

12. 308917
24.



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA

Con Estudios Incorporados a la
Universidad Nacional Autónoma de México

INSTALACION ELECTRICA E HIDRAULICA DE UN RANCHO GANADERO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S
Que para obtener el Título de :
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

AREA: INGENIERIA MECANICA

P r e s e n t a :
JOSE MIGUEL GUZMAN ANDRADE

Revisor: LIC. MARIANO ROMERO VALENZUELA

México, D.F.

1990



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Página

| | | |
|--------------|--|----|
| Capítulo I | Introducción | 2 |
| Capítulo II | Elementos generales para una instalación eléctrica | 5 |
| Capítulo III | Cálculo de la demanda eléctrica | 46 |
| Capítulo IV | Conclusiones | 80 |
| | Bibliografía | 85 |
| | Apéndice | 87 |

INTRODUCCION

La finalidad de un proyecto, en este caso de instalaciones eléctricas, es dar una visión de cómo va quedar la obra, y ver la manera en que se pueda mejorar, hacer minimizaciones sobre los costos, los métodos que se usaron para hacer los cálculos y por qué se tomaron esas decisiones sobre la elección de cable, tuberías, interruptores, etc.. Con esto, a la hora de la instalación, el técnico en caso de que hubiera alguna falla, pueda ver por qué falló y cómo podría corregirlo si es que éste estuviera capacitado.

Un Ingeniero Mecánico Electricista está capacitado para realizar este tipo de proyectos, pues sus conocimientos sobre electricidad, así como de mecánica de fluidos, son los adecuados y contemplan todos los detalles en que pudiera incurrir un trabajo de este índole.

Generalmente se hace un plano de la obra y ahí se especifican los tomas de energía eléctrica, cableado, tuberías, etc. Estas especificaciones se hacen con una simbología especial, que posteriormente se mostrará.

A estos planos se le anexa un resumen de los cálculos hechos y se explica el por qué de la elección de los elementos señalados en los planos. Cabe mencionar que todas las instalaciones se hacen basándose en los reglamentos existentes y que son diferentes para cada región, pues hay factores de corrección, por ejemplo los de temperatura, humedad, viento, seguridad, etc.

Los reglamentos y las disposiciones gubernamentales que rigen el cableado en las casas y oficinas. Consisten en una serie de reglas y procedimientos que tienen como fin asegurar que la electricidad sea una útil herramienta y no un arma mortal. El propósito básico del reglamento de instalaciones eléctricas es evitar un incendio, lo cual fácilmente podría ocurrir si la instalación eléctrica es defectuosa.

En el capítulo 2 se exponen los métodos, fórmulas empleadas en el cálculo del diseño y se explica el criterio en el cual se basa este estudio. Para el uso de ellos, se incluyen tablas de referencia para el mejor entendimiento. En los capítulos siguientes se ve el diseño de la instalación así como los planos correspondientes, y por último las conclusiones que se obtuvieron durante el desarrollo del proyecto.

7

La presente tesis trata sobre un anteproyecto de una instalación eléctrica de un rancho ganadero "LA CHUFAROSA" dedicado a la engorda, que se encuentra ubicado en el norte de Veracruz, en el municipio de Alamo Temapache. Este rancho se encuentra a 20 Km del pueblo mas cercano que es Alamo, y la línea de corriente eléctrica se encuentra a 3.5 Km de distancia. La energía eléctrica en nuestros tiempos es muy importante para el desarrollo de cualquier empresa, pues muchos de los equipos usados, así como herramienta de trabajo y mantenimiento necesitan de la energía eléctrica, además de que se aprovecharía tener aparatos electrodomésticos para uso del personal.

Al contar con energía eléctrica en el rancho, se podrá contar con maquinaria para el procesamiento de alimento para ganado, bombas de agua, compresores, tener un sistema de riego para fechas en que escasee el agua; esto mejoraría la producción, al igual que la incrementaría.

ELEMENTOS GENERALES PARA UNA INSTALACION ELECTRICA

El objetivo de una instalación eléctrica es fundamentalmente cumplir con los servicios que fueron requeridos durante la etapa de proyecto con el propósito de que la energía eléctrica satisfaga los requerimientos de los distintos elementos receptores.

Dentro de una instalación eléctrica, se puede incluir desde la generación de energía eléctrica, hasta su utilización final, pasando por las etapas de transformación, transmisión y distribución, con lo que se llega a una clasificación de instalación eléctrica según la tensión a la cual se haga:

- Extra alta tensión: mas de 345 Kv

Alta tensión: de 30 a 345 kv, se manejan valores nominales de 80, 100, 110, 220, 345 Kv.

- Mediana tensión: de 12 a 66 Kv, se manejan valores nominales de 32, 44, 66 Kv.

- Baja tensión y distribución: de 0.127 a 23 kv, se manejan valores nominales de 0.127, 0.220, 0.440, 4.16, 13.2, 20, 23 Kv.

En este proyecto sólo se estudiará baja tensión y distribución, que es donde las casas habitación, así como el equipo agrícola es lo que requiere.

Se va a hacer un especial énfasis en los métodos a seguir, pues no es posible hacerlo específicamente, dado que existe una gran diversidad de instalaciones eléctricas dentro de este tipo, y los problemas que involucra cada uno de ellos. Por otra parte también hay una gran variedad de material y equipo que se usa, así como también de fabricantes.

INSTALACION ELECTRICA.

Se Define una instalación eléctrica como un conjunto de elementos necesarios para conducir y transformar la energía eléctrica para que sea utilizada en las máquinas y aparatos receptores cumpliendo con los siguientes requisitos:

- Debe ser segura contra accidentes e incendios.
- Eficiente y económica.
- Accesible y fácil de darle mantenimiento.
- Cumplir con los requisitos técnicos que fija el reglamento de obras e instalaciones eléctricas.

Ya que se tiene definido lo que es una instalación eléctrica pasaremos a definir y explicar los elementos de ella en baja tensión. Entre estas estarán los elementos principales para conducir, proteger y controlar la energía eléctrica y los dispositivos receptores.

a) Conductores eléctricos: lo principal de un conductor eléctrico, es que tenga buena conductividad así como otras propiedades mecánicas y eléctricas, sin olvidar el aspecto económico. La mayoría de los conductores que se utilizan por estas razones, están hechos de cobre y aluminio que son los que tienen mayor conductividad eléctrica y son los mas económicos. Hay otros con mas conductividad como la plata y el platino, pero su costo es tan elevado que no se utiliza en las instalaciones por incosteable.

Los conductores eléctricos, por lo general se fabrican en sección circular, aunque para manejar alta tensión hay secciones rectangulares. Las normas que existen han hecho una clasificación de conductores, basándose en su calibre. El sistema americano AWG

(American Wire Gauge), es el más usado y varia desde el # 30 (que es el más delgado), 18, 16, ..., 1/0 (10), 2/0 (100), 3/0 (1000), 4/0 (10000 que es el más grueso). Para conductores que el área del conductor sea mayor a 4/0, se hace una designación en base a su área en pulgadas; un circular mil es la sección de un círculo que tiene de diámetro una milésima de pulgada (0.001 in), que equivale a $5.067 \times 10^{-7} \text{ m}^2$.

En una instalación eléctrica los conductores están aislados, con una capa de termoplástico, que dependiendo el tipo de fabricante se denomina de diferente manera. Entre los más conocidos por tener resistencia al agua entre otras propiedades están:

- TW
- VINNEL 900
- VINNIEL NYLON
- VULCANEL EP
- VULCANEL XLP

TABLA 1

TEMPERATURA MAXIMA DE OPERACION A REGIMEN
PERMANENTE DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSION

| | | |
|---------------|-----------------------|-------------------------|
| TW | 60°C EN AMBIENTE SECO | 60°C EN AMBIENTE MOJADO |
| VINANEL 900 | 90°C EN AMBIENTE SECO | 75°C EN AMBIENTE MOJADO |
| VINANEL NYLON | 90°C EN AMBIENTE SECO | 75°C EN AMBIENTE MOJADO |
| VULCANEL EP | 90°C EN AMBIENTE SECO | 75°C EN AMBIENTE MOJADO |
| VULCANEL XLP | 90°C EN AMBIENTE SECO | 75°C EN AMBIENTE MOJADO |

Cada tipo de conductor tiene propiedades especificas que lo diferencian de otros pero la selección del tipo de conductor debe tener en cuenta los siguientes agentes:

1) Agentes mecánicos: dañan y afectan a su operación, generalmente son causados por alguna presión que se ejerza sobre el conductor, al introducir los conductores a las canalizaciones cuando estas estén defectuosas, o que sufran algún doblez durante su instalación.

2) Agentes químicos: están directamente relacionados con los contaminantes que se encuentren en el lugar de la instalación. Entre los más comunes podemos mencionar agua, humedad, hidrocarburos, ácidos alcalis.

3) Agentes eléctricos: por lo general son por fallas de corto circuito o alguna sobre carga en la línea.

B) Canalizaciones eléctricas: Sirven para proporcionar protección mecánica a los conductores ya que los aísla físicamente y confina cualquier problema de calor o chispa producido por una sobre carga, corto circuito o algún defecto en el aislamiento del conductor. El número de conductores por conduit está restringido según sea el calibre del conductor. (Tabla # 2)

Los medios de canalización mas comunes son:

- 1) Tubos conduit
- 2) Ductos
- 3) Charolas

Tubos conduit: existe una gran variedad en el mercado y dependiendo el uso se selecciona el tipo de material de tubo conduit. Los mas comunes son de acero galvanizado (se usa generalmente a la intemperie), aluminio (usado en la construcción principalmente), tubo conduit flexible (para algunas aplicaciones especificas como la llegada a las cajas de conexión de motores), y PVC (usado en las instalaciones residenciales por su bajo costo y fácil manejo).

Los tubos de metal cuentan con encordados en los extremos para su conexión entre si, vienen en tramos de 3.05 mt. Los de plástico se conectan con presión por medio de coples o alguna otra conexión. Vienen en tramos de 3 mt ; no son recomendables para lugares que su temperatura exceda los 60°C.

Ductos: Son canales de lámina de acero de sección cuadrada o rectangular con tapa por lo que sólo se usan en instalaciones visibles ya que no se pueden montar o empotrar en un muro y esto restringe su uso en casas habitación. Los conductores se llevan dentro de los ductos como si fuera un tubo conduit y se dividen según su aplicación: ductos alimentadores si llevan los conductores a los tableros de distribución, o de conexión que salen de los tableros a los apartos receptores.

El presente informe tiene por objeto determinar la capacidad de corriente permitida en conductos de diferentes tipos y materiales, de acuerdo a las normas de la N.E.C. y las especificaciones de la industria.

Tabla 1

| NUMERO DE CONDUCTORES | CAPACIDAD DE CORRIENTE PERMITIDA EN CONDUIT EN % | CAPACIDAD DE CORRIENTE PERMITIDA EN TUBOS EN % |
|-----------------------|--|--|
| 1 - 3 | 100 | 100 |
| 4 - 6 | 80 | 100 |
| 7 - 24 | 70 | 100 |
| 25 - 30 | 60 | 100 |
| 31 - 32 | 60 | 100 |
| 43 ó más | 50 | 100 |

Chorolas: La aplicación es muy similar a los ductos con la diferencia de los limitantes propias del lugar, su aplicación es principalmente la industria.

C) Conectores para canalizaciones eléctricas: son elementos que sirven para interconectar las canalizaciones eléctricas entre si. Existen dos tipos principalmente:

Condulets: son básicamente cajas de conexión, principalmente de aleación de aluminio, tienen tapas fijadas con tornillos y hay 3 tipos: normal u ordinaria, a prueba de plomo y vapor, a prueba de explosión. Son usadas con tubo conduit visible.

Cajas de conexión: pueden ser cuadradas, octagonales o rectangulares generalmente de acero esmaltado o galvanizado; se usan para montaje de accesorios eléctricos tales como apagadores, contactos, botones salidas para alumbrado, etc..

D) Accesorios adicionales: son diversos y varían de acuerdo al tipo de instalación y su tamaño. Aquí sólo se hablara del tipo convencional que es para casas habitación. Estos accesorios se montan normalmente en armazones metálicos que a su vez se fijan en chalupas o cajas rectangulares y que se cubren con placas metálicas o de plástico. Los accesorios mas comunes son:

1) Porta lámparas

2) Apagadores de palanca, de botón o de presión

- a) De tipo oculto
- b) De sobre poner

3) Contactos

Tipo doméstico y comercial e industrial que pueden ser

- a) Para sobreponer
- b) Intercambiables
- c) Tipo oculto
- d) De piso y polarizados
- e) Dispositivos de protección

Los dispositivos de protección y control deben cumplir con la normas y recomendaciones dadas por las instalaciones y diseño de los circuitos que principalmente son:

- Se debe separar los circuitos para alumbrado general, contactos y aplicaciones especiales.
- Las ramas de los circuitos con mas de una salida no pueden tener una carga que exceda el 50% de la capacidad de conducción.
- El calibre menor de un conductor en alumbrado no deberá ser menor al # 12.

Segun la capacidad de cada circuito se deberán de instalar tableros de distribución como tantos sea necesario.

La seguridad, así como la capacidad de producir en una planta, depende de la protección que tengan las cargas instaladas contra fallas, pues de lo contrario un equipo sometido a una falla, podría descomponerse y no sólo pararía la producción sino que también costaría reparar el equipo dañado, además de que se tiene el riesgo de que el operador sufra algún accidente, es por eso que es muy importante ver los tipos de protección con que se cuentan, los cuales deben de tener una respuesta rápida para evitar al máximo cualquier incidente.

Para cumplir con lo anterior es necesario contar con los siguientes dispositivos:

1) Relevadores: es un dispositivo que provoca un cambio en uno o mas circuitos del control eléctrico, cuando las cantidades medidas a las cuales responde cambian de una manera prescrita, hay cuatro tipos:

- + Auxiliar: ayuda en el desarrollo de sus funciones a los relevadores de protección, tienen como fin energizar circuitos de control, dar más capacidad a los contactos para circuitos de control y dar más flexibilidad a los arreglos de los contactos.
- + Protección: su función es detectar las fallas en línea o en aparatos y dar una señal de alarma.

+ Regulación y verificación: detecta la variación no deseada de la cantidad medida y restaura la cantidad dentro de los límites deseados.

Con un relevador, se obtiene velocidad, seguridad y confiabilidad dando ventajas tales como: disminuyen el daño de provocado por la falla, reducen los problemas de estabilidad en grandes redes, reducen los tiempos de coordinación.

2) Interruptores en caja de lámina o interruptores de seguridad, consisten de una navaja que se acciona con una palanca en el exterior de la caja

3) Tableros de distribución o centros de carga, consisten de 2 o más interruptores ya sean de navaja o automáticos termomagnéticos. Se deben colocar en un lugar accesible.

