una de las causas podría ser el sobrecalentamiento de los conductores que podrían provocar un corto circuito y con ello un incendio, así como daños a los equipos que estén operando.
- 4) También se concluye que al querer utilizar conductores que no cumplen con las especificaciones requeridas en el proyecto, nos puede crear esto un gasto innecesario, ya que su tiempo de vida del conductor así como sus características físicas no son las mismas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Bibliografía.

1. -Análisis introductorio de circuitos

Roberto I. Boylestad

Editorial Trillas

Segunda edición México

2. -Circuitos eléctricos ca/cc enfoque integrado

Charles I. Hubert

Editorial McGraw-hill

3. -Análisis de circuitos eléctricos

Leonardo S. Bobrow

Nueva editorial interamericana s.a. de c.v.

4. - Teoría y practica de la instalación eléctrica

Segunda adición

E. I. Donnelly

Paraninfo Madrid

5. - El ABC de las instalaciones eléctricas industriales

Preedición

Ing. Gilberto Enriquez Harper

Editorial Limaza

6. - Manual de instalaciones eléctricas residenciales e industriales

Gilberto Enriquez Harper

Editorial Limusa

Segunda edición

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7. -Guía para el diseño de instalaciones eléctricas residenciales, industriales y comerciales.

Enríquez Harper
Editorial Limusa
Primera edición.

8. - Instalaciones eléctricas practicas

Ing. Becerril I. Diego Onésimo.
11ª edición

9.- El ABC de las maquinas eléctricas

Instalación y control de motores de corriente alterna
Enriquez Harper

10.- Norma oficial mexicana

nom-001-sede-1999

Instalaciones eléctricas (utilización)

Primera edición 2001

Instituto Politécnico Nacional

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Apéndice

Nota.- estas tablas fueron tomadas de la norma oficial mexicana nom-001-sede-1999, para mayor información consultar bibliografía.

Tabla 310-16. capacidad de conducción de corriente (a) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 v nominales y 60 °c a 90 °c. no más de tres conductores activos en una canalización, cable o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °c

tamaño nominal	temperatura nominal del conductor (véase tabla 310-13)						tamaño nominal
	60 °c	75 °c	90 °c	60 °c	75 °c	90 °c	
	tipos tw' twl' cco twd-uv	tipos rhw', thhw', thw', thw-ls, thwn', xhhw', tt	tipos rhh', rhw-2, lhhn', thhw', thhw-ls, thw-2', xhhw', xhhw-2,	tipos ul'	tipos rhw', xhhw', al	tipos rhw-2, xhhw', xhhw-2, drs	
	Cobre			aluminio			
0,8235	---	---	14	---	---	---	18
1,307	---	---	18	---	---	---	16
2,082	20*	20*	25*	---	---	---	14
3,307	25*	25*	30*	---	---	---	12
5,26	30	35*	40*	---	---	---	10
8,367	40	50	55	---	---	---	8
13,3	55	65	75	40	50	60	6
21,15	70	85	95	55	65	75	4
26,67	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,41	110	130	150	85	100	115	1
53,48	125	150	170	100	120	135	1/0
67,43	145	175	195	115	135	150	2/0
85,01	165	200	225	130	155	175	3/0
107,2	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,03	400	475	535	320	385	435	750
405,37	410	490	555	330	395	450	800
456,04	435	520	585	355	425	480	900
506,71	455	545	615	375	445	500	1000
633,39	495	590	665	405	485	545	1250
760,07	520	625	705	435	520	585	1500
886,74	545	650	735	455	545	615	1750
1013,42	560	665	750	470	560	630	2000