4) Fusibles, son elementos de protección que consisten de un alambre que se funde cuando el límite para el cual fue diseñado es excedido por la corriente que pasa por ahí. Este alambre es generalmente de aleación con bajo punto de fusión tales como el plomo y el estaño. Hay 2 tipos: de tapón, con capacidad de 10, 15, 20 , 30 amperes, usados generalmente en casas habitación, y los de tipo cartucho que son de mayor amperaje. Los fusibles

7

puedan ser de tipo normal o de acción retardada según sea la necesidad.

5) Interruptores termomagnéticos, están diseñados para abrir un circuito e impedir el paso de corriente cuando ocurra una sobrecarga, son accionados automáticamente por la combinación de un elemento térmico y otro magnético.

Para poder entender mejor lo anterior, se definen algunos términos que son muy comunes:

- Circuito derivado: se define como un conjunto de conductores que van hasta el último dispositivo de sobrecorriente en el sistema. Este circuito por lo general alimenta sólo una pequeña parte del sistema.
- Circuito alimentador: se define como un conjunto de conductores que alimentan a un grupo de circuitos derivados.
- Tableros: son básicamente conjuntos de dispositivos de sobrecorriente contenidos en gabinetes accesibles solo por el frente.
- Subalimentadores: en el caso de que se requieran muchos alimentadores, un segundo tablero instalado en algún punto entre el tablero principal y los circuitos derivados requieren de alimentadores secundarios o subalimentadores.

- Carga instalada: la suma de los VA (potencia) de las cargas de la instalación.
- Demanda: la carga eléctrica promediada en cierto intervalo de tiempo.
- Demanda máxima: la mayor de las demandas que han ocurrido en un intervalo específico de tiempo.
- Factor de demanda: la razón de la demanda máxima de un sistema a la carga instalada.

SELECCION DEL CALIBRE DE UN CONDUCTOR PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE BAJA TENSION

Lo que se ha visto hasta ahora han sido propiedades de los elementos que se utilizarán en la instalación, pero para la selección adecuada de un conductor que transportará corriente a un dispositivo específico, se toman en cuenta 2 factores :

- 1) Capacidad de conducción de corriente. (Tabla # 4)
- 2) Caída de voltaje. (Tabla # 5)

Durante el análisis que se hace, estos factores se toman por separado, pero se toman simultáneamente en la selección de un conductor, como se van a obtener dos resultados diferentes entre

7

Si, para seleccionar el conductor tomaremos el que resulte con mayor área (calibre) y con esto se cumplirá con los dos requisitos.

1) Cálculo del conductor por capacidad de corriente (AMPACIDAD)

La capacidad de conducción de un conductor se encuentra limitada por los siguientes factores:

- Conductividad del conductor.
- Capacidad térmica de aislamiento.
- Temperatura ambiente.

| TEMPERATURA DE WATINE DEL AISLE MILITO | 80 °C | | 75 °C | | 65 °C | | 50 °C | |
|---|-------------------------------|---------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------|---------------------------|---|---------------------------|
| | THIN, RUV, T, TV, TWO, RTW | | RH, RHW, RPH, RW, THIN, CF, RHW | | PILE, V, MT | | IA, FBS, SA, AVB, SES, FEP, THW, RHW, THIN, MW, EP, RHW | |
| | CALLEPE | EN TUBE RIA O CABLE | AL AIRE | EN TUBE RIA O CABLE | AL AIRE | EN TUBE RIA O CABLE | AL AIRE | EN TUBE RIA O CABLE |
| 14 | 15 | 20 | 15 | 20 | 25 | 30 | 25 | 30 |
| 12 | 20 | 25 | 20 | 25 | 30 | 40 | 30 | 40 |
| 10 | 30 | 40 | 30 | 40 | 40 | 55 | 40 | 55 |
| 8 | 40 | 55 | 45 | 65 | 50 | 70 | 50 | 70 |
| 6 | 55 | 80 | 65 | 95 | 70 | 100 | 70 | 100 |
| 4 | 70 | 105 | 85 | 125 | 80 | 135 | 90 | 125 |
| 3 | 80 | 120 | 100 | 145 | 105 | 155 | 105 | 155 |
| 2 | 95 | 140 | 115 | 170 | 120 | 180 | 120 | 180 |
| 1 | 110 | 165 | 130 | 195 | 140 | 210 | 140 | 210 |
| 0 | 125 | 195 | 150 | 230 | 155 | 245 | 155 | 245 |
| 00 | 145 | 225 | 175 | 265 | 185 | 285 | 185 | 285 |
| 000 | 165 | 260 | 200 | 310 | 210 | 330 | 210 | 330 |
| 0000 | 195 | 300 | 230 | 360 | 235 | 385 | 235 | 385 |
| 250 | 215 | 340 | 255 | 405 | 270 | 425 | 270 | 425 |
| 300 | 240 | 375 | 285 | 445 | 300 | 460 | 300 | 460 |
| 350 | 260 | 420 | 310 | 505 | 325 | 530 | 325 | 530 |
| 400 | 280 | 465 | 335 | 545 | 360 | 575 | 360 | 575 |
| 500 | 320 | 515 | 380 | 620 | 405 | 660 | 405 | 660 |
| 600 | 355 | 575 | 420 | 690 | 455 | 740 | 455 | 740 |
| 700 | 395 | 630 | 460 | 755 | 490 | 815 | 490 | 815 |
| 750 | 400 | 655 | 475 | 785 | 500 | 845 | 500 | 845 |
| 800 | 420 | 680 | 490 | 815 | 515 | 880 | 515 | 880 |
| 900 | 435 | 730 | 520 | 870 | 555 | 945 | 555 | 940 |
| 1000 | 455 | 780 | 545 | 935 | 585 | 1000 | 585 | 1000 |

Tabla No. 1
Conversiones de unidades de medida

| CALIBRE | SECCION | | DIAMETRO | |
|---------|----------|-------------------------|----------|--------|
| | A. M. G. | C.M. mm ² | FULGADAS | MM |
| 20 | 1022 | 0.5176 | 0.08196 | 0.812 |
| 18 | 1624 | 0.8252 | 0.09430 | 1.024 |
| 16 | 2583 | 1.3090 | 0.09882 | 1.291 |
| 14 | 4107 | 2.0810 | 0.09408 | 1.628 |
| 12 | 6530 | 3.3090 | 0.08081 | 2.053 |
| 10 | 10880 | 5.2610 | 0.1019 | 2.588 |
| 8 | 16510 | 8.3670 | 0.1285 | 3.264 |
| 6 | 26250 | 13.3080 | 0.1620 | 4.115 |
| 4 | 41740 | 21.1480 | 0.2043 | 5.189 |
| 3 | 52630 | 26.6700 | 0.2294 | 5.827 |
| 2 | 66370 | 33.6320 | 0.2576 | 6.543 |
| 1 | 83690 | 42.4060 | 0.2893 | 7.348 |
| 0 | 105600 | 53.4770 | 0.3249 | 8.252 |
| 00 | 133100 | 67.4190 | 0.3648 | 9.266 |
| 000 | 167800 | 85.0820 | 0.4096 | 10.403 |
| 0000 | 211600 | 107.2250 | 0.4600 | 11.684 |

cuando la conducción de corriente por un conductor va a ser una potencia disipada en forma de calor que son pérdidas, para el cálculo de esta potencia (pérdida), se usa la fórmula de potencia $W = RI^2$ Ec (1) donde W = potencia

R = resistencia

I = corriente

También cuando la temperatura varía, la resistencia variará, por lo que hay que hacer una corrección cuando la temperatura es diferente a 20°C, que es la temperatura base a la que están hechos los conductores, principalmente; por lo que se tiene:

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha(t - 20)] \quad \text{Ec (2)}$$

- R = Resistencia a la temperatura
- t = temperatura
- t = Temperatura deseada
- α = coeficiente de corrección en, el caso del cobre = 0.00385

Otro factor importante es el que los valores que se encuentran en las tablas están dados para una corriente directa. Cuando una corriente alterna circula por un conductor, se produce un efecto superficial, debido a que se desarrolla una tensión por efecto de la inducción; por lo que la resistencia del conductor será mayor cuando circule una corriente alterna y habrá que utilizar un factor de corrección como se muestra en la tabla 7.

FIGURA 5

VALORES DE CALIBRE EN MILIMETROS Y EN UNIDADES DE LONGITUD EN UNIDADES DE LONGITUD DEL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

| CALIBRE | DMS POR 1000 PILES | CALIBRE | DMS POR 1000 PILES |
|----------|--------------------|----------|--------------------|
| M. C. M. | | M. C. M. | |
| 14 | 3,00 | 250 | 0,049 |
| 12 | 1,87 | 300 | 0,0408 |
| 10 | 1,48 | 350 | 0,0350 |
| 8 | 0,740 | 400 | 0,0306 |
| 6 | 0,465 | 500 | 0,0245 |
| 4 | 0,292 | 550 | 0,0222 |
| 3 | 0,228 | 600 | 0,0204 |
| 2 | 0,185 | 750 | 0,0163 |
| 1 | 0,146 | 1000 | 0,0123 |
| 0 | 0,116 | 1250 | 0,0098 |
| 00 | 0,092 | 1500 | 0,00816 |
| 000 | 0,073 | 1750 | 0,00700 |
| 0000 | 0,058 | 2000 | 0,00612 |

Tabla 2

FACTORES MULTIPLICADORES PARA CORREGIR RESISTENCIAS CON CORRIENTE CONTINUA EN SEÑALES DE CABLES CON CUBIERTA NO MAGNETICA EN AIRE O EN DUCTOS NO MAGNETICOS.

| CALIBRE A. W. G. M. C. M. | FACTOR MULTIPLICADOR CABLES CON CUBIERTA NO MAGNETICA EN AIRE O EN DUCTOS NO MAGNETICOS. | FACTOR MULTIPLICADOR CABLES CON CUBIERTA MAGNETICA O EN UN DUCTO MAGNETICO. |
|---------------------------------|---|--|
| 2 | 1.000 | 1.01 |
| 1 | 1.000 | 1.01 |
| 0 | 1.001 | 1.02 |
| 00 | 1.001 | 1.03 |
| 000 | 1.002 | 1.04 |
| 0000 | 1.004 | 1.05 |
| 250 | 1.005 | 1.06 |
| 300 | 1.006 | 1.07 |
| 350 | 1.009 | 1.08 |
| 400 | 1.011 | 1.10 |
| 500 | 1.010 | 1.13 |
| 600 | 1.025 | 1.16 |
| 700 | 1.034 | 1.19 |
| 750 | 1.039 | 1.21 |
| 800 | 1.044 | 1.22 |

En el caso de las instalaciones eléctricas de baja tensión, los conductores se encuentran dentro de las canalizaciones donde además se encuentran alojados otros conductores, lo que provoca que durante la transmisión de corriente el calor disipado dentro de un conduit sea mayor y esto puede provocar algún accidente. Para evitar esto el reglamento de instalaciones eléctricas, nos da una tabla la cual nos indica el número de conductores permitidos dentro de un conduit (TABLA 1). Esta tabla está basada en que para el área de un conduit sólo está permitido determinado porcentaje para alojar conductores dentro de él; a continuación se muestra los porcentajes permitidos para 1,2,3 y 4 o más conductores por conduit:

- 55% de un conduit se puede usar con un sólo conductor.
- 31% " " " " " " " 2 conductores.
- 45% " " " " " " " 3 " "
- 40% " " " " " " " 4 o más conductores.

Desde el punto de vista teórico se pueden establecer bases para el cálculo del calibre del conductor, de acuerdo con su capacidad de conducción de corriente y su factor de corrección por temperatura mayor a 30°C. En las siguientes tablas podemos observar esos valores.

Table 3

TABLE 3. COEFFICIENTS OF THERMAL EXPANSION OF COPPER TUBES AT DIFFERENT TEMPERATURES AND GRADES.

| CALIBRE | TIPD T.U. 60°C. | | | | VINNAPL 900 75 °C | | | |
|---------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| | 1 a 3 CUNDS. TUBO | 4 a 6 CUNDS. TUBO | 6 a 9 CUNDS. TUBO | 1 CLAS. ALRE | 1 a 3 CUNDS. TUBO | 4 a 6 CUNDS. TUBO | 6 a 9 CUNDS. TUBO | 1 CUNDS. ALRE |
| 14 | 15 | 12 | 10 | 20 | 15 | 12 | 10 | 20 |
| 12 | 20 | 16 | 14 | 25 | 20 | 16 | 14 | 25 |
| 10 | 30 | 24 | 21 | 40 | 30 | 24 | 21 | 40 |
| 8 | 40 | 32 | 28 | 55 | 45 | 36 | 31 | 65 |
| 6 | 55 | 44 | 38 | 80 | 65 | 52 | 45 | 95 |
| 4 | 70 | 56 | 49 | 105 | 85 | 68 | 59 | 125 |
| 2 | 95 | 76 | 66 | 140 | 115 | 92 | 80 | 170 |
| 0 | 125 | 100 | 87 | 195 | 150 | 120 | 105 | 230 |
| 00 | 145 | 116 | 110 | 225 | 175 | 140 | 122 | 265 |
| 000 | 165 | 132 | 115 | 260 | 200 | 160 | 140 | 310 |
| 0000 | 195 | 156 | 132 | 300 | 230 | 180 | 161 | 360 |
| 250 | 215 | 172 | 150 | 340 | 255 | 204 | 170 | 405 |
| 300 | 240 | 192 | 168 | 375 | 285 | 228 | 199 | 445 |
| 350 | 260 | 208 | 182 | 420 | 310 | 248 | 217 | 505 |
| 400 | 280 | 224 | 196 | 455 | 335 | 264 | 234 | 565 |
| 500 | 320 | 256 | 224 | 515 | 380 | 304 | 266 | 600 |

| CALIBRE | TIPO Tu GPC | | | | VISCOS. 300 75° C | | | |
|----------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------------|-------------|-------------|-----------|
| | 1 a 3 | 4 a 6 | 6 a 9 | 1 | 1 a 3 | 4 a 6 | 6 a 9 | 1 |
| P. U. G. | COND. TUBO | CUNDS. TUBO | CUNDS. TUBO | CUN. WIRE | COND. TUBO | CUNDS. TUBO | CUNDS. TUBO | CUN. WIRE |
| 600 | 355 | 284 | 248 | 575 | | | | |
| 750 | 400 | 320 | 280 | 655 | | | | |
| 1000 | 455 | 364 | 318 | 780 | | | | |
| 1250 | 495 | 396 | 346 | 890 | | | | |
| 1500 | 520 | 416 | 364 | 980 | | | | |
| 1750 | 545 | 436 | 382 | 1070 | | | | |
| 2000 | 560 | 448 | 392 | 1155 | | | | |

FACTORES DE CORRECCION POR TEMPERATURA

| | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 40 | 0.82 | 0.82 | 0.82 | 0.82 | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0.88 |
| 45 | 0.71 | 0.71 | 0.71 | 0.71 | 0.82 | 0.82 | 0.82 | 0.82 |
| 50 | 0.58 | 0.58 | 0.58 | 0.58 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 |
| 55 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.41 | 0.67 | 0.67 | 0.67 | 0.67 |
| 60 | ---- | ---- | ---- | ---- | 0.58 | 0.58 | 0.58 | 0.58 |

4. Datos de conductores:

Sección de cable (diámetro) en mm. Los siguientes términos:

w = potencia o carga por alimentador, o carga total instalada
watts

E = tensión o voltaje al neutro (127.5 o 254 v) = $E / \sqrt{3}$

Eⁿ = tensión o voltaje entre fases (220 o 440)

I = corriente en amperes

cos φ = pf, factor de potencia

cos φ = 1 para cargas notadamente resistivas

cos φ = 0 para cargas reactivas

El factor mínimo para no infringir el reglamento es de 0.65

A = resistividad del cobre = 1/58 (20 C) o 1/50 (60°C)

L = distancia en metros desde la toma de corriente (subestación eléctrica, interruptor general, tablero de control,

etc.) hasta el centro de carga

e = caída de tensión entre fase y neutro

e_o% = caída de tensión entre fase y neutro en %

e_f = caída de tensión entre fases

e_{o3}% = caída de tensión entre fases en %

La caída de tensión por el reglamento de instalaciones eléctricas (NIE) es de 5 % entre alimentador y derivado.

El valor permisible máximo de cada uno es de 3 %.

Para calcular la corriente por ampacidad se usará la siguiente fórmula:

$$I = \frac{W}{n \cdot (E \cdot \cos \phi)} \quad \text{Ec (3)}$$

Con la corriente que se obtenga se buscará en tablas que calibre de conductor le corresponde; como se había mencionado anteriormente había que calcular el calibre por ampacidad y por caída de voltaje, ya se hizo por ampacidad, ahora se realizará por caída de voltaje.

En este caso la caída de tensión dependerá del sistema de alimentación que se tenga. Hay 4 tipos:

- Sistema monofásico a 2 hilos (1 fase)
- Sistema monofásico a 3 hilos (1 fase)
- Sistema trifásico a 3 hilos (3 fases)
- Sistema trifásico a 4 hilos (3 fases)

Para cada calibre de conductor, conocida la sección se pueden calcular en cada caso de sistema de distribución una constante para el cálculo de la caída de tensión en % que se da en la tabla siguiente:

Table 5

Table 5. Comparison of the results of the tests of the...

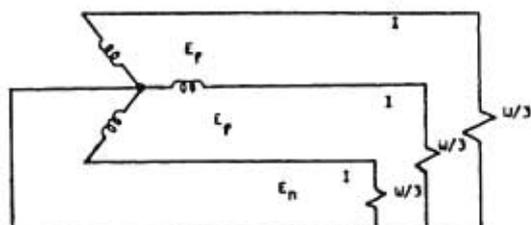
| CALIBRE A.G. y PCM | CINCLITUS MONOFASICOUS A 127 V | CINCLITUS MONOFASICOUS A 220 V | CINCLITUS TRIFASICOUS A 220 V | CINCLITUS TRIFASICOUS A 440 V |
|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 14 | 0.01305 | 0.00754 | 0.00650 | 0.00326 |
| 12 | 0.00820 | 0.00474 | 0.00410 | 0.00205 |
| 10 | 0.00515 | 0.00298 | 0.00258 | 0.00129 |
| 8 | 0.00323 | 0.00187 | 0.00162 | 0.00081 |
| 6 | 0.00203 | 0.00117 | 0.00103 | 0.00051 |
| 4 | 0.00128 | 0.00074 | 0.00064 | 0.00032 |
| 2 | 0.00081 | 0.00047 | 0.00040 | 0.00020 |
| 1/0 | 0.00050 | 0.00029 | 0.00025 | 0.00013 |
| 2/0 | 0.00040 | 0.00023 | 0.00020 | 0.00010 |
| 3/0 | 0.00032 | 0.00018 | 0.00016 | 0.00008 |
| 4/0 | 0.00025 | 0.00015 | 0.00013 | 0.00006 |
| 250 | 0.00021 | 0.00012 | 0.00011 | 0.00005 |
| 300 | 0.00018 | 0.00010 | 0.00009 | 0.00004 |
| 400 | 0.00013 | 0.00008 | 0.00007 | 0.00003 |
| 500 | 0.00011 | 0.00006 | 0.00005 | 0.00002 |

Solamente se veran 2 sistemas, monofásico a 2 hilos y trifásico a 4 hilos.

- Sistema monofásico a 2 hilos: la potencia que consume la carga es $w = E_n I \cos\theta$ $\Rightarrow I = w / (E_n \cos\theta)$, y la caída de voltaje en el conductor es $e = 2 R I$ y la resistencia del conductor es $R = \frac{K L}{S} = \frac{1}{50} \frac{L}{S} \Rightarrow e = \frac{4 I L}{S} = \frac{4 I L}{E_n}$

Cuando se utiliza este sistema la carga instalada debe ser menor a 4000 watts y los circuitos derivados no deben exceder de 20, 30, 40 amperes.

- Sistema trifásico a 4 hilos: (Fig # 1)



2. (10)

3. (10) $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2$

Eq (74) $v = \sqrt{\frac{kx^2}{m}}$

Eq (75) $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2$

Eq (76) $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{kx^2}{m}}$

10. (10) $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2$

Eq (77) $v = \sqrt{\frac{kx^2}{m}}$

Eq (78) $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{kx^2}{m}}$

10. (10) $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2$

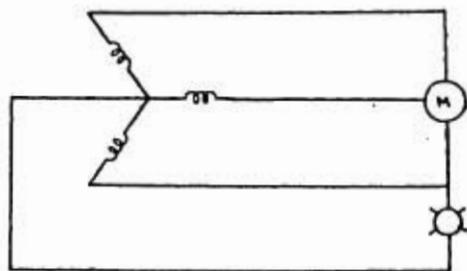
Eq (79) $v = \sqrt{\frac{kx^2}{m}}$

Eq (80) $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2$

Eq (81) $v = \sqrt{\frac{kx^2}{m}}$

Cuando se utiliza este sistema, la carga instalada generalmente excede los 8000 watts, es mas versal y se pueden presentar cargas monofásicas y trifásicas como se muestra en el siguiente diagrama.

Fig. 2



En los conductores eléctricos la caída de tensión es debida a una resistencia y a una reactancia. La reactancia depende de varios factores: Área, frecuencia de operación, longitud, material, etc. En el siguiente procedimiento se obtendrá una relación para la obtención de caída de voltaje total por resistencia y reactancia.

E_n = voltaje al principio del conductor

E'_n = voltaje al final del conductor

e_n = la caída de voltaje en el conductor por resistencia y reactancia

$$E_n = \overline{E'_n} + R I + j X_L I \quad \text{Ec (12)}$$

$$E_n = \sqrt{(E'_n \cos \theta + R I)^2 + (E'_n \sin \theta + X_L I)^2} \quad \text{Ec (13)}$$

$$|E_n| = |E'_n| + |R I + X_L I| = |E'_n| + |Z I| \quad \text{Ec (14)}$$

$$|I_n| = e \sqrt{(R_n)^2 + (X_n)^2} \quad \text{Ec (15)}$$

$$|E_n| = |E_n| + e \quad \text{Ec (16)}$$

$$E_n = |E_n| - e \quad \text{Ec (17)}$$

La caída de voltaje total por resistencia y reactancia es

$$e = \sqrt{(R_n)^2 + (X_n)^2} \quad \text{Ec (18)}$$

Tabla 10

REACCIÓN EN EL NEUTRO DE UN SISTEMA TRIFÁSICO DE TRES HILOS EN DUCTO MAGNÉTICO, PARA UNA FRECUENCIA DE 60 CICLOS /SEGUNDO Y UN VOLTAJE HASTA 600 VOLTS.

| Calibre AWG MCM | Resis. Ω /1000' 60°C. | Reactancia Ω /1000' | |
|-----------------------|---------------------------------|----------------------------|---------|
| | | mínima | máxima. |
| 14 | 3.0 | | |
| 12 | 1.87 | | |
| 10 | 1.18 | | |
| 8 | 0.740 | 0.046 | 0.045 |
| 6 | 0.465 | 0.040 | 0.045 |
| 4 | 0.292 | 0.037 | 0.050 |
| 3 | 0.228 | 0.036 | 0.049 |
| 2 | 0.185 | 0.035 | 0.048 |
| 1 | 0.146 | 0.035 | 0.048 |
| 0 | 0.116 | 0.034 | 0.048 |
| 00 | 0.092 | 0.032 | 0.044 |
| 000 | 0.073 | 0.031 | 0.044 |
| 0000 | 0.058 | 0.030 | 0.045 |
| 250 | 0.049 | 0.030 | 0.044 |
| 300 | 0.0408 | 0.029 | 0.045 |
| 350 | 0.0350 | 0.029 | 0.044 |
| 400 | 0.0306 | 0.029 | 0.043 |
| 450 | 0.0272 | 0.028 | 0.040 |
| 500 | 0.0245 | 0.028 | 0.038 |
| 600 | 0.0222 | 0.028 | 0.040 |
| 750 | 0.0204 | 0.028 | 0.038 |
| 1000 | 0.0163 | 0.028 | 0.035 |
| 1250 | 0.0123 | 0.028 | 0.038 |
| 1500 | 0.0098 | 0.028 | 0.038 |
| 1750 | 0.00816 | 0.028 | 0.038 |
| 2000 | 0.00700 | 0.027 | 0.037 |
| 2500 | 0.00612 | 0.027 | 0.036 |

7

Proyecto de una instalación eléctrica para alumbrado y fuerza.

El problema del alumbrado o de iluminación interior o exterior, es obtener una buena iluminación con un menor consumo de energía eléctrica. Durante el suministro de energía eléctrica proveniente de las fuentes de alimentación a los centros de consumo necesitan de ciertos elementos para poder lograrlo, éstos deben ser calculados en base a los requisitos que tengan que satisfacer.

Los principales elementos de diseño que se deben considerar son:

- 1) Magnitudes como son: características de la carga, factores de demanda, diversidad.
- 2) Servicios como son niveles de voltaje a emplear y distribución por niveles de voltaje en la instalación.
- 3) Flexibilidad y previsión para ampliaciones futuras.
- 4) Confiabilidad (seguridad en el suministro de la energía eléctrica).
- 5) Seguridad del personal.
- 6) Costos de operación y mantenimiento.
- 7) Fuentes de alimentación.
- 8) Cumplimiento con normas y especificaciones oficiales.

SUBESTACION ELÉCTRICA

Una subestación eléctrica es un conjunto de elementos que sirven para transformar la energía eléctrica o bien para transformar la energía eléctrica de corriente alterna (CA) a corriente directa (CD). La determinación de la capacidad de la subestación o mas bien de los transformadores, no sólo involucran problemas técnicos, si no también económicos. Para un mejor entendimiento definiremos algunos términos:

- Densidad de la carga: es el cociente de la carga instalada y el área de la instalación considerada.
- Factor de carga: en la mayoría de los casos, la carga no es constante durante el año o durante de un periodo de tiempo especificado por lo que tenemos una relación obtener un factor de carga, que va estar dado por:

$$Ec (19) \text{ FACTOR DE CARGA} = \frac{\text{VALOR PROMEDIO ANUAL DE LA CARGA}}{\text{MAXIMO VALOR DE LA CARGA EN UN AÑO}}$$

- Factor de diversidad: es el cociente de la suma de las demandas máximas individuales en las distintas partes de un sistema y la demanda máxima del sistema .

- Factor de simultaneidad: es un cantidad menor o igual a la unidad que se obtiene como el recíproco del factor de diversidad.

Las subestaciones eléctricas las podemos clasificar por :

- 1) Por su operación:
 - a) de C.A
 - b) de C.D
- 2) Por la función de desempeñan:
 - a) elevadoras (de tensión).
 - b) reductoras
 - c) de enlace (para interconectar líneas).
 - d) rectificadoras (convertir C.A a C.D).
- 3) Por su construcción:
 - a) tipo intemperie (opera en el exterior)
 - b) tipo interior.
 - c) tipo blindada (para operar en el interior o exterior).

c) Cuchillas de pruebas: Generalmente son de operación en grupo y sin carga, su propósito es permitir la conexión de equipos de medición portátiles que permitan verificar al equipo instalado por la compañía suministradora.

d) Apartarayos. Sirve para proteger a la subestación y principalmente al transformador contra las sobretensiones de origen atmosférico.

e) Cuchillas desconectadoras. Son de operación sin carga, sirven para conectar, desconectar o cambiar conexiones dentro de la subestación.

f) Interruptor general. Tiene funciones de desconexión con carga o con corrientes de corto circuito.

g) Transformador. Es el elemento principal de la subestación, ya que cumple con la función de reducir el voltaje de alimentación de la compañía suministradora a los voltajes de utilización de las cargas.

Los transformadores por el número de fases pueden ser monofásicos o trifásicos. También es importante su forma de enfriamiento, y ésta puede ser:

1) Tipo OA : es un transformador enfriado por aceite y agua. El transformador se encuentra de un tanque lleno de aceite, el calor se trasmite al aceite y de éste al tanque que lo disipa al aire, el aceite debe de refrigerar al igual que aislar.

2) Tipo OA/FA: es básicamente un tipo OA, pero de mayor capacidad, y se le añaden ventiladores para que pueda enfriar más rápido.

3) Tipo FDA: básicamente es un tipo OA, pero cuenta con bombas externas para la circulación del aceite, se extrae de la parte superior y se introduce por la parte inferior.

4) Tipo ON: Este transformador está enfriado por aceite y agua que circula en serpentines concéntricos a los de aceite; el calor del aceite se trasmite al agua y ésta se encarga de disiparla.

5) Tipo AA: se fabrica para tensiones relativamente bajas (220, 440, 1000 V) y capacidades no mayores a 10 kva. La disipación del calor en este transformador se logra por medio del aire que circula alrededor del transformador.

6) Tipo AFA: es de tipo seco, pero puede operar en temperaturas ambiente mayores a 25°C. por lo que se le instalan ventiladores para poder disipar el calor.

7

Conexión de los transformadores.

Las conexiones más comunes son:

- a) Delta- Delta
- b) Delta- Estrella
- c) Estrella- Estrella
- d) Estrella- Delta

La conexión delta-delta, es poco usada pues esta limitada para alimentar cargas a tres hilos. Tiene la desventaja de operar en tensiones relativamente bajas (23 kv), pero tiene la ventaja de que como está compuesto por transformadores monofásicos en bancos trifásicos, si falla un transformador del banco, se puede seguir alimentando la carga trifásica con los otros dos.

La conexión delta-estrella, es la más usada en las subestaciones industriales conectando la delta en la parte de alta y la estrella en la parte de la baja. La conexión estrella-estrella es poco usada, sólo en subestaciones donde se trabaja en muy altas tensiones (mayores a 100k). La conexión estrella-delta es empleada para reducir la tensión y alimentar cargas trifásicas exclusivamente.

Para la selección de un transformador, y no existan exigencia especiales, se debe seleccionar un transformador considerado normalizado ya que tienen un menor costo.

Dentro de las especificaciones que deben cumplirse en la selección de un transformador están las siguientes:

Potencia nominal, frecuencia nominal, tensiones nominales tipo constructivo y modalidad de enfriamiento, perdidas y rendimiento eléctrico, impedancia y tensión de corto circuito, corriente de vacío, economía de la transformación, condición de la instalación, conexión de los devanados, número de terminales, clase de aislamiento y sus características nominales del aislamiento.

Cálculo de la demanda eléctrica

Este cálculo está basado en la suma de todas las cargas que se van a requerir. las cargas van a estar determinadas por las lámparas, contactos y los aparatos electrodomésticos que se vayan usar. Los contactos tienen especificada su carga así como las lámparas (potencia nominal de un foco); por lo que se refiere a los aparatos electrodomésticos existen tablas mencionando su carga.

Teniendo lo anterior haremos un recuento sobre las cargas que van a ser utilizadas en la casa principal, 2 casas de los vaqueros y una galera (bodega). Tomaremos un 10% de imprevistos por si en un futuro existen ampliaciones.

La carga real va estar dada por la demanda total multiplicada por un factor de utilización, este factor varia entre 60 y 100% según sea el caso de la instalación; para este caso se utilizará un 65% de la carga que es casi el mínimo, pero esto es lo que realmente se utilizará.

Tabla II

lamp. contec. t.v. vent. calen. refri. esto. lamp pie

| | | | | | | | | |
|---------------|----|-----|-----|-----|------|-----|----|-----|
| Recámara P | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | - | - | 1 |
| Recámara 1 | 2 | 3 | - | 1 | 1 | - | - | - |
| Recámara 2 | 1 | 3 | - | 1 | 1 | - | - | - |
| Recámara 3 | 1 | 3 | - | 1 | 1 | - | - | - |
| Baño P | 1 | 3 | - | - | - | - | - | - |
| Baño 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - |
| Baño 2 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - |
| Despacho | 1 | 3 | - | 1 | 1 | - | - | - |
| Estan-com | 2 | 5 | 1 | 2 | 1 | - | 1 | 1 |
| Cocina | 1 | 4 | - | - | - | 1 | - | - |
| Terraza | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - |
| Watts/aparato | 75 | 180 | 300 | 100 | 1200 | 300 | 75 | 100 |

Por lo que el total por habitación quedaría:

- Recámara principal 2175 W
- Recámara 1 1890 W
- Recámara 2 1815 W
- Recámara 3 1815 W
- Baño principal 615 W
- Baño 1 435 W

| | |
|------------------|--------|
| Baño 2 | 425 W |
| Despacho | 1815 W |
| Estancia comedor | 2825 W |
| Cocina | 1095 W |
| Terraza | 255 W |

Para las casas de los vaqueros tenemos:

Tabla 12

| | lamp. | contac. | t.v. | vent. | calen. | refri. | este. | lamp. pie |
|------------------|-------|---------|------|-------|--------|--------|-------|-----------|
| Recámara P | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | - | - | 1 |
| Recámara 1 | 1 | 3 | - | 1 | 1 | - | - | 1 |
| Recámara 2 | 1 | 5 | - | 1 | 1 | - | - | 1 |
| Baño P | 1 | 3 | - | - | - | - | - | - |
| Baño 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - |
| Baño 2 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - |
| Despacho | 1 | 2 | - | 1 | 1 | - | - | 1 |
| Estan-com | 4 | 5 | - | 2 | 1 | - | 1 | 1 |
| Cocina | 2 | 4 | - | 1 | - | 1 | - | - |
| Watts/aparato 75 | 180 | 300 | 100 | 1200 | 300 | 75 | 100 | |

Por lo que quedaria por habitación:

| | |
|--------------------|--------|
| Recámara principal | 2470 W |
| Recámara 1 | 1915 W |
| Recámara 2 | 1915 W |
| Baño principal | 615 W |
| Baño 1 | 435 W |
| Baño 2 | 435 W |
| Despacho | 1735 W |
| Estancia comedor | 2575 W |
| Cocina | 1170 W |

Para la galera quedaria de la siguiente manera:

Tabla 13

| | lamp. | contac. | boomba | compresor |
|---------------|-------|---------|--------|-----------|
| Cuarto 1 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| Cuarto 2 | 1 | 3 | - | - |
| galera | 6 | - | - | - |
| Watts/aparato | 75 | 180 | 1119 | 746 |

Tabla 14

| | CASA P | CASA 2 Y 3 | GALERA | Watts |
|-----------------|--------|------------|--------|---------|
| Lámparas | 13 | 32 | 8 | 75 |
| Lámparas de pie | 2 | 10 | --- | 100 |
| Contactos | 33 | 55 | 6 | 250 |
| Ventiladores | 7 | 14 | --- | 100 |
| Calefactores | 6 | 10 | --- | 1200 |
| Televisiones | 2 | 2 | --- | 300 |
| Tocadiscos | 1 | 2 | --- | 75 |
| Refrigerador | 1 | 2 | --- | 300 |
| Bombas de agua | --- | --- | 2 | 1-1/2HP |
| Compresores | --- | --- | 1 | 1 HP |

Al recibir la energía eléctrica la carga total la dividiremos en 4 circuitos 1 para la casa principal, 2 para las casas de los vaqueros y 1 para la galera, por lo que quedaría de la siguiente manera :

Tabla 15

| | Casa principal | Casa vaquero | Galera |
|-----------------------|----------------|--------------|--------|
| Demanda total | 15390 | 10365 c/casa | 4664 |
| Factor de utilización | 80% | 90% | 60% |
| # de circuitos | 4 | 3 c/casa | 2 |
| Carga/circuito | 3880 | 4400 | 2300 |

De lo anterior se puede sacar que la demanda real va ser igual a la demanda total multiplicada por el factor de utilización, esto es

$[39167 \times 1.25 = 48959 \text{ Watts}]$ por lo que se escogerá un transformador de 75 KW, por ser el valor comercial más cercano, y se aprovecha esto para dar una holgura en caso de que se haga una ampliación, ya sea otra casa, o mas equipo.

Ya teniendo esto, se puede calcular la subestación que transformará la energía eléctrica de alta tensión (13200 V) a baja tensión (570/127 V).

Cálculos de dispositivos de seguridad.

La corriente de demanda la cargas

$$I = \frac{75000}{3812740.85} = 231.58 \text{ A Ec (20)}$$

de tablas se puede observar que el conductor que correspondería a un amperaje de 231.5 es del calibre 4/0.

Para calcular el dispositivo de protección, el de desconexión principal (fusibles), se toma la corriente dada por el conductor de calibre # 4/0 y se multiplica por un factor de 1.25 por lo que quedaría

$$\text{Ec (21)} \quad 231.5 \times 1.25 = 289.5 \text{ A}$$

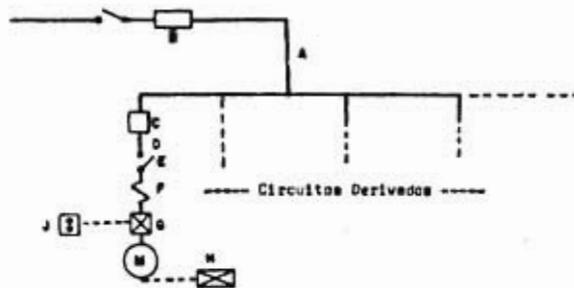
y con este valor nos vamos al apéndice y en la tabla de fusibles se escogería el que corresponde a este valor, 300 Amp.

Estos valores es con lo que respecta a la acometida, a continuación se mostrará lo correspondiente a la protección secundaria y la protección de los motores y compresores.

Instalación eléctrica de motores:

Intervienen en la instalación los siguientes elementos que se indican en el diagrama.

Fig 4



Alimentador (A): Es el conductor que alimenta a un grupo de motores eléctricos.

Protección del alimentador (B): La protección del alimentador tiene como objeto proteger al conductor contra sobrecargas, ya sea por medio de fusibles o interruptores automáticos.

Circuitos derivados (D): Los conductores que alimentan a cada motor de la instalación reciben el nombre de circuito derivado y van desde el tablero de distribución o del alimentador a cada motor, esos conductores se calculan para una sobrecarga de 25%.

Protección del circuito derivado (C): La protección del circuito derivado se hace por medio de fusibles y se debe calcular para una corriente que puede ser la corriente de arranque o una corriente de corto circuito. El objeto de esta protección es de proteger al conductor, no al motor y debe permitir el arranque del motor sin que se abra el circuito.

Desconector (E): El desconector tiene por objeto aislar el motor del circuito derivado con el fin de poder hacer ajustes o reparaciones en el motor sin peligro alguno. Este desconector consiste de un interruptor de navajas que debe soportar una corriente mínima.

Protección del motor (F): La protección del motor tiene por objeto proteger al motor contra sobrecargas. Para evitar que el motor se sobrecaliente permitiéndose al motor solamente una sobrecarga del 25% de manera que la protección del motor se selecciona para una corriente que es 25% mayor que la corriente nominal.

Control del motor (G): Se denomina control del motor al aparato que sirve para arrancar, controlar, o parar la operación del motor. Este aparato depende del tipo de motor; puede ser simple interruptor de navajas, un desconector manual o automático con resistencias o reactivancias que se ponen en serie cuando arranca el motor y luego se desconectan.

Control secundario del motor (H): El control secundario del motor se hace en los motores de rotor devanado y consiste en un reóstato que se conecta al devanado del rotor por medio de brushes rotantes.

Estación de botones (J): La estación de botones se emplea para el control del motor a distancia, es decir a control remoto. Se usa en aquellos casos que el motor tiene arranque magnético.

Para el cálculo de las bombas, es necesario saber el diámetro de la tubería, la distancia del tanque elevado al pozo, el volumen del tanque; ya teniendo esto podemos empezar el cálculo como se muestra,

Diámetro de la tubería = 2 in = 5.08 cm

Volumen del tanque = 10000 Lt = 10 m³

Caudal va ser = 0.002728 m³ / s

Velocidad del líquido = Q / A = >

Ec (22) $A = \frac{D^2 \cdot \pi}{4 \cdot 100} =$

Ec (23) $A = 0.002027 \text{ m}^2$

Ec (24) $V = \frac{0.002728}{0.002027} =$

$V = 1.346 \text{ m / s}$

De la tabla para rugosidades absolutas en tubería (ver apéndice), se obtiene un valor para " k " de 0.15 por lo que

$$k/D = 0.15/0.0508 = 0.00295$$

Para obtener el número de Reynolds se tiene la siguiente fórmula:

$$Ec (25) \quad Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

donde ν es la viscosidad cinemática y es = $1.375 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$$Ec (26) \quad Re = \frac{0.0508 \cdot 8 \cdot 1.346}{1.375 \times 10^{-6}}$$

$$= 49903.8 = 4.9 \times 10^4$$

Del diagrama de Moody (ver apéndice) se obtiene "la " que equivale aproximadamente 0.028.

Con esto se puede calcular las pérdidas primarias:

$$\text{Ec (27)} \quad H = \frac{f \cdot L \cdot V^2}{p \cdot D \cdot 2 \cdot g}$$

$$\text{Ec (28)} \quad H = \frac{0.028 \cdot 100 \cdot 1.346^2}{p \cdot 0.0508 \cdot 2 \cdot 9.81}$$

$$H = 5.08 \text{ m}$$

Las pérdidas secundarias, van a estar dadas por los accesorios que se encuentren en el recorrido de la tubería, tales como codos, tees, reducciones, válvulas, etc. Durante el recorrido sólo hay una válvula de compuerta, 3 codos de 90 grados.

Para el cálculo de pérdidas secundarias, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Ec (29)} \quad H = e \cdot \frac{V^2}{2g}$$

donde U es el coeficiente adimensional de pérdida de carga secundaria (ver apéndice).

para los codos Ec (30)
$$H_s = 0.1 + 3 + \frac{1.346^2}{2 \cdot 9.81} =$$

$$H_s = 0.0277 \text{ m}$$

para la válvula Ec (31)
$$H_s = 10 + \frac{1.346^2}{2 \cdot 9.81} =$$

$$H_s = 0.923 \text{ m}$$

La suma de todas las pérdidas va ser igual a la suma de las pérdidas primarias más las secundarias, más la altura, esto es

Ec (32)
$$H = 5.08 + 0.95 + 15 = 21.03 \text{ m}$$

La potencia de la bomba va estar dada por:

$$\text{Ec (33)} \quad P = \frac{U \cdot Q \cdot H}{n_B \cdot n_M} =$$

donde

n_B = eficiencia de la bomba

n_M = eficiencia del motor

$$\text{Ec (34)} \quad P = \frac{0.002728 \cdot 9.81 \cdot 21.03}{0.7 \cdot 0.7} =$$

$P = 1.15 \text{ HP}$ por lo que se toma una bomba con potencia de 1-1/2 HP, que es una medida comercial.

De la tabla # 10 se obtiene que la corriente a plena carga de un motor de 1-1/2 Hp corresponde a 19 amperes por lo que el conductor alimentador para las bombas y el compresor quedaria de la siguiente manera:

$$\text{Ec (35)} \quad I_a = 1.25 \cdot I_{pc} + I_{pc} =$$

$$E_c (VA) \quad I = 1.25 * 10 + 7 = 19.5 \text{ A}$$

De la tabla # 4 se puede observar que el conductor correspondiente a este amperaje es de # 12, pero por reglamento el calibre mínimo que debe ser utilizado para tener mayor seguridad, es del número 10, por lo que el conductor alimentador de los motores será de calibre # 10.

La protección del alimentador va a estar dada por la corriente a plena carga o sea 13 amperes, así que de tablas de un proveedor de interruptores termomagnéticos se escoge uno que resista 10 amperes.

TABLA # 16

INTENSIDAD DE CORRIENTE A PLENA CARGA MOTORES TRIFASICOS

| CV | MOTOR DE INDUCCION JAULA DE AROJILLA Y ROTOR DEVANADO | | | | | MOTOR SINCRONICO + FACTOR DE POTENCIA UNIDAD | | | |
|-------|---|-------|-------|-------|---------|--|-------|-------|---------|
| | 110 V | 220 V | 440 V | 550 V | 2 300 V | 220 V | 440 V | 550 V | 2 300 V |
| 1/2 | 4 | 2* | 1 | 0.8 | | | | | |
| 3/4 | 5.6 | 2.8 | 1.4 | 1.1 | | | | | |
| 1 | 7 | 3.5 | 1.8 | 1.4 | | | | | |
| 1 1/2 | 10 | 5 | 2.5 | 2.0 | | | | | |
| 2 | 13 | 6.5 | 3.3 | 2.6 | | | | | |
| 3 | — | 9 | 4.5 | 4 | | | | | |
| 5 | — | 15 | 7.5 | 6 | | | | | |
| 7 1/2 | — | 22 | 11 | 9 | | | | | |
| 10 | — | 27 | 14 | 11 | | | | | |
| 15 | — | 40 | 20 | 16 | | | | | |
| 20 | — | 52 | 26 | 21 | | | | | |
| 25 | — | 64 | 32 | 26 | 7 | 54 | 27 | 22 | 5.4 |
| 30 | — | 78 | 39 | 31 | 8.5 | 65 | 33 | 26 | 6.5 |
| 40 | — | 104 | 52 | 41 | 10.5 | 86 | 43 | 35 | 8 |
| 50 | — | 125 | 63 | 50 | 13 | 108 | 54 | 44 | 10 |
| 60 | — | 150 | 75 | 60 | 16 | 128 | 64 | 51 | 12 |
| 75 | — | 185 | 93 | 74 | 19 | 161 | 81 | 65 | 15 |
| 100 | — | 246 | 123 | 98 | 25 | 211 | 106 | 85 | 20 |
| 125 | — | 310 | 155 | 124 | 31 | 264 | 132 | 106 | 25 |
| 150 | — | 360 | 180 | 144 | 37 | — | 158 | 127 | 30 |
| 200 | — | 480 | 240 | 192 | 48 | — | 210 | 168 | 40 |

Para la conexión entre los dispositivos de seguridad y los motores el conductor que se va a utilizar va ser el mismo que el del alimentador pues por seguridad nos indica el reglamento que es el mínimo a utilizar calibre # 10.

Para la protección contra corto circuito se tiene que:

Ec (37)
$$I_p = \frac{441}{n}$$
 esto es

Como los motores tienen la misma potencia, va ser igual para los dos por lo que

Ec (38)
$$I_p = 4 \times 10 = 40 \text{ amperes}$$

y de tablas se obtienen fusibles de 40 amperes para protección.

La protección contra una sobre carga, va estar dada por:

Ec (39)
$$I_{psc} \leq 1.4 \frac{I}{n}$$
 esto es

$$E_c (40) = 1.2 \times 10^4 \times \frac{I}{\text{par}} = 1.4 \times 10^4 \text{ (esto es)}$$

$$E_c (41) = 1.5 \times 10^4 \times \frac{I}{\text{par}} = 14$$

por lo que se utilizará un elemento térmico para que soporte 10 amperes.

Selección del equipo de control de motores.

Normalmente cuando se arranca un motor desarrolla un par de 125% del par de plena carga y toma corriente de arranque, durante este periodo, de 5 a 6 veces la corriente en plena carga. Es decir durante el periodo de arranque un motor puede causar perturbaciones en las líneas de alimentación y en ocasiones hasta puede afectar el paro de otros motores conectados a la misma línea.

Debido a esto se debe seleccionar una línea que al arrancar no se pueda afectar directamente por que la corriente alcanza un valor superior al permitido, es necesario efectuarlo con un voltaje superior al normal, reduciendo así la corriente de arranque y el par. La corriente se podrá reducir lo más que

permita el par, es decir que el valor mínimo del par deberá determinar el voltaje que pueda aplicarse.

Existen fundamentalmente 4 métodos de arranque que se emplean de acuerdo con el tipo de motor, las características de la carga y las condiciones de operación de la industria de que se trata.

Arranque directo:

Se efectúa directamente sobre la línea mediante arrancadores de línea. Es el método de control más usado y económico, pero está limitado por las compañías que suministran la energía eléctrica, a los motores de mediana capacidad.

Arranque con auto transformadores:

Este constituye uno de los medios para arrancar un motor a tensión reducida. El autotransformador, está constituido por tres bobinas o devanados conectados en estrella.

Cuando el motor ha alcanzado cerca del 80% de su velocidad normal, las conexiones se cambian de manera que los transformadores queden desconectados y el motor quede conectado a voltaje pleno.

Arranque en estrella-delta:

Es el método más simple para arrancar a tensión reducida y consiste en conectar en estrella el arrollamiento del estator durante el arranque y en delta durante la operación, al alcanzar el motor cierta velocidad; con ello se reduce la tensión a un 50% aproximadamente. Tiene la desventaja de que sólo se puede utilizar en motores de pequeña capacidad.

Arranque con resistencia en el primario:

Este método consiste en conectar el estator del motor a través de una resistencia en serie trifásica, regulable, de tal manera que conforme el motor va acelerando la resistencia se quie en corto circuito en una o varias etapas y el motor queda conectado a pleno voltaje.

Como se habia mencionado anteriormente, se va a dividir la carga total en cuatro circuitos, el primero corresponde a la casa principal con una carga total de 15390 Watts. El calculo de calibre por ampacidad va ser:

$$Ec (42) \quad I = \frac{W}{3 E_o \cdot f.d}$$

donde w = carga
 $f.d$ = factor de demanda

E_o = Tensión al neutro

$$Ec (43) \quad I = \frac{15390}{3 \cdot 127 \cdot 0.8}$$

$$I = 50.5 \text{ Amp.}$$

$$I = 50.5 \cdot 1.25 = 63.11 \text{ Amp}$$

De la tabla # 4, que corresponde al reglamento de instalaciones eléctricas, se ve que para esa corriente corresponde un conductor de calibre # 6.

Por caída de tensión se tiene que:

$$Ec (44) \quad s = \frac{2 + 3 + L + I}{e\% + E} =$$

donde e% = caída de tensión entre fase y neutro en %

E = tensión entre fases

L = distancia de la subestación al tablero general

I = corriente total dada por la carga.

$$Ec (45) \quad s = \frac{2 + 3 + 61.5 + 50.5}{2 + 220} =$$

$$s = 41.9 \text{ am}^2$$

Del mismo reglamento pero de la tabla # 5 se obtiene un calibre # 2 para el área transversal obtenida; teniendo esto se escoge el calibre mas grande para que pueda cumplir con ambos criterios, en este caso va ser el # 2, e los elementos térmicos que se van a utilizar van a ser de 60 Amperes y con esto se protege contra sobre corriente la casa principal.

El segundo y tercer circuito, que son iguales, corresponden a las casas de los vaqueros, o sea la 2 y 3. Para estas casas se tiene una carga total de 13365 Watts por casa. Tomando los mismos criterios anteriores (capacidad y caída de tensión) como base se tiene que:

Por capacidad Ec (46)
$$I = \frac{W}{3 \cdot E \cdot f \cdot d \cdot n}$$

Ec (47)
$$I = \frac{13365}{3 \cdot 127 \cdot 0.9}$$

$I = 38.97 \text{ Amp.}$

$I = 38.97 \cdot 1.25 = 48.72 \text{ Amp.}$

De la tabla # 4 se puede observar que para esa corriente, se necesita un conductor de calibre # 6.

Por caída de tensión Ec (48)
$$S = \frac{2 \cdot 3 \cdot L \cdot I}{e\% \cdot E \cdot f}$$

Ec (49)
$$S = \frac{2 \cdot 3 \cdot 64.5 \cdot 38.97}{2 \cdot 200}$$

$S = 34.2 \text{ mm}^2$

De la tabla # 5 se ve que para esa área corresponde un calibre # 2, por lo tanto se vuelve a escoger el calibre # 2 de los dos criterios ya que es el más grande de los dos. Teniendo la corriente se pueden escoger elementos térmicos de 45 amp para protección contra sobre corriente.

Para el circuito # 4 se realizan los mismos cálculos, se tiene una carga de 4664 Watts, entonces:

Por capacidad Ec (50)
$$I = \frac{W}{E \cdot \text{p.f.} \cdot n}$$

Ec (51)
$$I = \frac{4664}{127 \cdot 0.9}$$

$$I = 20.9 \text{ Amp.}$$

$$I = 20.9 \cdot 1.25 = 25.5 \text{ amp.}$$

De la tabla 4, se sabe que para esta corriente, un calibre # 10 correspondería.

Por caída de tensión: Ec (52)
$$S = \frac{2 * 3 * L * I}{e * E}$$

Ec (53)
$$S = \frac{2 * 3 * 24.5 * 20.4}{2 * 220}$$

$$S = 6.01 \text{ mm}^2$$

De la tabla 5 se ve que para esta área transversal, corresponde un calibre # 8. Por el mismo criterio se toma el calibre mas grande, que en este caso es el # 8. Los elementos térmicos van a ser de 40 amperes, esto para protección de los motores.

El cálculo para conductores derivados dentro de las casas, así como para protección contra sobre corriente, van estar dados por los mismos criterios: así pues, se tiene que para la casa principal van a ser 4 circuitos como se había mencionado anteriormente y quedarán de la siguiente manera:

Circuito # 1 : recámara principal, baño principal y 2 baños, con una carga total de 3880 Watts por lo que la corriente para este circuito va ser:

Ec (54)
$$I = \frac{W}{E \cdot n}$$

Ec (55)
$$I = \frac{3880}{127}$$

$$I = 30.55 \text{ Amp.}$$

Circuito # 2: 2 recameras y la terraza con una carga total de 3885 Watts por lo que:

Ec (56)

$$I = \frac{3885}{127} =$$

$$I = 30.59 \text{ Amp.}$$

Circuito # 3: Necesidad del despacho, con una carga total de 3705 Watts, por lo que:

Ec (57)

$$I = \frac{3705}{127} =$$

$$I = 29.17 \text{ Amp.}$$

Circuito # 4: Estancia comedor y cocina, con una carga total de 3920 Watts, por lo que:

Ec (58)

$$I = \frac{3920}{127} =$$

$$I = 30.86 \text{ Amp.}$$

Como se puede observar la corriente en todos los circuitos es casi la misma, por lo que la protección contra corto circuito y contra sobrecorriente, así como el calibre del conductor, va estar en base a la corriente mayor que es de 30.86 y solo varía por un amper con respecto a la menor. Los cálculos para el conductor van a ser:

Por ampacidad: $I = 30.86 \text{ Amp.}$ y le corresponde un conductor de calibre # 10.

Por caída de tensión: Ec (59)
$$S = \frac{2 \cdot 3 \cdot L \cdot I}{e\% \cdot E \cdot f} =$$

Ec (60)
$$S = \frac{2 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 30.86}{2 \cdot 220} =$$

$S = 1.94^2 \text{ mm}$ a esta área corresponde un calibre # 14, por lo tanto usando el mismo criterio se escoge el calibre mayor que en este caso es el # 10 que se obtuvo por ampacidad.

Los elementos térmicos para protección contra sobre corriente, van estar dados por:

$$I = 1.25 \cdot I =$$

$$I = 1.25 \cdot 30.86 =$$

$$I = 38.57 \text{ Amp.}$$

Por lo que los elementos térmicos van a ser de 35 Amp.

Para las casas 2 y 3 que son de los vaqueros, se van a dividir en 3 circuitos cada una y quedarán de la siguiente manera:

Circuito # 1: Recámara principal, 2 baños y cocina-desayunador, con una carga de 4610 Watts por lo que:

Ec (A1)

$$I = \frac{4610}{127} =$$

$$I = 36.3 \text{ Amp.}$$

Circuito # 2: 2 recámaras, y el baño principal, con una carga total de 4445 Watts, por lo que:

Ec (A2)

$$I = \frac{4445}{127} =$$

$$I = 35 \text{ Amp.}$$

Circuito # 3: Despacho y la estancia comedor, con una carga total de 4310 Watts, por lo que:

Ec (63)
$$I = \frac{4310}{127} =$$

$I = 33.9 \text{ Amp.}$

El cálculo por ampacidad y para la selección de equipo de protección contra corto circuito va estar en base a la corriente mayor, aunque también en este caso la diferencia de corriente entre un circuito y otro es muy pequeña.

Por ampacidad: $I = 36.3 \text{ Amp.}$ y le corresponde un cable # 8.

Por caída de tensión: Ec (64)
$$S = \frac{2 \cdot 116 \cdot 36.3}{2 \cdot 220} =$$

$S = 1.71 \text{ mm}^2$

Usando el mismo criterio, no tiene que para esta área, de la tabla 5 el calibre que le corresponde es del # 14, entonces se vuelve a escoger el calibre por amperidad por ser mayor y queda del # 8.
 Para el caso de los elementos térmicos se tiene que:

$$I = 1.25 \cdot I =$$

$$I = 1.25 \cdot 36.9 =$$

$$I = 46.12 \text{ Amp.}$$

Por lo que los elementos térmicos van a ser de 46 Amp.

Para el caso de la salera y la bodega, donde se encuentran las bombas, se tienen los circuitos:

Circuito # 1: Bombas con una carga total de 2238 Watts, por lo que quedaría:

$$E_c (65) \quad I = \frac{2238}{127} = 17.6 \text{ Amp.}$$

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Circuito # 2: Bodegas, focos de la galera y el compresor, con una carga total de 2426 Watts y quedaria:

Ec (66),
$$I = \frac{2426}{127} =$$

$$I = 19.1 \text{ Amp.}$$

Usando el mismo criterio, se toma como base la corriente mayor, que en este caso es de 19.1 y tenemos que:

Por ampacidad:
$$I = 19.1 \text{ Amp.}$$

El calibre que le corresponde es del # 12.

Por caída de tensión: Ec (67)
$$S = \frac{2 \cdot 3 \cdot 10 \cdot 19.1}{2 \cdot 220} =$$

$$S = 1.51 \text{ mm}^2$$

Para esta área, se tiene que el calibre es del # 14, por lo que nuevamente se toma el mayor que en este caso es del # 12; pero el reglamento de instalaciones eléctricas nos dice que el calibre menor que se puede usar en una instalación eléctrica residencial es del # 10, por lo que se usarán conductores calibre # 10.

Por lo que respecto a los elementos térmicos se tiene que :

$$I = I \times 1.25 =$$

$$I = 1.25 \times 19.1$$

$$I = 23.87 \text{ Amp.}$$

Y para el compresor de 1 HP su corriente a plena carga es de 7 Amp por lo que su corriente nominal va ser:

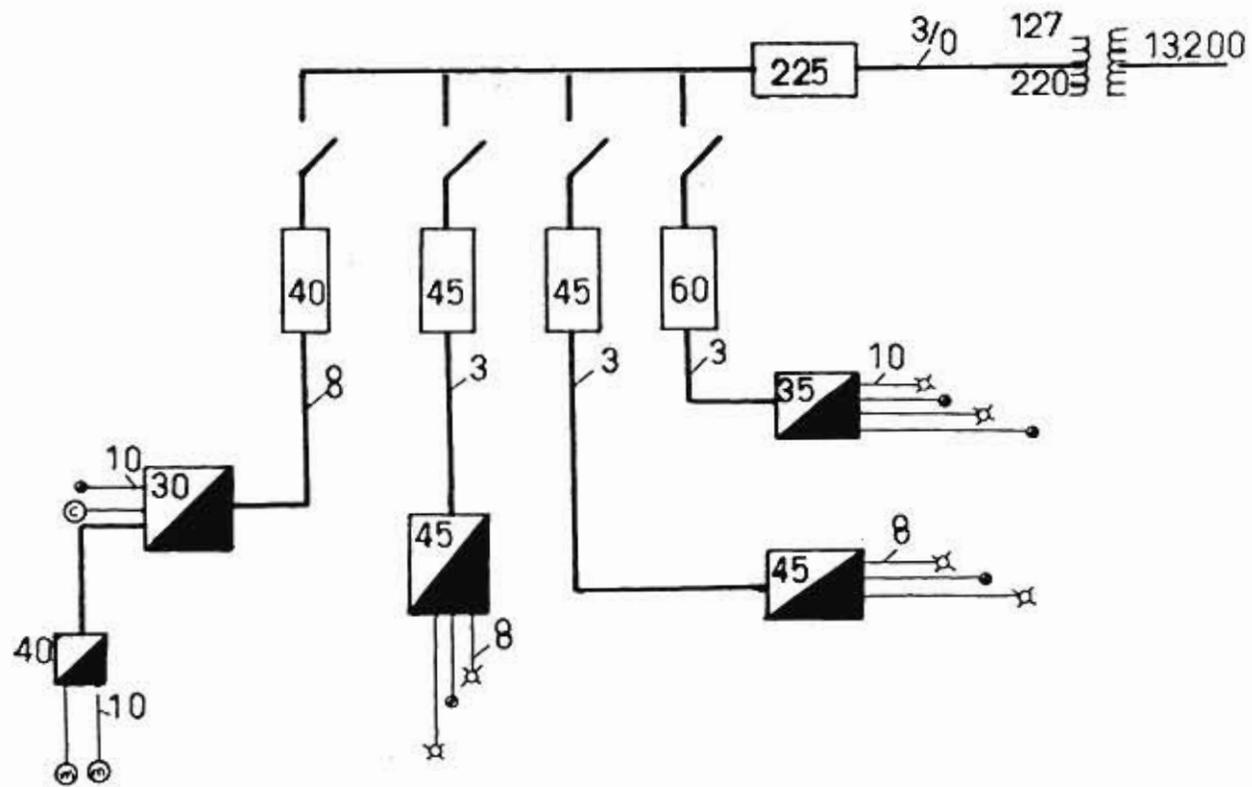
$$I = 4 \times 7 = 28 \text{ Amp.}$$

Por lo que se usará elementos térmicos de 30 Amp. para este circuito y de 40 para el circuito de las bombas.

Ya teniendo el cálculo del calibre así como el de los fusibles, se puede hacer un diagrama unifilar, mostrando la manera de distribución de los circuitos, con los interruptores necesarios, así como su capacidad, también se muestra el calibre del conductor en sus diferentes partes del diagrama. Este diagrama se puede ver en la siguiente página.

Para el caso de las tuberías que se van a utilizar, de la tabla 7, dependiendo el calibre de conductor que se necesite, se escogerá tubería de 3/4 para el caso de distribución, y de 1/2 cuando sea dentro de un mismo cuarto.

En el caso del cableado del transformador a los centros de carga de las casas, el cable irá por aire y en un caso se necesitarán postes para poder llevarlo hasta el centro de carga de las casas dado la distancia que existe entre la casa y el cuarto donde se encuentra el transformador.



CONCLUSIONES

En este trabajo, se puede observar como los conocimientos de un Ingeniero Mecánico Electricista son aplicados prácticamente, en un proyecto en el cual es indispensable no sólo seguir un procedimiento, sino también prever algún imprevisto en un futuro, o también para poder dar mantenimiento cuando se necesite.

En un trabajo como éste, no se puede hablar de generalidades, pues cada caso es diferente y varía según las necesidades que se tengan; sin embargo, este trabajo puede servir como guía para otros de su misma naturaleza. A medida de que se va realizando el trabajo, uno se va dando cuenta de las diferentes opciones que uno puede elegir, además de las que se le van ocurriendo, y luego al ir sorteando las dificultades que se van presentando, uno tiene que adaptarse a la situación y tratar de elegir la mejor de las opciones.

Para la realización de este trabajo, se consideraron las necesidades que se tienen en el rancho, además de obtener los beneficios de la energía eléctrica.

7

Es importante que en esta época se cuente con energía eléctrica en todas partes, pues se está entrando en a la modernización del país y esto repercute en el campo; también se tiene que modernizar para mejorar nuestro producto, mediante la instalación de nuevos equipos que nos permitan darle otro tipo de alimento al ganado, tratar a los animales mas rápido, tener más agua almacenada mediante equipo de bombeo y tanques de almacenamiento, poder regar por aspersión para tener mas forraje, etc.

Este trabajo nos hace ver como una pequeña instalación eléctrica a varias casas, significa mucho en el desarrollo del rancho así como de las personas que viven ahí.

Para que este trabajo pueda cumplir con los objetivos, deberá estar basado en la prevención de cualquier falla que pueda ocurrir y poder localizarla y corregirla rápidamente con el fin de evitar algun accidente o simplemente para no parar los trabajos que se estén realizando en ese momento.

Se explican con claridad los procedimientos a seguir, con el fin de que en algún futuro, este trabajo pueda servir como guía en un proyecto similar, así como también se muestran los planos indicando donde se encuentran las tuberías, como va el cableado, para poder dar un mantenimiento o alguna ampliación en un futuro.

Es muy común copiar la instalación eléctrica en otra casa, por eso es muy importante que se recalque en que este trabajo es una guía, pero que cada instalación eléctrica que se haga va ser diferente, ya que existen diversos factores (localización, tamaño de la carga, uso de esa iluminación, etc.), que hacen que cada una sea diferente.

BIBLIOGRAFIA

J.M. de Azevedo
 Guillermo Acosta
 Manual de hidráulica
 Sexta Edición
 Ed. HARLA
 México D.F. Marzo, 1983

George J. Thaler, Milton L. Wilcox
 Máquinas hidráulicas
 Primera Edición
 Ed. LIMUSA
 México D.F., 1984

Edward L. Safford Jr.
 Instalaciones eléctricas e iluminación para hogares y oficinas
 Primera Edición
 Ed. LIMUSA
 México D.F., 1989

7

Normas técnicas para instalaciones eléctricas
Parte I. Instalaciones para el uso de energía eléctrica
México D.F. 1985

Enriquez Harper
Manual de instalaciones eléctricas residenciales e industriales
Segunda Edición
Ed. LIMUSA
México D.F., 1985

Gilberto Enriquez Harper
El ADC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja
tensión
Primera Edición
Ed. LIMUSA
México D.F., 1989

Claudio Mataix
Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas
Segunda Edición
Ed. HARLA
México D.F. 1982

APENDICE

Después de haber hecho los cálculos correspondientes al cálculo de material, se puede hacer una estimación del costo que tendría electrificar el rancho. Es importante saber el costo, para saber si es costeable hacer una inversión de este tipo y si se va poder recobrar y en cuanto tiempo, pues no sólo es importante tener la comodidad, sino también poder hacer una inversión y poder recuperarla así como que ayude a reducir otros costos, o implementar otro tipo de maquinaria que utilice energía eléctrica y se pueda aumentar la producción así como mejorarla.

El material que a continuación se describe es lo que se utilizará, la cantidad que se necesita es aproximada.

| Nombre | Cantidad | Precio U | Precio total |
|--------------------------|----------|----------|--------------|
| Contactos | 95 | 1,034 | 95,230 |
| Apagadores | 61 | 1,288 | 78,080 |
| Focos | 61 | 804 | 49,044 |
| Conduits (3 m de Long) | 300 | 6,144 | 1'843,200 |

Subestacion de 75 KVA

| | | | |
|---------------------|---|-----------|-----------|
| 13,200/ 220 norma F | 1 | 8'882,000 | 8'882,000 |
| Crucetas C4-F | 2 | 67,450 | 134,900 |
| Abrazaderas 1U | 2 | 4,685 | 9,370 |
| Abrazadera 1C | 1 | 460 | 460 |
| Alfileres 1A | 3 | 3,120 | 9,360 |
| Aisladores 13A | 3 | 16,755 | 50,265 |
| Guardalíneas | 3 | 5,371 | 16,113 |
| Amarres | 6 | 1,500 | 9,000 |
| Dado 4B | 1 | 16,240 | 16,240 |
| Apartarayo | 3 | 164,500 | 493,500 |
| Corta circuito | 3 | 164,500 | 493,500 |
| Plataforma 13 | 1 | 176,290 | 176,290 |
| Dados 6A | 2 | 28,765 | 57,530 |
| Abrazaderas U4 | 4 | 8,150 | 32,600 |
| Abrazaderas 2B5 | 5 | 7,880 | 39,400 |
| Tornillos 16365 | 5 | 6,900 | 34,500 |
| Insulso 15 | 2 | 40,620 | 81,240 |
| bastidor U4 | 1 | 18,650 | 18,650 |
| Aisladores 1R | 4 | 5,300 | 21,200 |

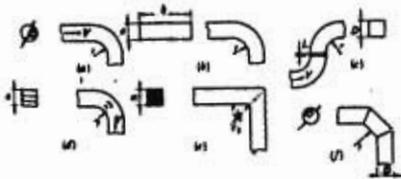
| | | | |
|---|-----|-----------|-----------|
| Varillas copper well con conector | 2 | 32,000 | 64,000 |
| Cable desnudo # 4 | 15m | | 68,244 |
| Cable # 4/0, rollo 100 m | 1 | 2'447,800 | 2'447,800 |
| Cable # 2, rollo 100 m | 2 | 1'311,600 | 2'623,200 |
| Cable # 8, rollo 100 m | 5 | 371,900 | 1'859,500 |
| Cable # 10, rollo 100 m | 3 | 371,500 | 1'117,500 |
| Fusibles 300 amp | 3 | 31,000 | 93,000 |
| Elementos térmicos 60 | 1 | 29,000 | 29,000 |
| Elementos térmicos 45 | 2 | 29,000 | 58,000 |
| Elementos térmicos 30 | 2 | 29,000 | 58,000 |
| Elementos térmicos 25 | 2 | 29,000 | 58,000 |
| Caja / fusibles 200 | 1 | 545,000 | 545,000 |
| Caja / elementos térmicos con cuatro circuitos | 5 | 32,000 | 160,000 |

La instalación tendrá un costo aproximado de 22'520.686.00 más
la mano de obra que realizaría esto.

Tabla para determinar la rugosidad absoluta

| Tipo de tubería | Rugosidad absoluta — k (mm) | Tipo de tubería | Rugosidad absoluta — k (mm) |
|--|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Vidrio, cobre o latón estirado... | < 0,001 (o lisa) | Hierro galvanizado..... | 0,15 a 0,20 |
| Latón industrial..... | 0,025 | Fundición corriente nueva... | 0,25 |
| Acero laminado nuevo..... | 0,05 | Fundición corriente oxidada... | 1 a 1,5 |
| Acero laminado oxidado..... | 0,15 a 0,25 | Fundición asfaltada..... | 0,1 |
| Acero laminado con incrustaciones..... | 1,5 a 3 | Cemento alisado..... | 0,3 a 0,8 |
| Acero asfaltado..... | 0,015 | Cemento bruto..... | Hasta 3 |
| Acero roblonado..... | 0,03 a 0,1 | Acero roblonado..... | 0,9 a 9 |
| Acero soldado, oxidado..... | 0,4 | Duelas de maderas..... | 0,183 a 0,91 |

Tabla para determinar pérdidas secundarias en codos



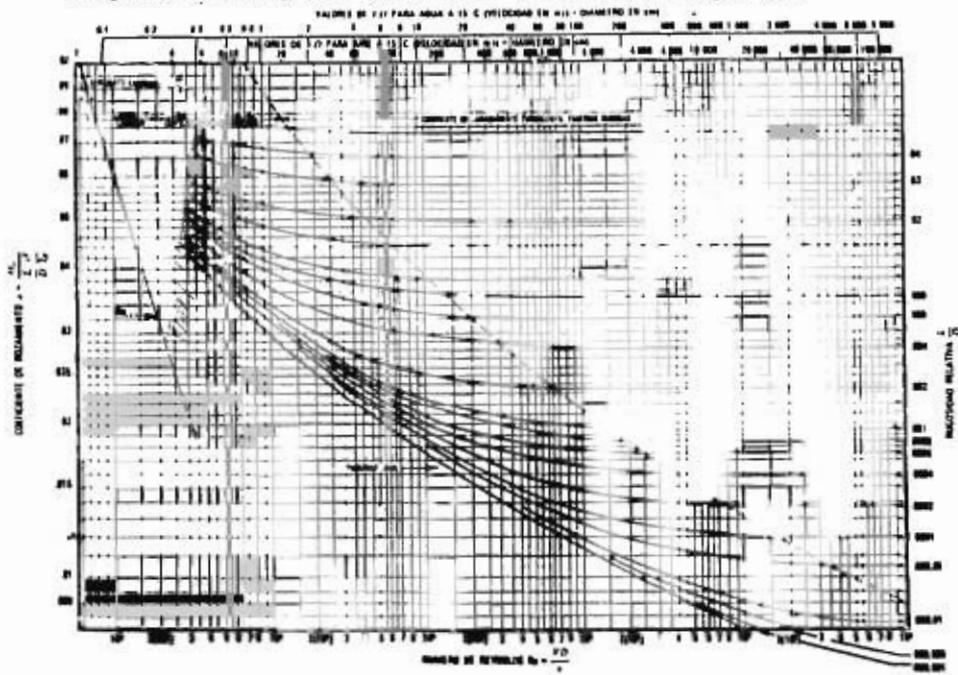
Coefficientes ζ de pérdidas en codos diversos:

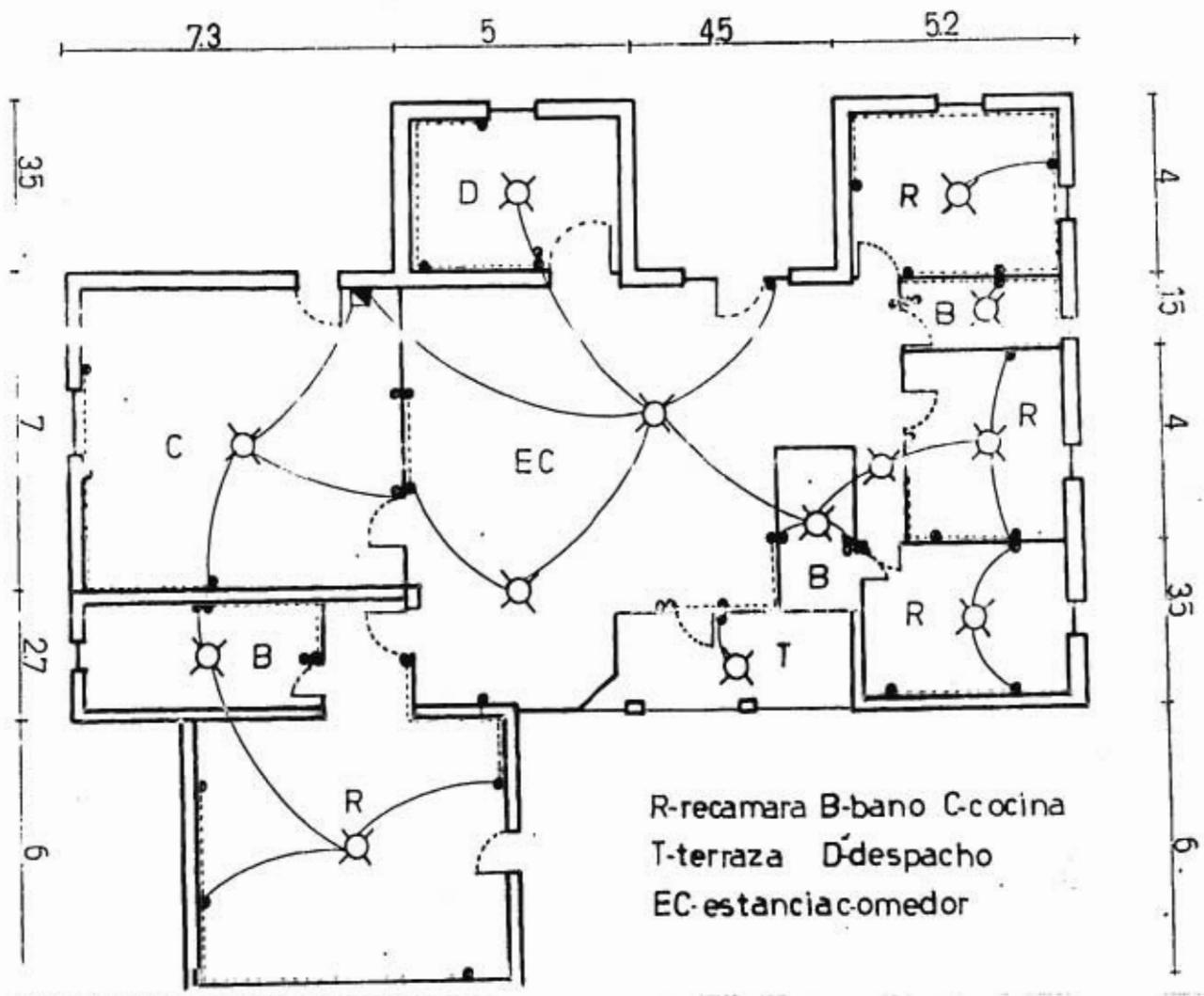
| | | | | | |
|-----|-------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| (a) | $\frac{r}{D} = 0$ | 0,25 | 0,5 | 1,0 | |
| | $\zeta = 0,8$ | 0,4 | 0,25 | 0,16 | |
| (b) | $\frac{r}{a}$ | $\frac{b}{a} = 1$ | $\frac{b}{a} = 2$ | $\frac{b}{a} = 3$ | $\frac{b}{a} = 4$ |
| | | $\zeta = 1,0$ | $\zeta = 0,9$ | $\zeta = 0,8$ | $\zeta = 0,73$ |
| | 0 | 0,4 | 0,4 | 0,39 | 0,32 |
| | 0,25 | 0,2 | 0,2 | 0,19 | 0,16 |
| | 0,5 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,10 |
| | 1,0 | | | | |
| (c) | $L = 0$ | $L = D$ | | | |
| | $\zeta = 0,62$ | $\zeta = 0,68$ | | | |
| (d) | N.º de alabes = | 1 | 2 | 3 | |
| | $\frac{r}{a}$ | | | | |
| | | 0,25 | 0,2 | 0,15 | |
| | ζ | 0,15 | 0,12 | 0,10 | |
| (e) | $r_1 = \frac{r_2}{2} = \frac{a}{b}$ | $\zeta = 0,1$ | | | |
| (f) | $\frac{r}{D} = 0,25$ | 0,5 | 1 | | |
| | ζ (codo de 3 piezas) | 0,8 | 0,4 | 0,3 | |
| | ζ (codo de 5 piezas) | 0,5 | 0,3 | 0,2 | |

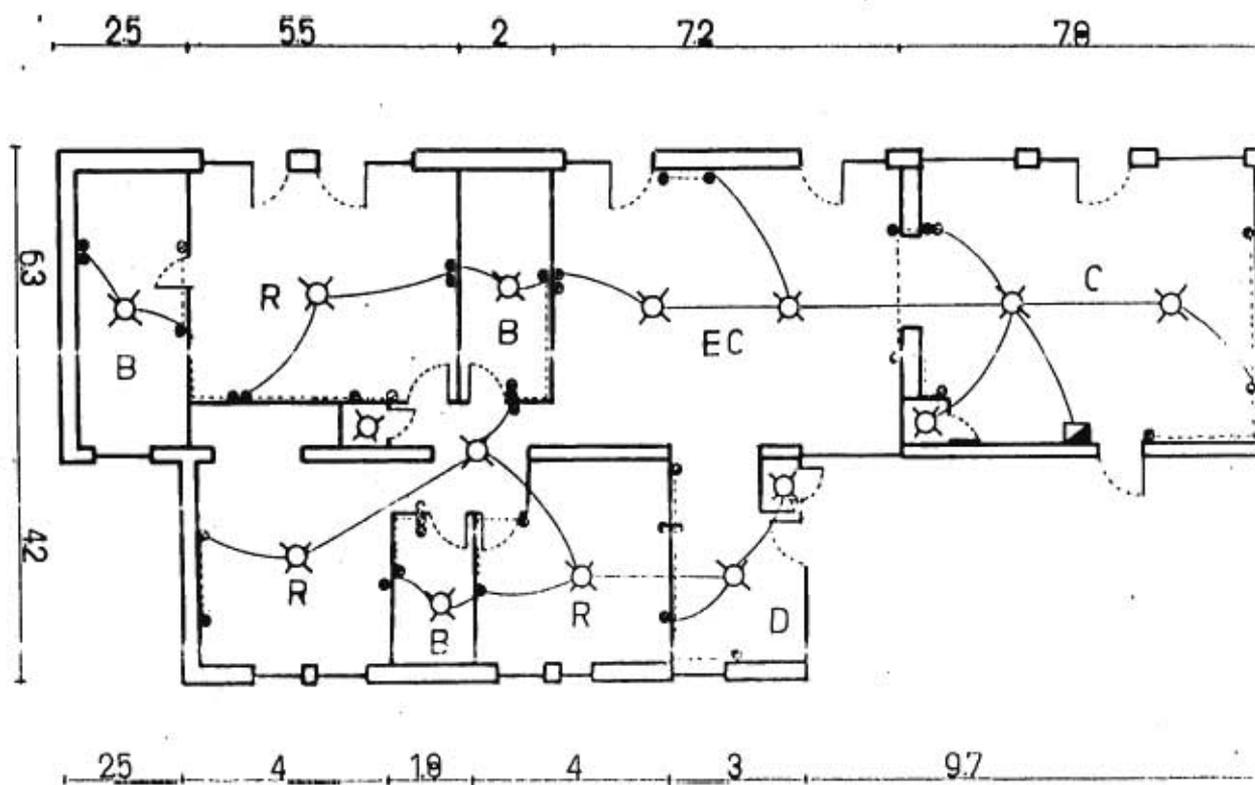
Tabla para el coeficiente de fricción secundaria en tuberías de acero.

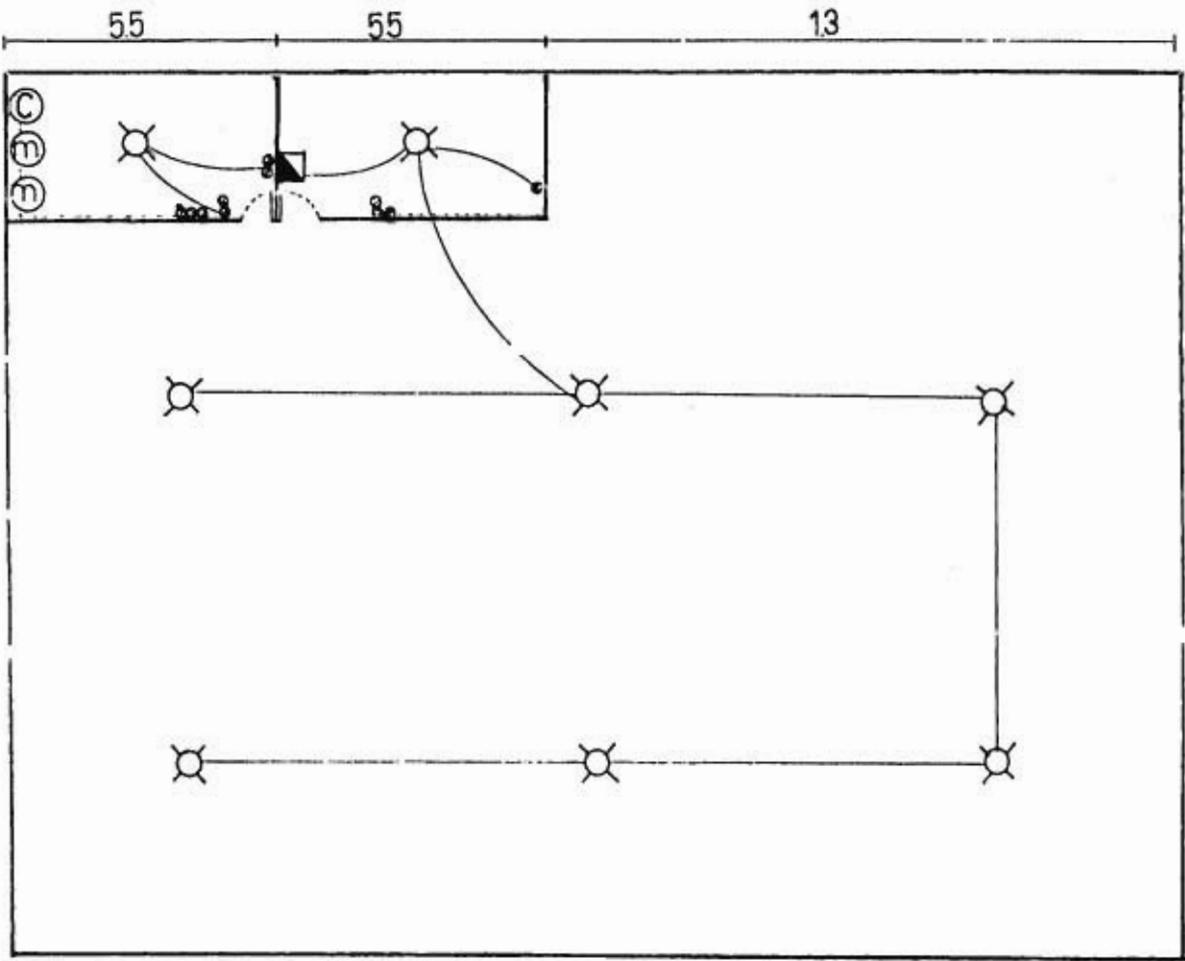
| D mm | λ | D mm | λ |
|---------|-----------|---------|-----------|
| 40 | 12.0 | 200 | 5.2 |
| 50 | 10.0 | 250 | 4.4 |
| 65 | 8.8 | 300 | 3.7 |
| 80 | 8.0 | 350 | 3.4 |
| 100 | 7.0 | 400 | 3.1 |
| 125 | 6.5 | 450 | 2.8 |
| 150 | 6.0 | 500 | 2.5 |

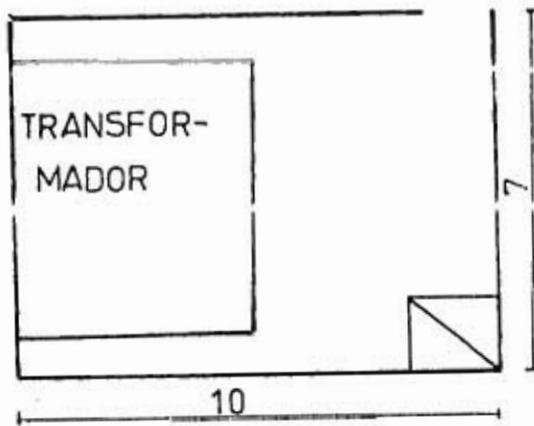
Diagrama de Moody para determinar el número de Reynolds.











Fusibles de Cartucho Econ[®] de Doble Elemento Con Retraso de Precisión y Capacidad Interruptiva de 200,000 Amperes RCM



SELECCION DE FUSIBLES PARA MOTORES POR NUMERO DE CATALOGO Y AMPERES

| R.P. (Simbolo) | MOTORES MENORES | | MOTORES MEDIANOS | | | | | | | | MOTORES GRANDES | | | | | | | |
|----------------|----------------------------------|--------------|-------------------|-------|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|------|-------------------|-----|--|--|
| | TIPO DE INDUCCION | | TIPO DE INDUCCION | | | | TIPO DE INDUCCION | | | | TIPO DE INDUCCION | | | | TIPO DE INDUCCION | | | |
| | ECN | ECS | ECN | ECS | ECN | ECS | ECN | ECS | ECN | ECS | ECN | ECS | ECN | ECS | ECN | ECS | | |
| 1/4 | NORMAL 4.5 PESADO 4.5 | 2.25 2.5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1/2 | NORMAL 6.75 PESADO 6.75 | 3.0 3.2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3/4 | NORMAL 10 PESADO 10 | 5.0 5.5 | 4 | 3 | 1 | 8 | | | | 4 | 3 | 1 | 8 | | | | | |
| 1 | NORMAL 15 PESADO 15 | 7.5 8 | 4 | 3 | 1 | 8 | 1.2 | 1 | | 4 | 3 | 1 | 8 | 1.2 | 1 | | | |
| 1 1/2 | NORMAL 20 PESADO 20 | 10 10 | 5 | 3 | 1 | 8 | 1.25 | 1 | | 5 | 3 | 1 | 8 | 1.25 | 1 | | | |
| 2 | NORMAL 25 PESADO 25 | 12 12 | 6 | 3 | 1 | 8 | 1.5 | 1 | | 6 | 3 | 1 | 8 | 1.5 | 1 | | | |
| 3 | NORMAL 35 PESADO 35 | 17.5 20 | 8 | 4 | 1 | 8 | 2 | 1 | | 8 | 4 | 1 | 8 | 2 | 1 | | | |
| 5 | NORMAL 50 PESADO 50 | 25 25 | 10 | 5 | 1 | 8 | 2.25 | 1 | | 10 | 5 | 1 | 8 | 2.25 | 1 | | | |
| 7 1/2 | NORMAL 70 PESADO 70 | 35 35 | 12 | 6 | 1 | 8 | 2.5 | 1 | | 12 | 6 | 1 | 8 | 2.5 | 1 | | | |
| 10 | NORMAL 100 PESADO 100 | 50 60 | 15 | 7 | 1 | 8 | 3 | 1 | | 15 | 7 | 1 | 8 | 3 | 1 | | | |
| 15 | NORMAL 150 PESADO 150 | 75 90 | 20 | 10 | 1 | 8 | 3.5 | 1 | | 20 | 10 | 1 | 8 | 3.5 | 1 | | | |
| 20 | NORMAL 200 PESADO 200 | 100 120 | 25 | 12 | 1 | 8 | 4 | 1 | | 25 | 12 | 1 | 8 | 4 | 1 | | | |
| 25 | NORMAL 250 PESADO 250 | 125 150 | 30 | 15 | 1 | 8 | 4.5 | 1 | | 30 | 15 | 1 | 8 | 4.5 | 1 | | | |
| 30 | NORMAL 300 PESADO 300 | 150 180 | 35 | 17.5 | 1 | 8 | 5 | 1 | | 35 | 17.5 | 1 | 8 | 5 | 1 | | | |
| 40 | NORMAL 400 PESADO 400 | 200 240 | 45 | 22.5 | 1 | 8 | 6 | 1 | | 45 | 22.5 | 1 | 8 | 6 | 1 | | | |
| 50 | NORMAL 500 PESADO 500 | 250 300 | 60 | 30 | 1 | 8 | 7 | 1 | | 60 | 30 | 1 | 8 | 7 | 1 | | | |
| 60 | NORMAL 600 PESADO 600 | 300 360 | 75 | 37.5 | 1 | 8 | 8 | 1 | | 75 | 37.5 | 1 | 8 | 8 | 1 | | | |
| 75 | NORMAL 750 PESADO 750 | 375 450 | 100 | 50 | 1 | 8 | 9 | 1 | | 100 | 50 | 1 | 8 | 9 | 1 | | | |
| 100 | NORMAL 1000 PESADO 1000 | 500 600 | 125 | 62.5 | 1 | 8 | 10 | 1 | | 125 | 62.5 | 1 | 8 | 10 | 1 | | | |
| 125 | NORMAL 1250 PESADO 1250 | 625 750 | 150 | 75 | 1 | 8 | 11 | 1 | | 150 | 75 | 1 | 8 | 11 | 1 | | | |
| 150 | NORMAL 1500 PESADO 1500 | 750 900 | 175 | 87.5 | 1 | 8 | 12 | 1 | | 175 | 87.5 | 1 | 8 | 12 | 1 | | | |
| 200 | NORMAL 2000 PESADO 2000 | 1000 1200 | 225 | 112.5 | 1 | 8 | 15 | 1 | | 225 | 112.5 | 1 | 8 | 15 | 1 | | | |

El número de catálogo consiste en el símbolo CCN hasta 250 volts y ECS hasta 600 volts, seguido de la capacidad en amperes.

Factores de corrección de temperatura ambiente para fusibles ECON con elemento doble.

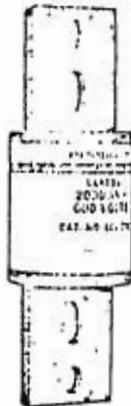
| Temperatura Ambiente | Capacidad del Fusible en % | Temperatura de Fusión en % |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|
| -60 | 130 | 135 |
| -40 | 117 | 120 |
| -30 | 112 | 125 |
| 0 | 108 | 120 |
| 20 | 103 | 115 |
| 30 | 100 | 110 |
| 40 | 98 | 105 |
| 60 | 95 | 100 |
| 80 | 90 | 95 |
| 100 | 85 | 90 |

*No se requiere corrección en este intervalo.

La capacidad de los fusibles ECON de doble elemento está calibrada para separar 110% de su capacidad sin caja entre 70° F y 80° F de temperatura ambiente.

Las cifras de la tabla de arriba son aproximadas y están afectadas por varios factores como el tipo de cableado de los clips, etc. - fusión de aire, etc.

para dar protección a los circuitos de alta capacidad y para sistemas coordinados con precisión use y especifico ECONOLIM



LOS FUSIBLES ECONOLIM interrumpen con seguridad las corrientes de falla disponibles hasta 200,000 amperes. Al hacer esto, no hay ruptura del fusible del cartucho ni expulsión de gases ionizables. Al mismo tiempo, limitan la corriente a través del sistema durante la fracción del tiempo de fusión de un ciclo, y reducen grandemente la energía térmica que podría desarrollarse durante la interrupción. Las máximas corrientes que pasan y los valores I²t están todos completamente dentro de los límites establecidos por UL y NEMA. Todos los fusibles Econolim usan el principio establecido de enlaces de plata pura con arena de cuarzo como relleno, en tubos de vidrio melánico.

Los fusibles Econolim - Clase J, permiten que se cumpla totalmente con el Código Nacional Eléctrico porque no son intercambiables con otros tipos de fusibles hasta 600 amp.

Los fusibles Econolim - Clase K-1, pueden usarse con todos los dispositivos con clips de contacto para fusibles estándar, con el objeto de lograr una mayor coordinación, más alta capacidad de interrupción y mejor limitación de la energía y la corriente durante la apertura. Las características eléctricas son similares a las de los fusibles clase J.

Econolim - Clase L. Estos fusibles son para uso en aparatos de conexión, interruptores automáticos de presión y la mayoría de los interruptores con capacidad de más de 600 amp. Se les ha incorporado suficiente retraso de tiempo en caso de sobrecarga para permitir coordinación en relaciones favorables. Para información detallada, solicite las hojas descriptivas para la Clase 1317.

Los fusibles Econolim "Midget" son ideales para proteger circuitos de control, alumbrado de calles y equipo especial donde el tamaño pequeño es esencial.

Fusibles ECONOLIM limitadores de corriente, con alta capacidad de interrupción.

Clase J, UL y NEMA, de 0-600 Amperes

| Capacidad en Amperes | Dimensiones de la Clase J. No entran en el espacio estándar de los fusibles IEC. | 600 Volts o menos |
|---|--|-------------------|
| 1, 3, 6, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600 | Simbolo del Cat. "JCL" según se indica por los Amperes | |

FUSIBLES MINIATURA (Dimensiones: Longitud total 38 mm. (1 1/2") Diámetro del Casquillo 10.3 mm)

| 10,000 Amperes de C.I. | | | |
|------------------------|--------------------|-----------|--------------------|
| Amperes | Numero de Catalogo | Amperes | Numero de Catalogo |
| 32 VOLTS | | 250 VOLTS | |
| 20 | MEN 20 | 1.25 | MEN 1.25 |
| 25 | MEN 25 | 1.4 | MEN 1.4 |
| 30 | MEN 30 | 1.6 | MEN 1.6 |
| | | 1.8 | MEN 1.8 |
| | | 2.0 | MEN 2.0 |
| 175 VOLTS | | 250 VOLTS | |
| 12 | MEN 12 | 2.25 | MEN 2.25 |
| 15 | MEN 15 | 2.5 | MEN 2.5 |
| | | 2.8 | MEN 2.8 |
| | | 3.2 | MEN 3.2 |
| | | 3.5 | MEN 3.5 |

Midget Miniatura

Clase L (UL y NEMA) de 601-6000 Amperes

| Amperes | Catalogo No. |
|---------|--------------|
| 800 | LCL 800 |
| 1000 | LCL 1000 |
| 1200 | LCL 1200 |
| 1600 | LCL 1600 |
| 2000 | LCL 2000 |
| 2500 | LCL 2500 |
| 3000 | LCL 3000 |
| 4000 | LCL 4000 |
| 5000 | LCL 5000 |
| 6000 | LCL 6000 |

Especifique el Tipo I para perforaciones de 5 agujeros estándar o el Tipo II para el patrón más antiguo de perforación de 4 agujeros. Hasta 4000 Amperes también perforación universal.

Fusibles ECONOLIM limitadores de energía con alta capacidad de interrupción

| Capacidad en Amperes | Estos fusibles cumplen con las normas de UL para la Clase K-1 e son similares electricamente a la Clase J, pero entran en el espacio de contacto de los fusibles estándar NEMA. | |
|---|---|---|
| | 250 Volts o menos | 600 Volts o menos |
| 1, 3, 6, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600 | Cat. No. Simbolo del Cat. "MCL" según se indica por los Amperes | Cat. No. Simbolo del Cat. "SCL" según se indica por los Amperes |

Agregue el sufijo "H" al Numero del Catalogo para la caracteristica de retardo en las clasificaciones de 10 amperes a más. Especifico SCL 400H.

Fusibles MIDGET limitadores de corriente, de 10.32 X 38.1 mm. - 600 Volts o menos - Cap. de inter. 100,000 amps.

| Amperes | Catalogo No. | Catalogo No. | Catalogo No. |
|---------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | MCL1 | MCL4 | MCL10 |
| 1.5 | MCL1.5 | MCL5 | MCL15 |
| 2 | MCL2 | MCL6 | MCL20 |
| 3 | MCL3 | MCL8 | MCL25 |
| | | | MCL30 |

CLASES
1330
1340

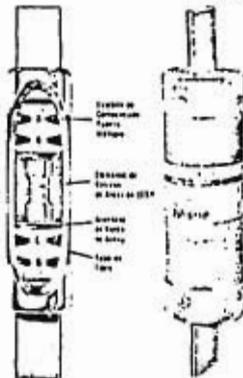
Fusibles de Baja Tensión

Fusibles de Cartucho de doble elemento. Están clasificados por UL según Clase K 9, para 200,000 amperes f.c.m., c.a., de capacidad en ruptura. Son fusibles limitadores de energía con una dilatación de tiempo de por lo menos 10 segundos a 500 o/o de su capacidad. Cuando se usan en circuitos de motores, reducen al mínimo su operación debido a las corrientes de arranque y en algunos casos permite el uso de interruptores más pequeños. Es el fusible ideal para aplicaciones industriales de servicio general.

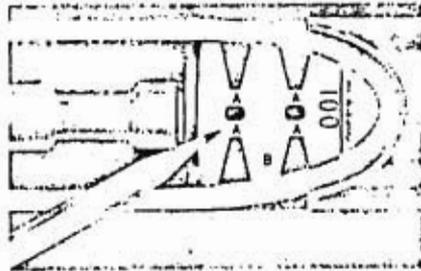
| Amperes | 250 VOLTS. | | 480 VOLTS. | |
|--|--|----------------|--|----------------|
| | Catálogo No. | Caja de Vidrio | Catálogo No. | Caja de Vidrio |
| 1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600 | Símbolo del catálogo "LCE" seguido por los amperes | 10 | Símbolo del catálogo "LCE" seguido por los amperes | 10 |
| | | 10 | | 10 |

Tipo "Perla" (ratonillo), 60 amp. y menos. Tipo de navaja, 65 amp. y mayores.

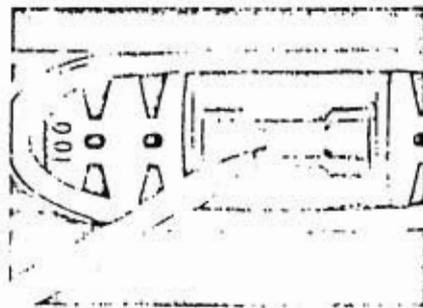
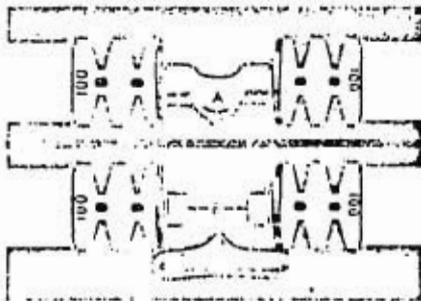
Para información detallada, solicítense las Hojas Descriptivas Clase 1330 en español.



Acción instantánea en corte de circuitos. Los elementos de cualquier extremo sobre el circuito inmediatamente cuando se produce un "chispa" peligroso. Las argandas (A) funden instantáneamente provocando la caída de las secciones más pesadas (B) interrumpiendo el circuito completamente.



Acción rápida y positiva en caso de sobrecarga peligrosa. Cuando la sobrecarga excede límites de calor y de tiempo que la determinan de antemano, la arganda (A) cambia instantáneamente de sólido a líquido, interrumpiendo positivamente el circuito. **ATENCIÓN: LA DISTANCIA (entre bujes) MUY GRANDE (B) PREVENCIÓN UN "CORTE SECUNDO" DEL CIRCUITO. EVITA LA FORMACIÓN DE UN ARCO.**



Resistencia superior a los choques mecánicos y a las vibraciones. El elemento funde en la distancia (A) cuando se produce un "CORTE SECUNDO" DEL CIRCUITO. EVITA LA FORMACIÓN DE UN ARCO.

ECON-LIMITER®
Fusibles limitadores de energía
con retraso de tiempo - Clase K-5 (U.L.)

Estos fusibles están clasificados en la lista de U.L. como de la Clase K-5 y tienen una capacidad de interrupción de 200,000 amperes r.c.m.a.a. Con el mismo retraso de tiempo de por lo menos 10 segundos al 500% de las capacidades especificadas para los fusibles Econ doble elemento, el limitador Econ limiter proporciona un mayor grado de limitación de corriente (con I^2t y máxima corriente de fuga, publicados) y una capacidad más alta de interrupción. Esto hace ideal su uso en sistemas cuidadosamente coordinados.

Capacidad de interrupción: 200,000 amperes r.c.m. c.a. No se presentan casos de ruptura o de expulsión de gases en corrientes altas.

Limitación de la corriente: El escape de corriente y los niveles de energía I^2t son muy inferiores a los requerimientos de las Normas UL para la Clase K-5. De este modo, estos fusibles reducen al mínimo la apertura de fusibles del lado de línea y protegen completa y coordinadamente el equipo del lado de carga.

Fusibles de Baja Tensión

CLASES
1315
1320



Retraso de tiempo: soporta el 500% de su capacidad con una dilación de 10 segundos mínimos; proporcionando retraso de tiempo para corrientes de arranque de motores con carga, como los fusibles Econ de doble elemento. Evita la interrupción innecesaria de circuitos.

Funcionamiento sin calentamiento: la fusión por sobrecarga ocurre a 175° C. como máximo; temperatura más baja que los fusibles ordinarios. No hay carbonización de tubos o destrucción del interruptor debido a calentamiento por sobrecarga.

4 Ahorro en espacio y en costo: en muchos casos la característica de retraso de tiempo permite el uso de interruptores más pequeños y los valores más bajos de I^2t facilitan el empleo de fusibles principales más pequeños para el lado de línea.

Para mayor información técnica respecto a los fusibles "Econ-Limiter", solicite a FPEM las hojas descriptivas de la Clase 1315.

| Amperes | 250 volts | 600 volts |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Catálogo No. | Catálogo No. |
| 1, 3, 6, 10, 15, 20, 25, 30 | Símbolo del catálogo | Símbolo del catálogo |
| 35, 40, 45, 50, 60 | "LEN" | "LES" |
| 70, 80, 90, 100 | seguido por los amperes. | seguido por los amperes. |
| 125, 150, 175, 200 | | |
| 225, 250, 300, 350, 400 | | |
| 450, 500, 600 | | |