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 310-17. capacidad de conducción de corriente (a) permisible de conductores aislados individualmente de 0 a 2000 v nominales, al aire para una temperatura del aire ambiente de 30 °c

tamaño nominal	temperatura nominal del conductor (ver tabla 310-13)						tamaño nominal
	60 °c tipos tw*	75 °c tipos rhw*, thhw*, thw-ls thwn*, xhhw*.	90 °c tipos rhh*, rhw-2, thhn*, thhw*, thw-2*, thw-ls thwn- 2*, xhhw*, xhhw-2.	60 °c tipos ul	75 °c tipos rhw*, xhtw*	90 °c tipos rhh*, rhw-2, uso-2, xhh, xhhw, xhhw-2	
	cobre			aluminio			awgkcmil
0.8235	---	---	18	---	---	---	18
1.307	---	---	24	---	---	---	16
2.082	25*	30*	35*	---	---	---	14
3.307	30*	35*	40*	---	---	---	12
5.26	40*	50*	55*	---	---	---	10
8.367	60	70	80	---	---	---	8
13.3	80	95	105	60	75	80	6
21.15	105	125	140	80	100	110	4
26.67	120	145	165	95	115	130	3
33.62	140	170	190	110	135	150	2
42.41	165	195	220	130	155	175	1
53.48	195	230	260	150	180	205	1/0
67.43	225	265	300	175	210	235	2/0
85.01	260	310	350	200	240	275	3/0
107.2	300	360	405	235	280	315	4/0
126.67	340	405	455	265	315	355	250
152.01	375	445	505	290	350	395	300
177.34	420	505	570	330	395	445	350
202.68	455	545	615	355	425	480	400
253.35	515	620	700	405	485	545	500
304.02	575	690	780	455	540	615	600
354.69	630	755	855	500	595	675	700
380.03	655	785	855	515	620	700	750
405.37	680	812	920	535	645	725	800
456.04	730	870	985	580	700	785	900
506.71	780	935	1055	625	750	845	1000
633.39	890	1065	1200	710	855	960	1250
760.07	980	1175	1325	795	950	1075	1500
886.74	1070	1280	1445	875	1050	1185	1750
1013.42	1155	1385	1560	960	1150	1335	2000

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 430-147. corriente eléctrica a plena carga (a) de motores de c.c.

kw	cp	tensión eléctrica nominal de armadura		
		120 v	240 v	500 v
0.186	1/4	3,1	1,6	
0.248	1/3	4,1	2,0	
0.373	1/2	5,4	2,7	
0.560	3/4	7,6	3,8	
0.746	1	9,5	4,7	
1.119	1-1/2	13,2	6,6	
1.49	2	17,0	8,5	13,6
2.23	3	25,0	12,2	18,0
3.73	5	40,0	20,0	27,0
5.60	7-1/2	58,0	29,0	34,0
7.46	10	76,0	38,0	43,0
11.19	15		55,0	51,0
14.92	20		72,0	67,0
18.65	25		89,0	83,0
22.38	30		106,0	99,0
29.84	40		140,0	123,0
37.3	50		173,0	164,0
44.76	60		206,0	205,0
55.95	75		255,0	246,0
74.60	100		341,0	330,0
93.25	125		425,0	
119.90	150		506,0	
149.20	200		675,0	

* son valores promedio en c.c.

Tabla 430-148. corriente eléctrica a plena carga (a) de motores monofásicos de c.a.

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales y con características de tar también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad, en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos. Las tensiones eléctricas listadas son nominales de motores, las corrientes eléctricas listadas deben utilizarse para tensiones eléctricas de sistemas en los intervalos de 110 v hasta 120 v y 220 hasta 240 v.

Kw	cp	115 v	127 v	208 v	230 v
0.124	1/4	4.4	4.0	2.4	2.2
0.186	1/4	5.8	5.3	3.2	2.9
0.248	1/3	7.2	6.5	4	3.6
0.373	1/2	9.8	8.9	5.4	4.9
0.559	3/4	13.8	11.5	7.6	6.9
0.746	1	16	14.0	8.8	8
1.119	1-1/2	20	18.0	11	10
1.49	2	24	22.0	13.2	12
2.23	3	34	31.0	18.7	17
3.73	5	56	51.0	30.8	28
5.60	7-1/2	80	72.0	44	40
7.46	10	100	91.0	55	50

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Tabla 430-150 corriente eléctrica a plena carga de motores trifásicos de c.a.

Los siguientes valores de corriente eléctrica a plena carga son típicos para motores que funcionan a velocidades normales para transmisión por banda y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par pueden requerir corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples deben tener una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos. Las tensiones eléctricas listadas son nominales de motores. Las corrientes listadas deben usarse para sistemas de tensiones eléctricas nominales de 110 v hasta 120 v, 220 v hasta 240 v, 440 v hasta 480 v y 550 v hasta 600 v.

kw	Cp	motor de inducción jaula de ardilla y rotor devanado						motor sincrónico, con factor de potencia unitario				
		(a)						(b)				
		115	200	208	230	460	575	2300	230	460	575	2300
0,373	1/2	4,4	7,5	2,4	2,2	1,1	0,9					
0,500	3/4	6,4	3,7	3,5	3,2	1,6	1,3					
0,746	1	8,4	4,8	4,6	4,2	2,1	1,7					
1,119	1-1/2	12,0	6,9	6,6	6,0	3,0	2,4					
1,49	2	13,6	7,8	7,5	6,8	3,4	2,7					
2,23	3		11,0	10,6	9,6	4,8	3,9					
3,73	5		17,5	16,7	15,2	7,6	6,1					
5,46	7-1/2		25,3	24,2	22	11	9					
6,46	10		32,2	30,8	28	14	11					
11,19	15		48,3	46,2	42	21	17					
14,92	20		62,1	59,4	54	27	22	53	26	21		
18,65	25		78,2	74,8	68	34	27					
22,38	30		92	88	80	40	32	63	32	26		
29,84	40		120	114	104	52	41	83	41	33		
37,3	50		150	143	130	65	51	104	52	42		
kw	Cp	motor de inducción jaula de ardilla y rotor devanado						motor sincrónico, con factor de potencia unitario				
		(a)						(b)				
		115	200	208	230	460	575	2300	230	460	575	2300
44,76	60		177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
59,95	75		221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
74,60	100		285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
93,25	125		349	339	312	153	125	31	253	126	101	25
119,9	150		414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
149,2	200		552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
186,5	250					302	242	60				
223,8	300					361	289	72				
261,1	350					414	336	83				
298,4	400					477	382	95				
335,7	450					515	412	103				
373	500					590	472	118				

Para factor de potencia de 90% y 80%, las cantidades anteriores deben multiplicarse por 1,1 y 1,25 respectivamente.

Excepción 3: cuando se use como conductor de puesta a tierra de equipo un tubo (conduit) o armadura o blindaje de cable, como se establece en 250-51, 250-57(a) y 250-91(b)

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Tabla 250-95. tamaño nominal mínimo de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos

capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. (a)	tamaño nominal mm ² (awg o kcmil)	
	cable de cobre	cable de aluminio
15	2,082 (14)	---
20	3,307 (12)	---
30	5,26 (10)	---
40	5,26 (10)	---
60	5,26 (10)	---
100	8,367 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,15 (4)
300	21,15 (4)	33,62 (2)
400	33,62 (2)	42,41 (1)
500	33,62 (2)	53,48 (1/0)
600	42,41 (1)	67,43 (2/0)
800	53,48 (1/0)	85,01 (3/0)
1000	67,43 (2/0)	107,2 (4/0)
1200	85,01 (3/0)	126,7 (250)
1600	107,2 (4/0)	177,3 (350)
2000	126,7 (250)	202,7 (400)
2500	177,3 (350)	304 (600)
3000	202,7 (400)	304 (600)
4000	253,4 (500)	405,37 (800)
5000	354,7 (700)	608 (1200)
6000	405,37 (800)	608 (1200)

véase limitaciones a la instalación en 250-62(a)

nota: para cumplir lo establecido en 250-51, los conductores de tierra de los equipos podrían ser de mayor tamaño que lo especificado en este tabla.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Glosario

Volts	[v]
horse power	[hp]
Watts	[w]
Hertz	[hz]
Amper	[A]
valor efectivo o eficaz	[rms]
Grados	[°]
Reactancia inductiva	[x _l]
Reactancia capacitiva	[x _c]
Ohms	[Ω]
Teta	[θ]
Fi	[φ]
Corriente alterna	[ca]
Revoluciones por minuto	[rpm]
Frecuencia	[f]
Numero de polos	[p]
Metro	[m]
Milímetros	[mm]

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN