481678 - VERIFICAR LOS DATOS DE LAS MEDICIONES OBTENIDAS DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS DEL CIRCUITO.

PROCESO DIRECCIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL INTEGRAL

FORMATO GUÍA DE APRENDIZAJE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUIA DE APRENIZAJE

- Denominación del Programa de Formación: ENSAMBLE DE TABLEROS ELÉCTRICOS EN BAJA TENSIÓN.
- Código del Programa de Formación: 83210156
- Ficha: 2250394
- Nombre del Proyecto : complementaria
- Fase del Proyecto: EJECUCION
- Actividad de Proyecto :
- Resultados de Aprendizaje :
- Competencia:
    - DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN DE ACUERDO CON LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICAS Y NECESIDADES DEL ENTORNO.
    - ELABORAR LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE ACUERDO CON LAS NECESIDADES DEL SISTEMA DE CARGAS

2. PRESENTACION

La presente guía tiene como finalidad responder a Los conocimientos básicos.

Interpretar y calcular parámetros eléctricos.
Seleccionar instrumentos de medición.
Representar diagramas eléctricos utilizando simbología normalizada.
Conectar circuitos e instrumentos de medición.

3. FORMULACION DE LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

INTRODUCCIÓN

En esta guía se evidenciará las actividades realizadas en el análisis de circuitos y los procedimientos realizar pruebas y mediciones en los circuitos interpretación de planos

Complementemos nuestro conocimiento con el siguiente tema:

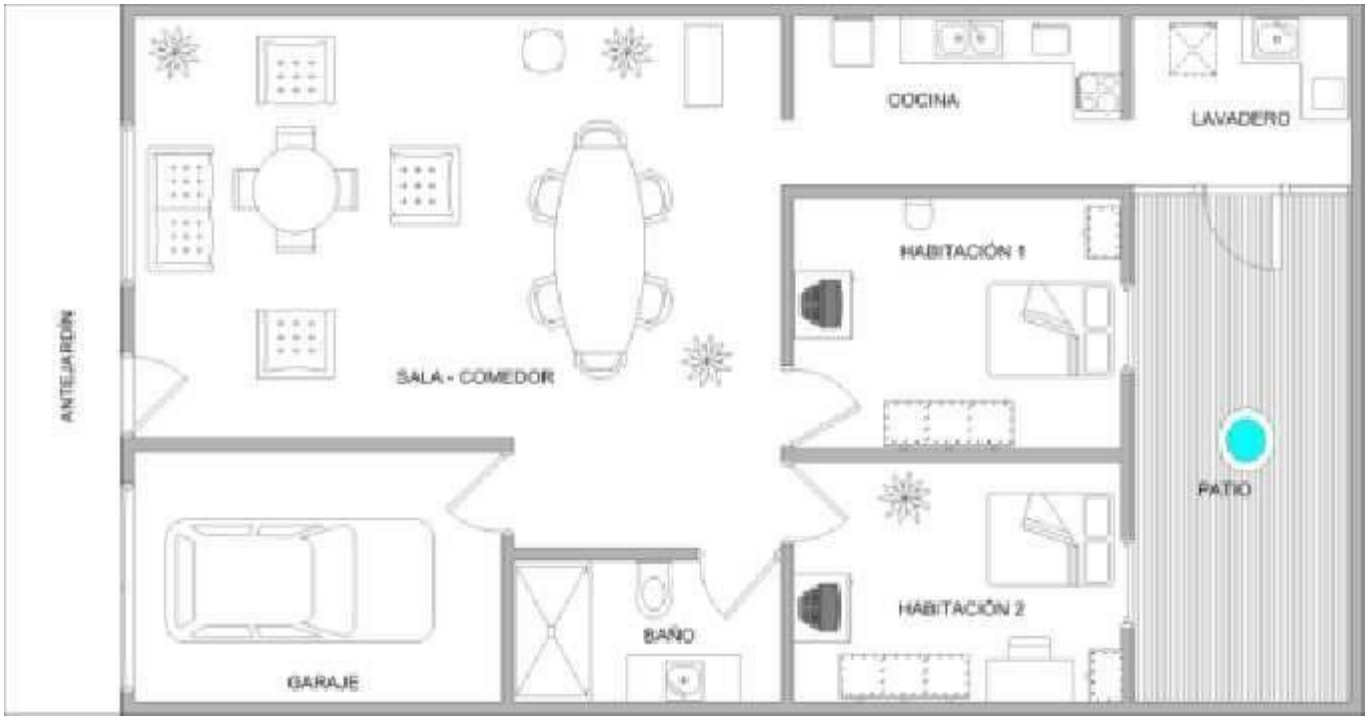
Antes de continuar ver el siguiente link

El desarrollo de una instalación eléctrica residencial comienza con los requerimientos del usuario y los requisitos básicos mínimos del RETIE. En el siguiente ejemplo se tendrán en cuenta estos requerimientos y las exigencias de la norma NTC 2050, de acuerdo con los siguientes criterios de seguridad:

Cálculo correcto de corriente de los aparatos.
Cálculo de las cargas en una unidad de vivienda.
Diseño de los circuitos ramales y sus protecciones asociadas
Diseño de los circuitos alimentadores y sus protecciones asociadas
Selección de los conductores **CENTELSA** adecuados, de acuerdo con los criterios normalizados
Selección adecuada de capacidad de corriente de los conductores **CENTELSA** dentro de la instalación.
Selección apropiada de los elementos del sistema de puesta a tierra de la unidad de vivienda
Métodos de identificación de los conductores **CENTELSA** en la instalación.
Cantidad de conductores permitidos en una canalización.
Condiciones de empalme y conexiones

La Norma NTC 2050 en la Sección 110, indica los requerimientos de las instalaciones eléctricas de conductores y equipos eléctricos.

Al elaborar el diseño de la instalación eléctrica residencial, es necesario tener definida la construcción u obra civil donde se realizará, como lo muestra la figura

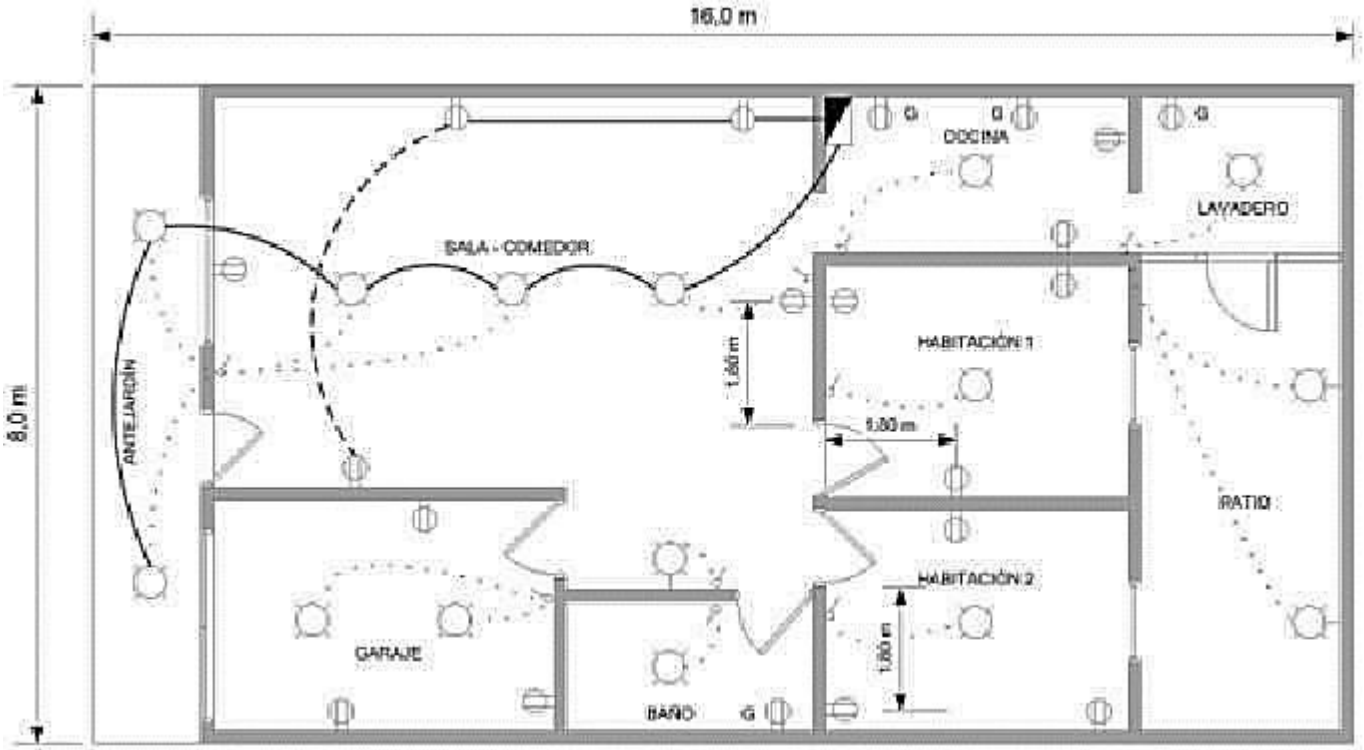


CARGAS ELÉCTRICAS EN L A VIVIENDA

Selección de las Cargas

Una instalación residencial contiene elementos tales como Luminarias conectadas en porta bombillas, aparatos que van conectados a través de tomacorrientes y otros. La distribución de estos elementos en el plano de la instalación de la unidad de vivienda depende de las necesidades del usuario y de los requisitos de la Norma (NTC 2050 y RETIE). Uno de estos requisitos por ejemplo, especifica la ubicación de los tomacorrientes así: ningún tomacorriente se instalará en una pared a una distancia mayor de 1,80 metros medidos horizontalmente, a lo largo de la línea del suelo, a partir del borde de la pared. Se recomienda que no exista una distancia de separación mayor a 3,60 metros entre tomacorrientes.

En la siguiente figura se muestra el plano de la casa que se utilizará como ejemplo para el cálculo, diseño, y construcción de la instalación residencial segura.



Los símbolos utilizados son los siguientes

Bombilla		Interruptor	
Tomacorriente		Tomacorriente GFCI	
Aplique		Línea por Muro y Losa	
Línea por Piso	1,2,3	Número del Circuito	

Cálculo de Corriente para Bombillas y Tomacorrientes

El cálculo de la corriente permite determinar la capacidad que deben tener los circuitos en los cuales se conectan los aparatos eléctricos en la vivienda, esto determina el calibre de los conductores **CENTELSA**, la capacidad de las protecciones y la capacidad del sistema de puesta a tierra.

	TENSIÓN DE OPERACIÓN [V]	POTENCIA [VA]	CORRIENTE [A]	NOTAS
SALIDAS DE ALUMBRADO (BOMBILLAS INCANDESCENTES)	120	100	100/120= 0,83	Se escoge la potencia de acuerdo a los datos nominales de las bombillas.
SALIDAS DE TOMACORRIENTES DE PROPÓSITO GENERAL	120	180	180/120= 1,5	El artículo 220-3, inciso c) subinciso 7) de la norma NTC 2050 indica que en las salidas de tomacorriente, cada tomacorriente sencillo o múltiple de un puente se debe considerar a no menos de 180 VA.

Tabla 1. Cálculo de corriente de los elementos de la instalación.

Sin embargo, en la instalación eléctrica de una unidad de vivienda no sólo se tienen bombillas y tomacorrientes de propósito general, además, se deben tener en cuenta las corrientes de los aparatos que consumen una cantidad importante de potencia. Para este ejemplo y como referencia, la tabla 2 muestra datos obtenidos de boletines de algunos operadores de red, los cuales contienen información acerca de la potencia que consumen algunos de los aparatos que pueden estar presentes en una vivienda. Para cada caso específico se debe verificar los valores de potencia, en la placa de características eléctricas de cada equipo.

APARATOS	POTENCIA [W]
Horno-Estufa Residencial	2000
Estufa 2 Boquillas	2500
Estufa 3 Boquillas	3750
Estufa 4 Boquillas	5000
Horno Microondas	1200
Nevera 8 Pies	124
Nevera 12 Pies	175
Plancha	1000
Ventilador Residencial	80
Ducha Instantánea	3500
Bombillo 100 W	100
Computador	250
Lavadora 12 Libras	750
Grabadora	40
Aspiradora	215
Brilladora	215
Caletera Residencial	700
Licuadora	400
Televisor 16 a 20 Pulgadas	80
Calentador 100 Litros	2200

Tabla 2. Valores de ref .

Cálculo de las Cargas Totales

Los circuitos ramales son los conductores **CENTELSA** de un circuito entre el dispositivo final de protección contra sobrecorriente y las salidas. De acuerdo con las especificaciones de la norma NTC 2050 en sus artículos 220-3 y 220-4 los circuitos ramales pueden tener:

a) Circuitos de alumbrado general
b) Circuitos para aparatos específicos (motores, alumbrado empotrado, avisos, etc.).
c) Circuitos de 20 A para pequeños aparatos eléctricos.
d) Circuitos de 20 A para lavado y planchado

DE ACUERDO CON EL RETIE DEBEN EXISTIR POR LO MENOS: UN CIRCUITO PARA PEQUEÑOS ARTEFACTOS UN CIRCUITO PARA CONEXIÓN DE PLANCHA Y LAVADORA Y UN CIRCUITO PARA ILUMINACIÓN Y FUERZA

CIRCUITOS DE ALUMBRADO GENERAL

Son las bombillas y tomacorrientes de uso general: todas las salidas para tomacorrientes de uso general de 20 A nominales o menos en unidades de vivienda se deben considerar como tomacorrientes para alumbrado general, a excepción de los tomacorrientes de los circuitos para pequeños aparatos eléctricos y los destinados a la lavadora y plancha.

CIRCUITOS PARA APARATOS ESPECÍFICOS

Estos circuitos tienen sus características determinadas por la norma NTC 2050 y RETIE, como por ejemplo: motores, avisos, equipos de trabajo pesado, aire acondicionado, entre otros. Para este ejemplo no se incluyen este tipo de circuitos.

CIRCUITOS DE 20 A PARA PEQUEÑOS APARATOS ELÉCTRICOS

Además del número de circuitos ramales ya determinado, deben existir uno o más circuitos ramales de **20 A** (se refiere a la capacidad de corriente del circuito, asociado a su protección de sobre-corriente), para pequeños artefactos en la cocina, despensa o comedor auxiliar de una unidad de vivienda, incluyendo las salidas de tomacorrientes para refrigeradores.

CIRCUITOS DE 20 A PARA LAVADORA Y PLANCHA

,
Debe existir al menos otro circuito ramal de **20 A** para conectar las salidas de tomacorrientes para lavandería y planchado, este circuito no debe tener otras salidas.

DISEÑO DE LOS CIRCUITOS RAMALES Y SUS PROTECCIONES

En los circuitos ramales se ubican las cargas y se clasifican de acuerdo con su corriente y propósito. Cada uno de estos circuitos ramales tendrá asociado un dispositivo de protección en el panel de distribución, como lo muestra la figura 3:

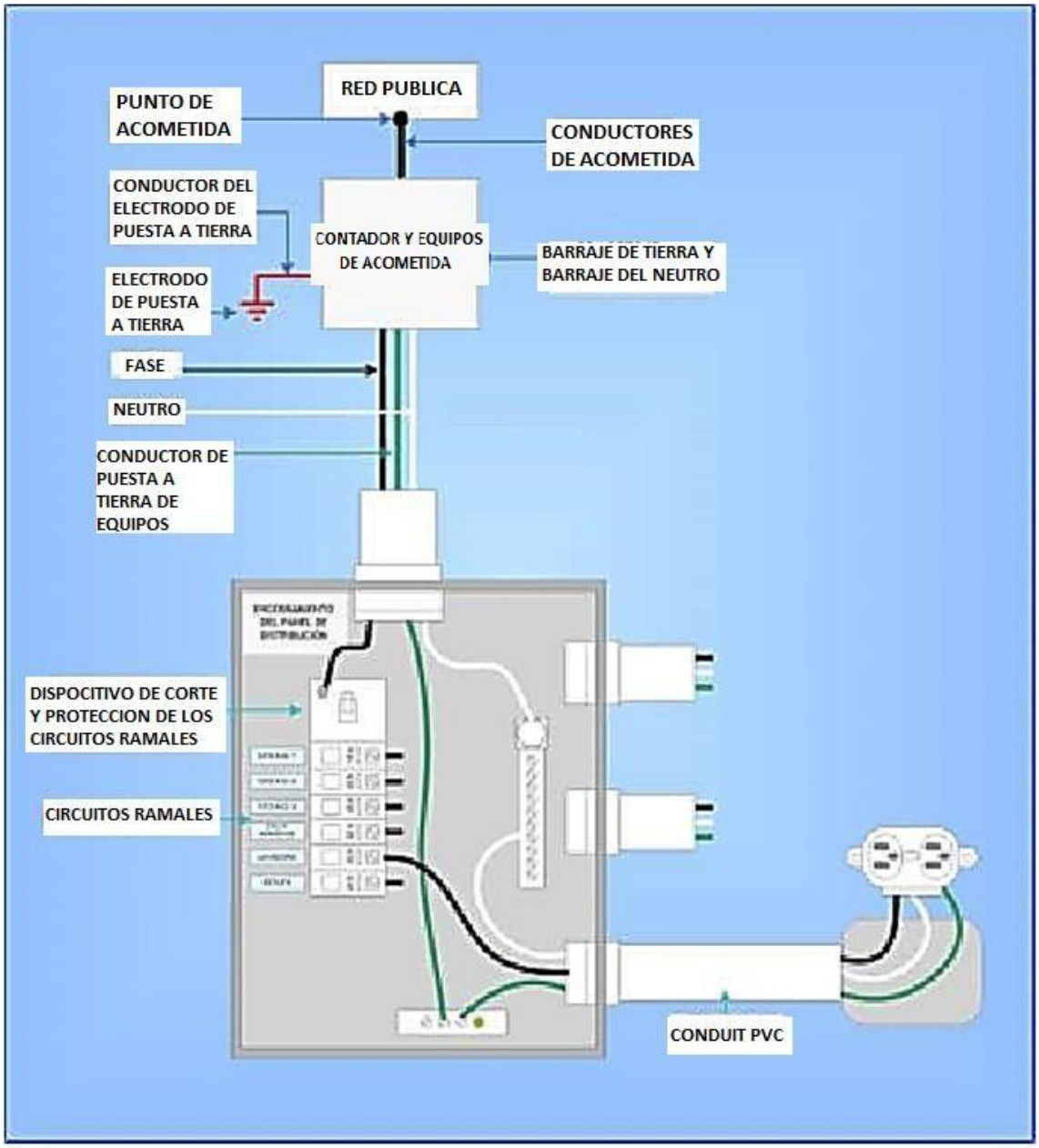


Figura 3. Ejemplo de conexiones para circuitos ramales.

La tabla 3 proporciona la información de la capacidad de protección en corriente de los circuitos ramales y del calibre mínimo de los conductores **CENTELSA** (Tabla 210-24 de la norma NTC 2050). Por ejemplo: si se tiene un circuito definido de corriente nominal igual a 20 A, le corresponde una protección de 20 A y un calibre mínimo de conductores de cobre para el circuito de 12 AWG. Los circuitos deben estar protegidos contra sobrecorriente por medio de un dispositivo cuya capacidad nominal no exceda la capacidad de conducción de corriente del circuito. Para circuitos de alumbrado general se utilizarán protecciones de **15 A** y **20 A**.

El artículo 210-3 de la norma NTC 2050 indica que los circuitos ramales de los que trata este artículo se deben clasificar según la capacidad de corriente máxima o según el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente. La clasificación de los circuitos ramales que no sean individuales deben ser de 15, 20, 30, 40 y 50 A (ver norma NTC 2050 para información completa).
El artículo 220-3 inciso a) de la norma NTC 2050 indica que la capacidad nominal del circuito ramal no debe ser menor a la carga no continua, más el 125% (factor de 1.25) de la carga continua.
El artículo 210-24 de la norma NTC 2050 indica en la tabla 210-24 los requisitos de los circuitos que tengan dos o más salidas distintas a los circuitos de tomacorriente del artículo 220-4 b) y c) como se ha especificado anteriormente.

CORRIENTE NOMINAL DEL CIRCUITO	15 A	20 A	30 A	40 A	50 A
PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE	15 A	20 A	30 A	40 A	50 A
CARGA MÁXIMA	15 A	20 A	30 A	40 A	50 A
CALIBRE MÍNIMO DEL CONDUCTOR **CENTELSA** EN EL CIRCUITO	14 AWG	12 AWG	10 AWG	8 AWG	6 AWG
DISPOSITIVOS DE SALIDA: PORTABOMBILLAS PERMITIDOS	Cualquier Tipo	Cualquier Tipo	Servicio Pesado	Servicio Pesado	Servicio Pesado
CAPACIDAD NOMINAL DEL TOMACORRIENTE	15 A Máximo	15 ó 20 A	30 A	40 A	40 ó 50 A

Tabla 3. Especificación de protecciones y conductores de acuerdo a la capacidad de corriente del circuito ramal (referencia: tabla 210-24, norma NTC 2050).

La tabla 4 y la figura 4 proporcionan la información completa de la distribución y selección de los circuitos ramales del ejemplo y sus protecciones; además de algunas notas importantes obtenidas de la norma NTC 2050, citando sus respectivos artículos:

	CIRCUITO	PROTECCIÓN	ÁREA O ZONA	BOMBILLAS	TOMAS	NOTAS
1	ALUMBRADO GENERAL (17,2 A)	20 A	Antejardín	2 x 0,83 A	0	1
			Sala - Comedor	3 x 0,83 A + 1 x 0,83 A (Aplique)	4 x 1,5 A	2
			Garaje	2 x 0,83 A	3 x 1,5 A	4
2	ALUMBRADO GENERAL (15,5 A)	20 A	Patio	2 x 0,83 A (Apliques)	0	5
			Cocina	1 x 0,83 A	1 x 1,5 A	3
			Lavadero	1 x 0,83 A	Toma en Circuito Independiente	6
			Habitación 1	1 x 0,83 A	3 x 1,5 A	7
			Habitación 2	1 x 0,83 A	3 x 1,5 A	
3	CIRCUITO BAÑO (20 A)	20 A	Baño	1 x 0,83 A	1 x 1,5 A (Toma G)	8
4	PEQUEÑOS APARATOS (4,5 A)	20 A	Sala Comedor	0	1 x 1,5 A	9 y 10
			Cocina	0	2 x 1,5 A (Toma G)	
5	CIRCUITO PARA ESTUFAS (16,6 A)	20 A	Cocina	Circuito Independiente para Estufa		11
6	LAVADORA Y PLANCHA (13 A)	20 A	Patio	Circuito Independiente para Lavadora y Plancha		12

Tabla 4. Distribución de circuitos para la vivienda del ejemplo y sus respectivas corrientes.

Notas a la tabla:

1. Corresponde a dos salidas incandescentes de 100 W cada una a 120 V, por requerimientos del usuario. Controladas por uno de los pulsadores del interruptor triple ubicado en la sala.

2. Corresponde a tres salidas incandescentes, cada una de 100 W a 120 V, se requiere de dos interruptores, uno triple y uno sencillo. Por requerimientos del usuario se han colocado cuatro tomacorrientes dobles.

3. El artículo 210-8 inciso a) subinciso 6) de la norma NTC 2050 indica que los tomacorrientes o contactos de la cocina deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra, cuando están instalados para alimentar artefactos situados en los mesones y ubicados a menos de 1,8 m del borde exterior del lavaplatos.

4. Corresponde a dos salidas incandescentes de 100 W cada una y tres tomacorrientes dobles. Los tomacorrientes deben tener protección con falla a tierra (GFCI) si se cumple el artículo 210-8 inciso a) subinciso 2) de la norma NTC 2050; este indica que los tomacorrientes o contactos de los garajes y partes de edificaciones en contacto directo con la tierra situadas a nivel del suelo que se utilicen como zona de trabajo, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra.

5. El artículo 210-70 inciso a) de la norma NTC 2050 indica que en cada cuarto habitable se debe instalar al menos una salida para alumbrado con un interruptor de pared, así como en los cuartos de baño, recibidores, escaleras, garajes anexos y garajes independientes con instalación eléctrica, y en el exterior de las entradas o salidas al exterior. No se considera entrada o salida exterior la puerta para vehículos de un garaje, a menos que se tenga como acceso obligatorio al interior de la vivienda.

6. El artículo 210-50 inciso c) de la norma NTC 2050 indica que las salidas con tomacorrientes, para artefactos específicos como equipo de lavandería, deberán instalarse a menos de 1,80 m del lugar destinado para el artefacto.

7. El artículo 210-52 inciso a) de la norma NTC 2050 indica que se deben instalar salidas de tomacorriente de modo que ningún punto a lo largo de la línea del suelo en ninguna pared esté a más de 1,80 m de un tomacorriente en ese espacio, medidos horizontalmente incluyendo cualquier pared de 0,6 m o más de ancho. Siempre que sea posible, las salidas de tomacorrientes deben estar a la misma distancia. Si no están a menos de 0,5 m de la pared, las salidas de tomacorriente en el piso no se deben contar como parte del número exigido de salidas.

8. El Artículo 210-52 inciso d) de la norma NTC 2050 indica que las salidas de tomacorriente en los cuartos de baño, deben estar alimentadas por lo menos por un **circuito ramal de 20 A**. El artículo 210-8, inciso a) subinciso 1) de la norma NTC 2050 indica que los tomacorrientes o contactos de los lavamanos, estén o no en un cuarto de baño, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra.

9. El artículo 220-4, inciso b) de la norma NTC 2050 indica que debe existir uno o más circuitos ramales de 20 A para pequeños artefactos, para todas las salidas de tomacorrientes especificadas en artículo 210-52.

10. El artículo 220-4 inciso b) subinciso 3) de la norma NTC 2050 indica que los tomacorrientes instalados en la cocina para conectar artefactos sobre mostradores deberán estar alimentados por uno o más circuitos ramales de pequeños artefactos, cada uno de los cuales podrá también alimentar salidas de tomacorriente en la cocina y otra áreas de las especificadas en el artículo 210-52 b) 1).

11. Se utilizará una estufa de 2000 W (datos de placa) a 120 V, para el ejemplo.

12. El artículo 220-4 inciso c) de la norma NTC 2050 indica que debe existir al menos otro circuito ramal de 20 A para conectar las salidas de tomacorrientes para lavandería y planchado, exigidas por el artículo 210-52 f). Este circuito no debe tener otras salidas.

13. En la tabla 4 del ejemplo, tomacorrientes G, son tomacorrientes con protección mediante interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI), los cuales están diseñados para evitar choques eléctricos accidentales o electrocución evitando el paso de la corriente a tierra. Protegen contra incendios ocasionados por fallas eléctricas, daños al aislamiento de loscables y sobrecalentamiento de equipos.

14. De acuerdo a los datos en la tabla, la corriente total de alumbrado general (circuitos 1 y 2) es igual a : **17,2 + 15,5 = 32,7 A**

NOTA II: **La potencia de la estufa del ejemplo es de 2000 W, como es una carga puramente resistiva (Factor de potencia =1,0), equivale a 2000 VA.**

ALAMBRADO

Es necesario definir qué tipo de conductor es el más apropiado para la instalación. La norma NTC 2050, artículo 110-5, establece que los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre, a no ser que dentro de la norma se especifique otro material, en tal caso se deben calcular nuevamente los calibres

Los alambres y cables de cobre **CENTELSA THHN/THWN**, son los más usados en instalaciones eléctricas residenciales, en circuitos alimentadores y ramales de hasta 600 V nominales, especiales para instalaciones en sitios abrasivos, en ductos, tuberías y tableros.



La norma NTC 2050 artículo 310-3 indica que cuando los conductores van instalados en canalizaciones, los calibres iguales o mayores a 8 AWG deben ser cableados (conductores compuestos de varios hilos).

De lo anterior se concluye que para una instalación eléctrica residencial con conductores de cobre, se utilizarán conductores de cobre tipo **CENTELSA THHN/THWN** calibre 14 AWG y mayores; los cuales pueden ser de un sólo hilo (alambres) o compuesto de varios hilos (cables), siendo éstos últimos más flexibles

SELECCIÓN DE CALIBRE DE LOS CONDUCTORES QUE TRANSPORTAN CORRIENTE

Como ya se había mencionado, para el caso monofásico bifilar (2 conductores) los portadores de corriente son la fase y el conductor puesto a tierra (neutro). Para seleccionar el calibre de los conductores es necesario cumplir las siguientes condiciones

El calibre mínimo

En la tabla 3 se encuentra definido el calibre mínimo de los conductores, de acuerdo con la capacidad de carga de cada circuito (referencia tabla 210-24, norma NTC 2050).

La capacidad de conducción de corriente:

Los conductores de los circuitos ramales deben tener una capacidad de corriente no menor a la carga máxima que van a alimentar. Además, los conductores de circuitos ramales con varias salidas para alimentar tomacorrientes para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija, deben tener una capacidad de corriente no menor a la corriente nominal del circuito ramal.

La caída de tensión de los conductores:

En alimentadores y circuitos ramales, para los conductores se recomienda tener un calibre que evite una caída de tensión eléctrica superior al 3% en la salida (tomacorriente) más lejana, para potencia, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas

La caída máxima de tensión eléctrica de los circuitos ramales más el circuito alimentador hasta la salida más lejana, se recomienda que no supere el 5%.

EN EL ARTÍCULO 310-15 DE LA NORMA NTC 2050 SE ENCUENTRAN LOS LINEAMIENTOS PARA LA CAPACIDAD DE CORRIENTE DE LOS CONDUCTORES

Lo primero que se debe tener en cuenta es la capacidad de corriente de acuerdo con el número de conductores en una canalización y la corrección por la temperatura ambiente, posteriormente se deben realizar los cálculos de caída de tensión para determinar el porcentaje de regulación

NÚMERO DE CONDUCTORES EN UNA CANALIZACIÓN (TUBO CONDUIT)

	CANTIDAD de conductores por tubo conduit								
No AWG	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
14	½	½	½	½	¾	¾	¾	1	1
12	½	½	½	¾	1	1	1 ¼	1 ¼	1 ½
10	½	½	¾	1	1 ¼	1 ½	1 ½	2	2
8	½	¾	1	1 ½	1 ½	2	2	2 ½	2 ½

NÚMERO DE CONDUCTORES PORTADORES DE CORRIENTE	PORCENTAJE DEL VALOR DE LAS TABLAS, AJUSTADO PARA LA TEMPERATURA AMBIENTE SI FUERA NECESARIO
De 4 a 6	80%
De 7 a 9	70%
De 10 a 20	50%

Tabla 6. Factores de Corrección por agrupamiento (notas del artículo 310-16 de la norma NTC 2050).

Dentro de los circuitos ramales instalados en el ejemplo, el caso más crítico de conductores portadores de corriente por una misma canalización no es mayor a cinco (esto es, entre fases de diferentes circuitos ramales, neutro y retornos de interruptores a bombillas). Si se calcula de acuerdo con este criterio en el ejemplo, se cubrirán las demás zonas de los circuitos ramales de la vivienda, debido a que en las otras canalizaciones se tendrá igual o menor número de conductores activos o portadores de corriente. Como resultado, de acuerdo con la tabla 6, al ejemplo le corresponde un factor del 80% por agrupamiento.

Corrección por Temperatura Ambiente

La capacidad de corriente de un conductor debe corregirse a la temperatura ambiente de la vivienda. Para un rango de temperatura entre 26-30°C, según la tabla 7 corresponde a un factor de corrección de 1,0. (referencia tabla 310-16 en la norma NTC 2050).

CALIBRE AWG	CAPACIDAD DE CORRIENTE (Conductor de cobre) Según el artículo 110.14 c
14	20
12	25
10	30
8	40
6	55
4	70

Tabla 7. Capacidad de corriente para conductores de cobre según el artículo 110.14 c. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable, a temperatura ambiente de 30°C.

TEMPERATURA AMBIENTE EN °C	FACTORES DE CORRECIÓN
21 - 25	1,08
26 - 30	1,00
31 - 35	0,91
36 - 40	0,82
41 - 45	0,71

Cálculo del Calibre

Hasta el momento hay dos factores definidos para determinar el calibre del conductor en el ejemplo:

- Por agrupamiento en una canalización igual al 80%.
- Por temperatura ambiente igual a 1,0.

Usando como ejemplo el circuito de alumbrado general número 1, se calcula la capacidad de corriente de los conductores de acuerdo con los anteriores factores, así: se obtiene la capacidad de corriente máxima para el conductor del circuito de la tabla 3, la cual es igual a 20 A y se divide entre el producto de los factores de corrección de las tablas 6 y 7:

$$\frac{20\ VA}{(0{,}8 \times 1{,}0)} = 25\ A$$

Con este valor de corriente (**25 A**) se busca el calibre correspondiente en la tabla 7 que corresponde a un **conductor de cobre 12 AWG**.

Realizando el mismo cálculo para el circuito alimentador se obtiene:
El circuito alimentador tendrá sólo dos conductores portadores de corriente, entonces el factor por agrupamiento de acuerdo con la tabla 5 es 1,0, y el factor de corrección por temperatura de acuerdo con la tabla 6, también es 1,0. Como la capacidad de corriente del alimentador es igual a 53,6 A, se calcula:

$$\frac{50\ A}{(1{,}0 \times 1{,}0)} = 50\ A$$

Al seleccionar con esta corriente de 50 A en la tabla 7, el conductor para el ejemplo debe ser **CENTELSA THHN/THWN 6 AWG**, cumpliendo con el artículo siguiente:

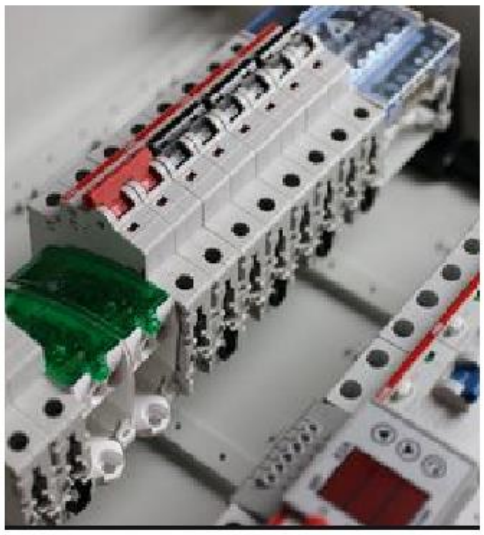
EL ARTÍCULO 220-10, INCISO A), INDICA: LOS CONDUCTORES DEL ALIMENTADOR DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE CORRIENTE SUFICIENTE PARA ALIMENTAR LAS CARGAS CONECTADAS. EN NINGÚN CASO LA CARGA CALCULADA PARA UN ALIMENTADOR DEBE SER MENOR A LA SUMA DE LAS CARGAS DE LOS RAMALES CONECTADOS, TAL COMO SE ESTABLECE EN LA PARTE A DE ESTA SECCIÓN (220) Y DESPUÉS DE APLICAR CUALQUIER FACTOR DE DEMANDA PERMITIDO EN LAS PARTES B, C, O D.

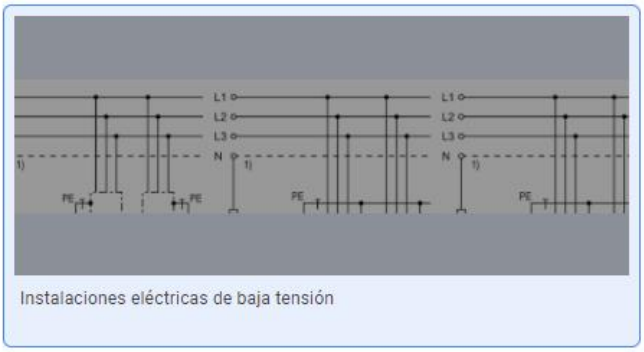
CIRCUITO	PROTECCIÓN	CONDUCTOR DE TIERRA	CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE CALIBRE CONDUCTORES DE FASE Y NEUTRO		
			CORRIENTE	REGULACIÓN %	CALIBRE SELECCIONADO
			TEMPERATURA Y AGRUPAMIENTO		
ALUMBRADO GENERAL 1	20 A	12 AWG	12 AWG	2,8	12 AWG
ALUMBRADO GENERAL 2	20 A	12 AWG	12 AWG	2,4	12 AWG
CIRCUITO PARA BAÑO	20 A	12 AWG	12 AWG	2,0	12 AWG
CIRCUITO PARA ESTUFA	20 A	12 AWG	12 AWG	1,2	12 AWG
LAVADORA	20 A	12 AWG	12 AWG	1,6	12 AWG
PEQUEÑOS APARATOS	20 A	12 AWG	12 AWG	1,0	12 AWG
ALIMENTADOR	60 A	10 AWG	6 AWG	0,7	6 AWG

TIPOS DE TABLEROS ELECTRICOS.









Instalaciones eléctricas de baja tensión



Los Tableros de Distribución de Baja Tensión son aptos para su utilización en las Subestaciones principales, secundarias y en lugares donde se desee tener un grupo de interruptores con relés de sobrecargas y cortocircuitos; destinados a proteger y alimentar a las cargas eléctricas.



PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

- **Interruptor termo magnético.**

Cumple la función de interruptor manual, interruptor automático activado por cortocircuitos y activado por sobre corrientes. Vienen calibrados para distintos valores de intensidad de corriente eléctrica.

El conexionado es a través de bornes por tornillos y el montaje se realiza mediante riel DIN.





- **Interruptor diferencial (Disyuntor magneto térmico).**

Cumple la misma función que el interruptor termo magnético (protección por corto circuito y sobre corriente) pero fundamentalmente nos protege de descargas eléctricas ocasionadas por equipos. Es el único elemento que nos vá a proteger de una electrocución (proteger a cualquier ser viviente).

Existen dos modelos en el mercado, bipolares o tetra polares (2 polos ó 4 polos), en ambos casos el neutro también es aislado en caso de accionamiento. El montaje es a través de riel DIN.

Poseen un pulsador de prueba del sistema de accionamiento del interruptor, el cual debemos chequear frecuentemente (al menos una vez al año). En caso de no accionarse el Interruptor, deberemos reemplazarlo ya que no cumpliría la función principal.





www.sena.edu.co
SENAComunica

• **Borneras.**

Sirven para realizar interconexiones entre cables, evitando de esta forma realizar empalmes y el uso de cinta aisladora. Existen varios modelos y calibres para cables, como así también accesorios como topes, tapas, distintas formas de conexionado (por tornillo, a presión) dependerá del uso que se le quiera dar (ver catálogos). El montaje se realiza mediante riel DIN.



• **Cablecanal.**

Se utiliza para canalizar los cables y así poder tener un buen orden en el cableado del tablero, dependiendo del uso podemos encontrar cablecanales ranurados o no ranurados, la elección se realiza por cantidad de cables que va a alojar (tamaño).

La forma de montaje es mediante cinta auto adhesivo o tornillos.
Siempre debemos consultar los catálogos de los fabricantes para una buena elección del producto.

También se realizan instalaciones eléctricas domiciliarias completas, colocando toda la línea de accesorios para tal fin.

Cabe aclarar que el cablecanal ranurado sirve para realizar derivaciones de los cables por los espacios disponibles.



• **Seccionador porta fusible.**

La función, como su nombre lo dice, es seccionar un circuito (abrir o cerrar) y proteger mediante un fusible.

El montaje se realiza mediante riel DIN y el conexionado a los cables por tornillo. Dependiendo del tamaño de fusible que vamos a utilizar se selecciona el modelo de seccionador porta fusible, para ello debemos consultar los catálogos.

También podemos encontrar borneras porta fusibles para tamaños de fusibles más chicos, consultar catálogos de bornes.





• **Pilotos luminosos.**

Cumplen la función de señalizar un estado (marcha, parada, alarma) de un circuito eléctrico. En la industria el tamaño más utilizado es el diámetro 22mm, existen otros tamaños también como así distintos colores y niveles de tensiones de funcionamiento (220 Vca, 380 Vca, 12Vcc, 24 Vcc). Actualmente todas las lámparas son de Led, antiguamente eran incandescente o de xenón**.**



- **Pulsadores.**

Sirven para accionar o detener un circuito, dependiendo que tipo de contacto se utilice (normal abierto NA / NO ó normal cerrado NC), el tamaño más utilizado es el diámetro 22mm, vienen de distintos colores dependiendo de la aplicación y el conexionado es mediante borne con tornillo. También se pueden colocar accesorios como luces y contactos auxiliares.

El pulsador se divide en tres partes:

Cabezal: varía según el tipo de accionamiento y color.



Cuerpo: en él se colocan el cabezal, contactos y luces



Contactos y luces: Se colocan en el cuerpo del pulsador



El cabezal color rojo lo vamos a utilizar para generar la parada de cualquier sistema, el color verde para dar comienzo a un proceso o puesta en marcha, el negro y demás para otras aplicaciones. Siempre el color verde nos indica marcha y el rojo parada. Asociado a esto, los contactos NA (contacto normal abierto, color verde) se colocan en un pulsador con el cabezal color verde, igual caso para el contacto NC (contacto normal cerrado, color rojo) en un pulsador color rojo.

• Parada de emergencia

Sirven para realizar la parada de un circuito en caso de una emergencia, en estos casos vamos a reemplazar el cabezal de un pulsador por uno de “parada de emergencia”. El modo de accionamiento es mediante un golpe de puño y su accionamiento es retenido, esto significa que queda accionado, caso contrario al pulsador en donde cuando no se presiona el cabezal no se activa el contacto. El modo de desactivarlo varía dependiendo del modelo, puede ser mediante un giro al cabezal o mediante llave. Vamos a notar que todas las paradas de emergencia son de color roja, indicándonos así que el contacto asociado a la acción es NC (normal cerrado).





• Llave selectora

Existen de dos o tres posiciones, realizando paso por cero o no. Este cabezal se utiliza para realizar la selección de una acción u otra. Los contactos a utilizar van a depender de la aplicación. Los modelos pueden ser con maneta o con llave.





• **Motores**

Podemos encontrar motores monofásicos (tensión de alimentación 220 Vca, fase y neutro), motores trifásicos (tensión de alimentación 380 Vca, tres fases de alimentación, sin neutro) y motor de corriente continua (la tensión de alimentación varía según la aplicación).





• **Gabinetes.**

Se utilizan para alojar todos los componentes eléctricos, pueden ser de plástico o de chapa, con tapa fija o con puerta, con cerradura con calle o con maneta de giro, varían su tamaño y colores.






• **Prensa cables.**

Se utilizan para realizar las acometidas a los tableros o motores (acometida es la conexión del cable logrando que no se filtre agua y que el cable quede firme en la conexión). Pueden ser de plástico o de metal, vienen de varias medidas y tipo de rosca.





TIPOS DE CELULAS DE SILICIO SEGÚN SU CONSTRUCCIÓN

• **Conectores.**

Se utilizan para realizar canalizaciones en las conexiones mediante tubos flexibles metálicos, por donde se pasaran los cables, de esta forma logramos protección y blindaje de la conexión.



ELEMENTOS DE MANIOBRA.

1. RELÉ.

Un relé es un interruptor accionado por un electroimán. Un electroimán está formado por una barra de hierro dulce, llamada núcleo, rodeada por una bobina de hilo de cobre (Fig. 1). Al pasar una corriente eléctrica por la bobina (Fig. 2) el núcleo de hierro se magnetiza por efecto del campo magnético producido por la bobina, convirtiéndose en un imán tanto más potente cuanto mayor sea la intensidad de la corriente y el número de vueltas de la bobina. Al abrir de nuevo el interruptor y dejar de pasar corriente por la bobina, desaparece el campo magnético y el núcleo deja de ser un imán.

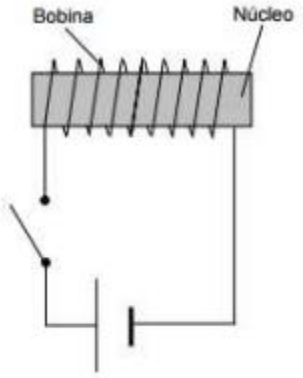


Fig. 1

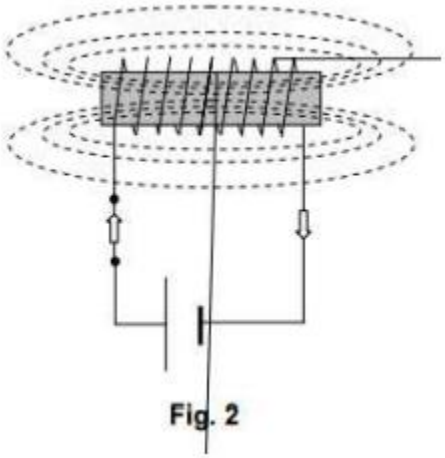


Fig. 2

El relé más sencillo está formado por un electroimán como el descrito anteriormente y un interruptor de contactos (Fig. 3). Al pasar una pequeña corriente por la bobina, el núcleo se imanta y atrae al inducido por uno de sus extremos, empujando por el otro a uno de los contactos hasta que se juntan, permitiendo el paso de la corriente a través de ellos. Esta corriente es, normalmente, mucho mayor que la que pasa por la bobina.

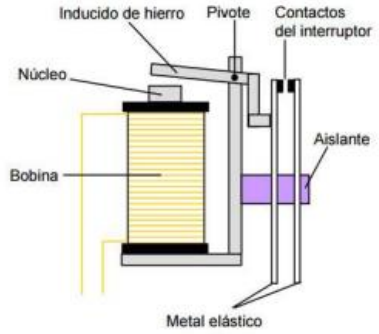


Fig. 3

El símbolo del relé de la Fig. 3 es el que puede verse en la Fig. 4. La bobina se representa por un rectángulo alargado con una línea a 45º que lo atraviesa en su parte central. El interruptor de contactos se representa como un interruptor normal. Entre la bobina y el interruptor se se establece un vínculo mediante una línea de trazos, para dar a entender que el interruptor se cierra por efecto de la bobina.

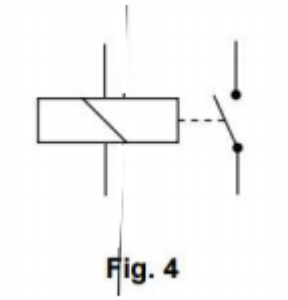


Fig. 4

El relé que hemos visto hasta ahora funciona como un interruptor. Está formado por un contacto móvil o polo y un contacto fijo. Pero también hay relés que funcionan como un conmutador, porque disponen de un polo (contacto móvil) y dos contactos fijos (Fig. 5).

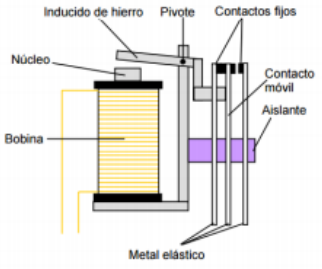


Fig. 5

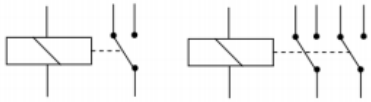


Fig. 6

Fig. 7

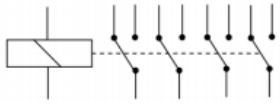


Fig. 8

Cuando no pasa corriente por la bobina el contacto móvil está tocando a uno de los contactos fijos (en la Fig. 5 el de la izquierda). En el momento que pasa corriente por la bobina, el núcleo atrae al inducido, el cual empuja al contacto móvil hasta que toca al otro contacto fijo (el de la derecha). Por tanto, funciona como un conmutador. En la Fig. 6 puede verse el símbolo de este tipo de relé. También existen relés con más de un polo (contacto móvil) siendo los utilizados en nuestras prácticas los relés conmutadores de dos polos (Fig. 7) y los de cuatro polos (fig. 8).

A continuación se describe un modelo en particular de Schneider Electric (relé miniatura línea RMX).

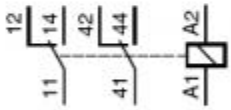


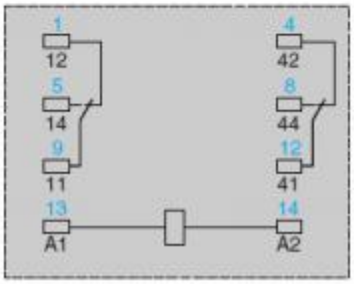
Relé

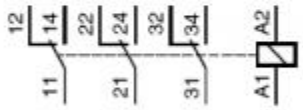


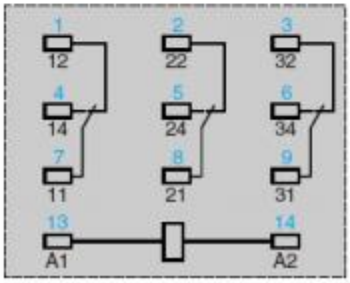
Zócalo para relé

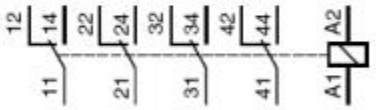
Disposición de pines

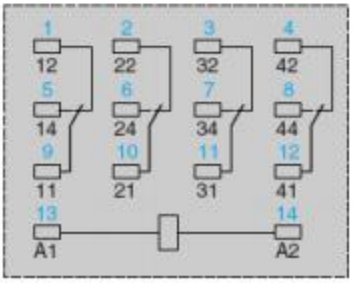












ELEMENTOS DE MANIOBRA Y PROTECCION

CONTACTOR.

Generalmente los relé se utilizan para manejar cargas con consumos de potencia pequeños, para mayores consumos de potencia se utilizan contactores.

Un contactor es de constitución parecida a la del relé pero tiene la capacidad de soportar grandes cargas en sus contactos principales, aunque la tensión de alimentación de su bobina sea pequeña.

Principalmente consta de 10 bornes de conexión (esto variará según modelo y marca):

- 2 para la alimentación de la bobina.
- 2 para un contacto abierto o cerrado usado en el circuito de control (contacto auxiliar).

Este contacto se puede suplementar con bloques específicos de contactos que se asocian físicamente al contactor; pueden ser NC-NC; NC-NO-NO-NC; NO-NO, etc.

- 6 para la conmutación de las líneas de potencia (Contactos principales).

La representación del contactor es una bobina (mando electromagnético) con las siglas KM nº, donde “M” indica principal y “nº”, el número que conlleva dentro del esquema, por ejemplo KM 3 indica que es un contactor principal número 3 (se entiende que en el esquema habrá otros contactores KM1 y KM2).

Nomenclatura de bornes

• Bobina: se marca con A1 y A2.

• Contactos auxiliares: Como ya hemos nombrado, existen contactos normalmente abiertos (NO) o (NA) y normalmente cerrados (NC).

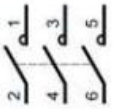
- Contactos NO: Se les asignarán números de 2 cifras, la primera cifra indica el número de orden y la segunda deberá ser 3 y 4. Ejemplos: 13-14, 23-24, 33-34.
- Contactos NC: Se les asignarán números de 2 cifras, la primera cifra indica el número de orden y la segunda deberá ser 1 y 2.

Ejemplos: 11-12, 21-22, 31-32.

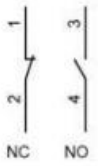
- Contactos principales: Se marcan con los siguientes números o letras: 1-2, 3-4, 5-6, o L1-T1, L2-T2, L3-T3.

• Contactor: se denomina con las letras KM seguidas de un número.

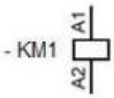
Simbología



Cotactos principales



Contactos auxiliares



Bobina de contactor

Marca SCHNEIDER ELECTRIC



Contactor de baja potencia



Contactor de alta potencia

Marca SIEMENS

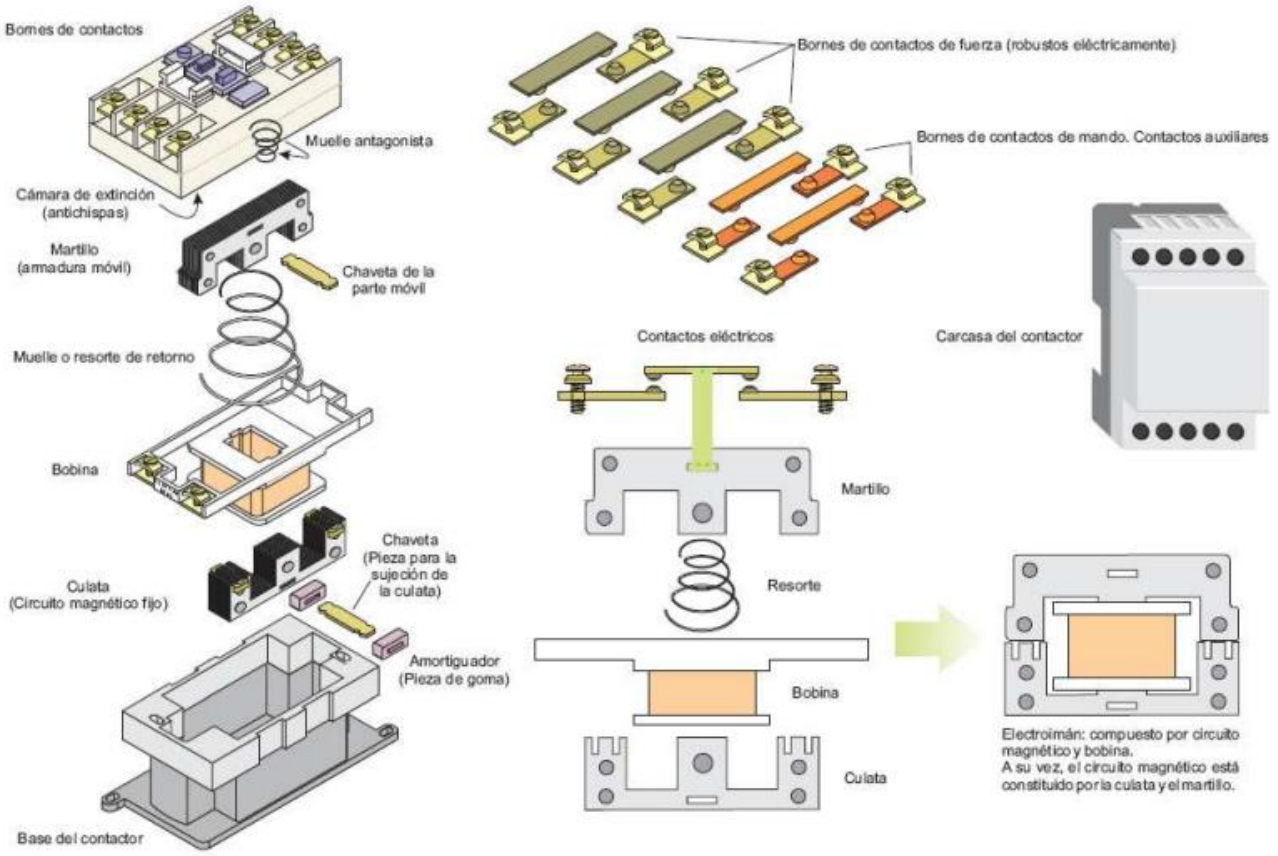


Contactor de baja potencia



Contactor de alta potencia

Despiece de un contactor



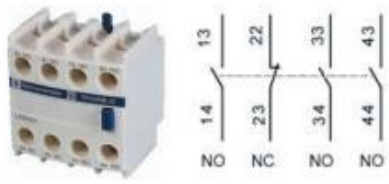
- **Contactos auxiliares**

Contactos frontales

Marca SCHNEIDER ELECTRIC



Contacto auxiliar 1NO – 1NC

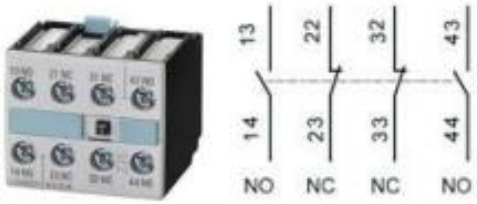


Contacto auxiliar 3NO – 1NC

Marca SIEMENS



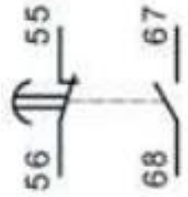
Contacto auxiliar 1NC



Contacto auxiliar 2NO – 2NC

Contacto frontal temporizado





Contacto auxiliar 1 NO – 1 NC temporizado

4. Relés térmicos

Estos relés cumplen con la función de protección térmica del motor contra sobrecargas y van asociados a un contactor que es el que realiza la apertura del circuito de potencia.

Puesto que protegen solamente contra sobrecargas, los relés térmicos deben complementarse con una protección contra cortocircuitos.

El relé de imagen térmica simula, a través de la utilización de un bimetal, el calentamiento y enfriamiento del motor protegido en base a sus constantes de tiempo, vigilando las temperaturas alcanzadas en comparación con la máxima admisible como función de la duración de la sobrecarga.

La temperatura es obtenida de forma indirecta, a través de la medición de la corriente.

SCHNEIDER ELECTRIC



SIEMENS



5. Guarda motores magneto térmicos.
Son dispositivos que agrupan en un mismo aparato las funciones de protección contra cortocircuitos y contra sobrecargas.

Imágenes





6. Fusibles tipo NH.

El fusible, utilizado como elemento componente de una salida a motor, solo debe actuar frente a cortocircuitos.

Es decir, las sobrecargas no deben producir la operación del fusible, por lo cual debe emplearse el fusible de respaldo, llamado para baja tensión tipo aM.

La curva característica del fusible aM lo hace insensible a las sobrecargas, siendo diseñado el elemento fusible de este tipo de fusibles más resistente a la fatiga mecánica debida a los esfuerzos de contracción y dilatación térmica causadas por las sobrecorrientes de los sucesivos arranques.





Es preciso leer todos los capítulos en el orden en que se presentan para poder estudiar una instalación eléctrica con esta guía.

Listado de cargas de la instalación El estudio de una instalación eléctrica propuesta necesita una comprensión correcta de todas las reglas y normas que la rigen.

La demanda total de energía se puede calcular a partir de los datos relacionados con la ubicación y la intensidad de cada corriente junto con el conocimiento de los modos de funcionamiento (demanda en régimen nominal, condiciones de arranque, funcionamiento no simultáneo, etc.).

A partir de estos datos, se obtienen de modo inmediato la potencia necesaria de la fuente de alimentación y (en los casos apropiados) el número de fuentes necesarias para una potencia adecuada para la instalación.

También es necesario tener información sobre las estructuras de tarifas locales para elegir la mejor opción en cuanto a montaje de la conexión a la red de alimentación, por ejemplo: en alta o baja tensión.

Conexión a la red.

Esta conexión se puede realizar en:

c Media tensión.

Se tendrá que estudiar, construir y equipar un centro de transformación de abonado. Este centro de transformación puede ser una instalación interior o exterior según las normas y reglamentos correspondientes.

c Baja tensión.

La instalación se conectará a la red local de suministro eléctrico y se medirá (necesariamente) según las tarifas de baja tensión.

Arquitectura de la distribución eléctrica La red de distribución de toda la instalación se estudia como un sistema completo.

Se definen el número y las características de las fuentes de alimentación de emergencia auxiliares.

La disposición de montaje de las tomas de tierra del neutro se selecciona según la normativa local, las restricciones relacionadas con la alimentación y el tipo de cargas.

El equipo de distribución (cuadros, interruptores, conexiones de circuitos...) se determina a partir de los planos de construcción y la ubicación y agrupación de las cargas.

El tipo de edificios y la asignación pueden influir en la inmunidad frente a las perturbaciones externas.

Protección contra descargas eléctricas Una vez determinada previamente la conexión a tierra (TT, IT o TN), deben implementarse los dispositivos protectores apropiados para lograr una protección contra los riesgos de contacto directo o indirecto.

Circuitos e interruptores Cada circuito se estudia en detalle.

A partir de las corrientes nominales de las cargas, el nivel de la corriente de cortocircuito y el tipo de dispositivo protector, se puede determinar la sección de los cables conductores del circuito.

Antes de adoptar el tamaño del conductor indicado arriba, es necesario que se cumplan los siguientes requisitos:

- c La caída de tensión cumple con la norma correspondiente.
- c El arranque del motor es satisfactorio.
- c Está asegurada la protección frente a las descargas eléctricas.

Se determina a continuación la corriente de cortocircuito y se comprueba la capacidad de resistencia térmica y electrodinámica del circuito.

Es posible que estos cálculos indiquen que es necesario usar un conductor de mayor sección que el que se seleccionó en un principio.

Los requisitos que necesita el interruptor determinarán su tipo y características.

Se examinará la utilización de técnicas de selectividad y limitación mediante el uso de fusibles e interruptores automáticos.

Protección contra las sobretensiones.

Las caídas de rayos directas o indirectas pueden dañar el equipo eléctrico a una distancia de varios kilómetros. Las sobretensiones de maniobra y las sobretensiones transitorias de frecuencia industrial también pueden producir las mismas consecuencias. Se examinan los defectos y se proponen las soluciones.

Eficiencia energética.

La implementación de dispositivos de medida junto a un sistema de comunicación adecuado dentro de la instalación eléctrica, puede generar grandes beneficios al usuario o propietario: reducción en el consumo energético, reducción en costos de energía y mejor uso del equipo eléctrico.

Energía reactiva

La corrección del factor de potencia en las instalaciones eléctricas se lleva a cabo de modo local o global o combinando ambos métodos.

Armónicos

Los armónicos de la red afectan a la calidad de la energía y forman parte del origen de muchas contaminaciones como sobrecargas, vibraciones, desgaste del equipo, problemas con equipos sensibles de redes de área local, redes telefónicas, etc. En este capítulo se trata de los orígenes y los efectos de armónicos, se explica cómo medirlos y se ofrecen soluciones.

Generadores y cargas específicas

Se estudian los elementos o los equipos específicos:

- Fuentes específicas como alternadores o inversores.
- Cargas específicas con características especiales, como motores de inducción, circuitos de iluminación o transformadores de BT/BT.
- Sistemas específicos como redes de corriente continúa.

Software

El software (1) proporciona un paquete de diseño completo para las instalaciones de BT según las normas y recomendaciones de la IEC.

- Están incluidas las características siguientes:
- Elaboración de esquemas eléctricos.
- Cálculo de corrientes de cortocircuito.
- Cálculo de caídas de tensión.
- Optimización de la sección de los cables.
- Especificaciones necesarias de la aparamenta.
- Selectividad entre los dispositivos de protección.
- Recomendaciones para esquemas de filiación.
- Verificación de la protección de personas.
- Impresión completa de los datos de diseño calculados.

MANTENIMIENTO.

El mantenimiento no es una función "miscelánea", produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad. Para nadie es un secreto la exigencia que plantea una economía globalizada, mercados altamente competitivos y un entorno variable donde la velocidad de cambio sobrepasa en mucho nuestra capacidad de respuesta.

En este panorama estamos inmersos y vale la pena considerar algunas posibilidades que siempre han estado pero ahora cobran mayor relevancia. Particularmente, la imperativa necesidad de redimensionar la empresa implica para el mantenimiento, retos y oportunidades que merecen ser valorados.

Debido a que el ingreso siempre provino de la venta de un producto o servicio, esta visión primaria llevó la empresa a centrar sus esfuerzos de mejora, y con ello los recursos, en la función de producción.

El mantenimiento fue "un problema" que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fue visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y barata.

La labor del departamento de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral [1].

Con el fin de conservar en buen estado funcional todos los elementos que integran una subestación eléctrica, se realiza el servicio de mantenimiento preventivo; el cual consiste en la revisión física, limpieza, lubricación, apriete de conexiones, así como pruebas mecánicas, eléctricas y dieléctricas.

Lo anterior se realiza utilizando el equipo de protección personal, equipo contra arco eléctrico y herramienta adecuada, así como equipos de medición calibrados. Cabe mencionar que durante la ejecución del servicio, se cumplen las condiciones de seguridad establecidas en las normas NTC 2050 y RETIE inherente al mantenimiento de instalaciones eléctricas en los centros de trabajo [2].

Se aportara una visión de conjunto sobre el mantenimiento de tableros eléctricos de baja tensión, en el que aparecen nuevos retos para la empresa en un entorno cambiante, competitivo y cada vez más complejo.

Trataremos de buscar nuevos enfoques que superen al tradicional apoyando el desarrollo e implementación del software basado en información, documentos y diagramas unifilares de los tableros que facilitaran la planeación de los procedimientos para los diferentes tipos de mantenimiento.

Debido a que los aparatos de mando suelen funcionar muchas veces por día, es necesario inspeccionarlos a intervalos regulares, a fin de poder reemplazar las piezas defectuosas y hacer las reparaciones necesarias.

En base en lo anterior podemos desarrollar el estudio de las normas y ejecución de actividades de mantenimiento eléctrico ya que es necesario para muchos aspectos en la vida diaria, de una forma u otra, ya sea en talleres, fábricas u oficinas etc. sus equipos necesitan de mantenimiento.

Esto nos lleva a la conclusión de que el mantenimiento eléctrico debe ser continuo.

El Mantenimiento Eléctrico permite detectar fallas que comienzan a gestarse y que pueden producir en el futuro cercano o a mediano plazo una parada de una planta y/o un siniestro afectando a personas e instalaciones.

Esto permite la reducción de los tiempos de parada al minimizar la probabilidad de salidas de servicio imprevistas, no programadas, gracias a su aporte en cuanto a la planificación de las reparaciones y del mantenimiento.

Los beneficios de reducción de costos incluyen ahorros de energía, protección de los equipos, velocidad de inspección y diagnóstico, verificación rápida y sencilla de la reparación.

En el caso de tableros eléctricos se debe reportar diariamente las lecturas de todos los instrumentos como: voltímetros, amperímetros, kilovatímetros, medidores de caudal, etc.

Eliminar goteos o condensación de agua sobre los aparatos, limpiar suciedad y observar si hay recalentamiento o corrosión en partes metálicas.

La aplicación del mantenimiento se verá reflejada en:

- Los costos del mantenimiento y los equipos.
- La capacidad operacional.
- La capacidad de respuesta ante situaciones de cambio.
- El uso de los medios de protección física.

DEFINICIÓN GENERAL

El Mantenimiento Eléctrico permite detectar fallas que comienzan a gestarse y que pueden producir en el futuro cercano o a mediano plazo una parada de una planta y/o un siniestro afectando a personas e instalaciones. Esto permite la reducción de los tiempos de parada al minimizar la probabilidad de salidas de servicio imprevistas, no programadas, gracias a su aporte en cuanto a la planificación de las reparaciones y del mantenimiento.

Los beneficios de reducción de costos incluyen ahorros de energía, protección de los equipos, velocidad de inspección y diagnóstico, verificación rápida y sencilla de la reparación.

En el caso de tableros eléctricos se debe reportar diariamente las lecturas de todos los instrumentos como: voltímetros, amperímetros, kilo vatímetros, medidores de caudal, etc.

Eliminar goteos o condensación de agua sobre los aparatos, limpiar suciedad y observar si hay recalentamiento o corrosión en partes metálicas.

Existen diferentes tipos de mantenimiento eléctrico: Rutinario, correctivo, programado, preventivo y predictivo [3].

Figura 1. Esquema conceptual de mantenimiento



AISLAMIENTO

Técnica para impedir la propagación de un fenómeno o agente físico (frío, calor, humedad, electricidad, etc.).

ARCO ELÉCTRICO

Canal conductivo ocasionado por el paso de una gran carga eléctrica, que produce gas caliente de una baja resistencia eléctrica y un haz luminoso.

BANCO DE CONDENSADORES

Los Bancos de Condensadores son aptos para su utilización en Sub-estaciones de Baja y Media Tensión donde se desee compensar la Energía Reactiva (o Factor de Potencia) que consumen los motores eléctricos y las demás cargas.

Los Bancos de Condensadores pueden ser fijos o automáticos, dependiendo del diagrama de carga de energía reactiva, de la potencia a compensar, del nivel de tensión de la red eléctrica y del tipo de carga.

BARRAJE

Usualmente barra de cobre que permite la unión de dos o más equipos eléctricos distribuyendo en forma ordenada y adecuada la energía eléctrica. CALIDAD El mantenimiento debe tratar de evitar las fallas, restablecer el sistema lo más rápido posible, dejándolo en condiciones óptimas de operar a los niveles de producción y calidad exigida.

CORTOCIRCUITO

Fenómeno eléctrico causado por una unión accidental o intencional entre dos o más puntos de diferente potencial de un mismo circuito.

DISPONIBILIDAD

Es la proporción de tiempo durante la cual un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado, depende de la frecuencia de las fallas y el tiempo que nos demande reanudar el servicio.

DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES – DPS

Dispositivo para protección de equipos eléctricos, el cual limita el nivel de la sobretensión mediante la absorción de la mayor parte de la energía transitoria, minimizando la trasmitida a los equipos y reflejando la otra parte hacia la red.

ELECTROCUCIÓN

Paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano.

EQUIPO

Término general que incluye los materiales, accesorios, dispositivos, artefactos, utensilios, herrajes y similares, utilizados como parte de una instalación eléctrica, excepto alambre o cables.

FIABILIDAD Es la probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos, se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un período determinado, bajo condiciones específicas.

MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

Conjunto de acciones oportunas, continúas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal, la eficiencia y la buena apariencia de equipos eléctricos.

Se divide en: Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Predictivo, Mantenimiento Programado, Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Rutinario.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es un mantenimiento simple, que consiste en reparar la avería producida y es aplicable a equipos que permiten la interrupción operativa en cualquier momento, sin importar el tiempo de interrupción y sin afectar la seguridad del personal o bienes.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Este tipo de mantenimiento, permite un adecuado control por la mayor frecuencia de inspecciones estando la máquina o equipo en funcionamiento, que es la forma adecuada de obtener datos concretos para el fin determinado de solucionar fallas, es realizado por elementos de medición que usualmente no afectan la operación de los sistemas (cámara termo-gráfica) [3].

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Se realiza retirando la máquina o equipo del servicio operativo para realizar inspecciones y sustituir (o no) componentes de acuerdo a una programación planificada y organizada con antelación. Este tipo de mantenimiento es muy ventajoso. El servicio de mantenimiento preventivo es aplicable a cualquier subestación eléctrica de 15, 25 y 34.5 kV.

MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Grupo de tareas de mantenimiento que se realizan sobre un equipo o instalación siguiendo un programa establecido, según el tiempo de trabajo, la cantidad producida, los kilómetros recorridos, de acuerdo con una periodicidad fija o siguiendo algún otro tipo de ciclo que se repite de forma periódica. Este grupo de tareas se realiza sin importar cuál es la condición del equipo.

MANTENIMIENTO RUTINARIO

Es una actividad diaria y consiste en: toma de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación y reapriete de tornillos en equipos, máquinas e instalaciones en servicio;

Como así también el cuidado y limpieza de los espacios comunes y no comunes del área de mantenimiento.

El personal que lo práctica no requiere de mucha especialización técnica pero informa novedades de todo tipo.

PERSONA CALIFICADA

Quien en virtud de certificados expedidos por entidades competentes o títulos académicos acredita su formación profesional en electrotecnia. Además, posee experiencia y un adecuado conocimiento del diseño, la instalación, la construcción, la operación o el mantenimiento de los equipos eléctricos y de los riesgos asociados [4].

PLANTA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA

Es un equipo auxiliar encargado de suministrar fluido eléctrico en ausencia de la red normal.

TABLEROS GENERALES

Son los tableros principales de las instalaciones. En ellos están montados los dispositivos de protección y maniobra, que protegen los alimentadores y que permiten operar sobre toda la instalación interior.

TABLEROS GENERALES AUXILIARES

Son tableros que se alimentan desde el tablero general y desde ellos, se protegen y operan sub-alimentadores para los tableros de distribución.

TABLEROS DE CONTROL.

Son tableros que contienen dispositivos de protección y de maniobra o sólo de maniobra que permiten la operación de grupos de artefactos en forma programada o no programada [3].

TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN.

Son tableros que contienen dispositivos de protección y maniobra que permiten proteger y operar los circuitos en que está dividida la instalación o parte de ella.

TABLEROS DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA.

Un tablero de transferencia es un interruptor eléctrico que cambia una carga entre dos fuentes, son automáticos y pueden cambiar cuando detectan que una de las fuentes ha perdido o ganado el poder. Permanece así hasta que se restablece la tensión a la red normal. La planta permanece encendida por un periodo entre 90 y 120 segundos, con el fin de atender una nueva posible condición de emergencia.

SEGURIDAD.

Esta referida al personal, las instalaciones, equipos, sistemas y máquinas, no puede ni debe dejársela a un costado, con miras a dar cumplimiento a demandas pactadas.

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.

Una subestación eléctrica es una instalación destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para facilitar la transmisión y distribución de la energía eléctrica. Su equipo principal es el transformador.

NTC 2050

Este código contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad.

El cumplimiento de las mismas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente o adecuada para el buen servicio o para ampliaciones futuras en el uso de la electricidad, Algunas normas son:

NORMA 110-12. Ejecución mecánica de los trabajos. Encerramientos bajo la superficie: Los conductores se deben instalar de modo que ofrezcan un acceso fácil y seguro a los encerramientos subterráneos o bajo la superficie a los que deban entrar personas para su instalación y mantenimiento.

NORMA 110-16. Espacio alrededor de los equipos eléctricos (para 600 V nomínales o menos). Alrededor de todos los equipos eléctricos debe existir y se debe mantener un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento fácil y seguro de dichos equipos.

NORMA 110-32. Espacio de trabajo alrededor de los equipos. Alrededor de todos los equipos eléctricos debe existir y se debe mantener un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento fácil y seguro de dichos equipos.

Cuando haya expuestas partes energizadas, el espacio de trabajo mínimo no debe ser inferior a 1,90 m de altura (medidos verticalmente desde el nivel del piso o plataforma) ni inferior a 0,9 m de ancho (medidos paralelamente al equipo). En todos los casos, el espacio de trabajo debe ser suficiente para permitir como mínimo una abertura a 90 ° de las puertas o paneles abisagrados.

NORMA 430-14. Ubicación de los motores. Ventilación y mantenimiento: Los motores deben estar ubicados de modo que tengan ventilación adecuada.

NORMA 551-10. Instalaciones de baja tensión. Métodos de alambrado para baja tensión: Los terminales de puesta a tierra deben quedar accesibles para su servicio o mantenimiento.

Las superficies de contacto de los terminales de puesta a tierra deben estar limpias y libres de óxido o pintura y conectarse eléctricamente utilizando arandelas “groover” con dientes internos y externos de cadmio, de estaño o galvanizados o mediante arandelas a rosca.

Los tomillos, remaches, pernos y tuercas o arandelas de sujeción de los terminales de puesta a tierra deben ser de cadmio, de estaño o galvanizados, pero se permite que cuando vayan en estructuras de aluminio, los remaches sean de aluminio sin anodizar.

NORMA 680-11. Cuartos y pozos de equipos. No se deben instalar equipos eléctricos en cuartos o pozos que no tengan un drenaje adecuado que impida la acumulación de agua durante el funcionamiento normal o mantenimiento de los filtros [6].

RETIE

NORMA 10.4 Espacios para el montaje, operación y mantenimiento de equipos. Los lugares donde se construya cualquier instalación eléctrica deben contar con los espacios (Incluyendo los accesorios) suficientes para el montaje, operación y mantenimiento de equipos y demás componentes, de tal manera que se garantice la seguridad tanto de las personas como de la misma instalación.

En subestaciones y cuartos eléctricos de media y baja tensión se debe contar con puertas o espacios adecuados para la entrada o salida de los quipos, para efectos de su montaje inicial o posterior reposición.

El ancho del ala de las puertas de trabajo no debe ser menor a 90 cm y en los cuartos donde se alojan transformadores de MT, las alas de las puertas deben abrir hacia afuera y disponer de cerradura anti pánico, independiente de la potencia y de los equipos que albergan.

NORMA 27.5 Mantenimiento y conservación de instalaciones para uso final. Los trabajos de mantenimiento y conservación deben ser realizados por profesionales competentes quienes deben informar al propietario de las deficiencias de la instalación, ayudar a su corrección y serán solidariamente responsables con el propietario o tenedor de la instalación, de los efectos que se causen por cualquier deficiencia [7].

ANÁLISIS DE LA PRIORIDAD DE REPARACIÓN

Para establecer la importancia entre los diferentes equipos y poder determinar la prioridad que será requerida, es conveniente estudiar cada equipo respecto al conjunto de instalaciones con que cuenta la empresa.

Este análisis conviene realizarlo según los siguientes factores:

- Producción.
- Calidad.
- Mantenimiento.
- Medio ambiente.
- Seguridad.

PLAN DE MANTENIMIENTO A TABLEROS ELÉCTRICOS DE BT

Con el fin de conservar en buen estado funcional los interruptores principales y derivados, contactores, botoneras, y en general todos los elementos que integran un tablero, se realiza el servicio de mantenimiento preventivo, el cual consiste en la revisión física, limpieza general, apriete de conexiones, así como pruebas mecánicas y eléctricas. Lo anterior, se realiza utilizando el equipo de seguridad y herramienta adecuada, así como equipo de medición correspondiente. Todo operador de planta responsable debe conocer las tres reglas necesarias para la conservación de estos aparatos en buen estado:

1. Seguir un programa de inspección preventiva, consistente en una lista de los elementos que deben incluir en cada inspección.

2. Tener en existencia un surtido de piezas de repuesto y de reparación tales como las que se incluyen en los manuales de cada elemento.

3. Ahorrar mucho tiempo y evitar trastornos adquiriendo los repuestos del propio fabricante del aparato, lo cual garantiza que los repuestos tengan las características de las piezas originales.

La aplicación del mantenimiento se verá reflejada en:

- Distribución de energía eléctrica de calidad.
- Incremento de la productividad.
- Disminución de cortes del servicio eléctrico imprevisto.
- Reducción de reparaciones.
- Reducción de costos.
- Incremento de la vida útil de sus equipos.

TABLERO GENERAL DE BAJA TENSIÓN – TGBT

Son tableros de 208 y 440V instalados para la distribución de energía, contienen los equipos requeridos acorde a las necesidades de las cargas como: motores, montacargas, circuitos de alumbrado exterior, etc. Están conformados por:

- Totalizadores
- Interruptores
- Programadores Horarios
- Relés
- Contactores
- Transformadores de Corriente
- Transformador
- DPS
- Interruptor de posición

PLANOS

Se debe incluir un listado de los planos y planillas que se adjuntan a la memoria descriptiva.

Por ejemplo diagrama Unifilares de los diferentes tipos de tableros eléctricos: Un esquema o diagrama unifilar es una representación gráfica de una instalación eléctrica o de parte de ella.

El esquema unifilar se distingue de otros tipos de esquemas eléctricos en que el conjunto de conductores de un circuito se representa mediante una única línea, independientemente de la cantidad de dichos conductores.

Típicamente el esquema unifilar tiene una estructura de árbol.

Son de obligatoria aplicación los símbolos gráficos de la tabla 3. Tomadas de las normas unificadas IEC 60617, ANSI Y32, CSA Z99 e IEEE 315, los cuales guardan mayor relación con la seguridad eléctrica. Cuando se requieran otros símbolos se pueden tomar de las normas precitadas. Cuando por razones técnicas, las instalaciones no puedan acogerse a estos símbolos, se debe justificar mediante documento escrito firmado por el profesional que conforme a la ley es responsable del diseño.

Dicho documento debe acompañar dictamen de inspección que repose en la instalación. (ARTICULO

6.1 “SÍMBOLOS ELÉCTRICOS” RETIE) [7].

Tabla 3. Principales símbolos gráficos según normatividad RETIE

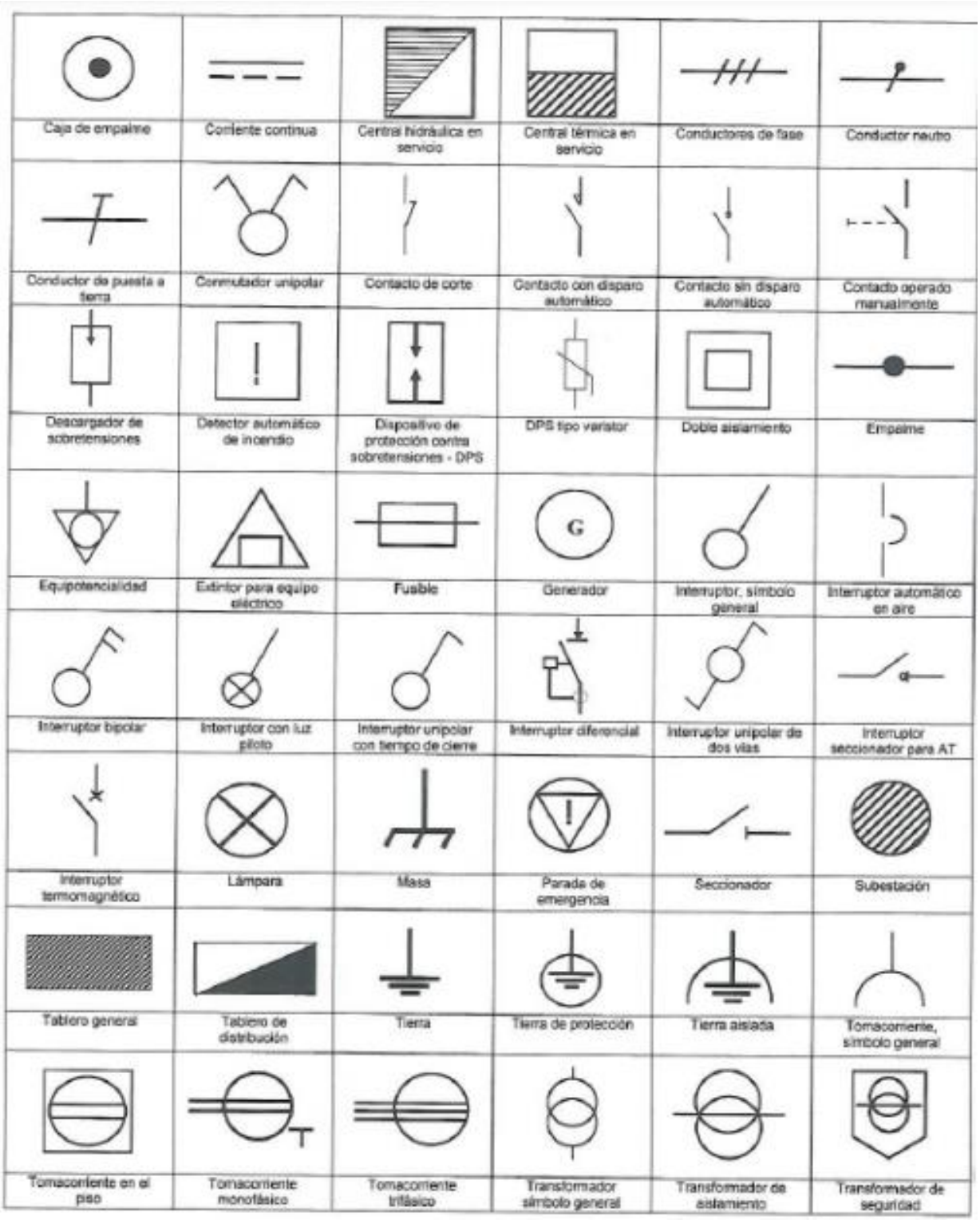
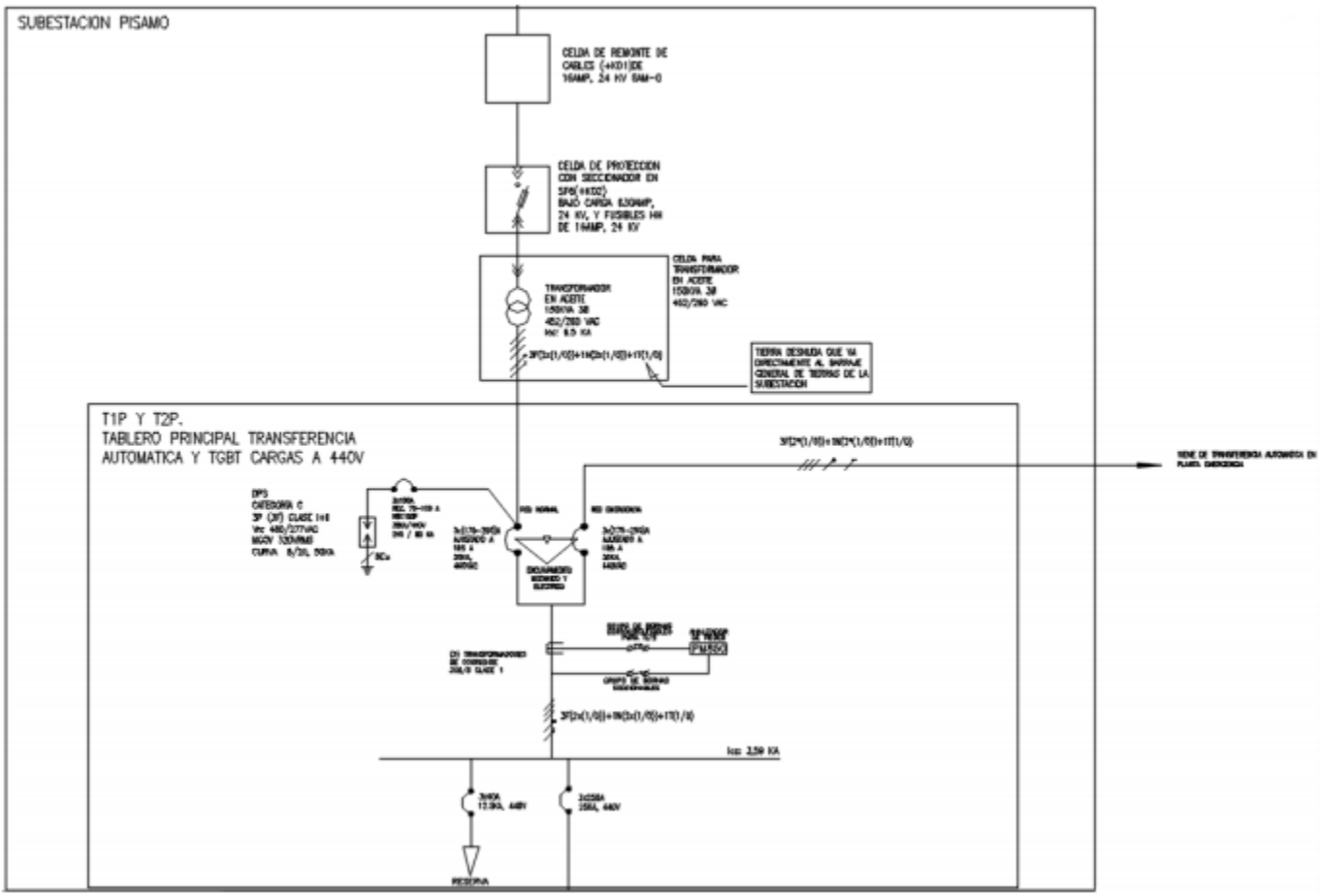


Figura 18. Diagrama Unifilar Sub-Estación Eléctrica y TTA.



El diagrama unifilar nos da una idea general de toda la instalación eléctrica, desde la acometida hasta los circuitos ramales, ésta Sub-Estación contiene los siguientes datos generales:

- Cantidad y calibre de los conductores de la acometida
- Caja de protección
- Transformador
- Diámetro de la tubería
- Número de circuitos del tablero
- Conexión a tierra
- Elementos que conforman un TTA. Prácticamente son dos diagramas, uno general indicando la acometida y conexiones hasta el tablero y otro de esquema de conexión de los dispositivos de protección, que varía de acuerdo al sistema usado para alimentar el tablero.

Figura 19. Diagrama Unifilar TGBT A 440V.

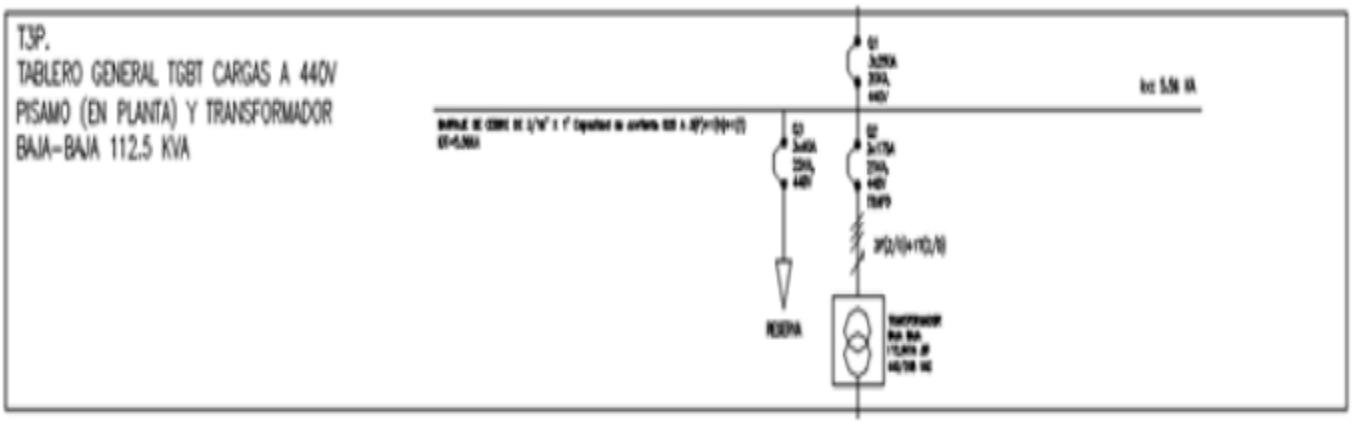
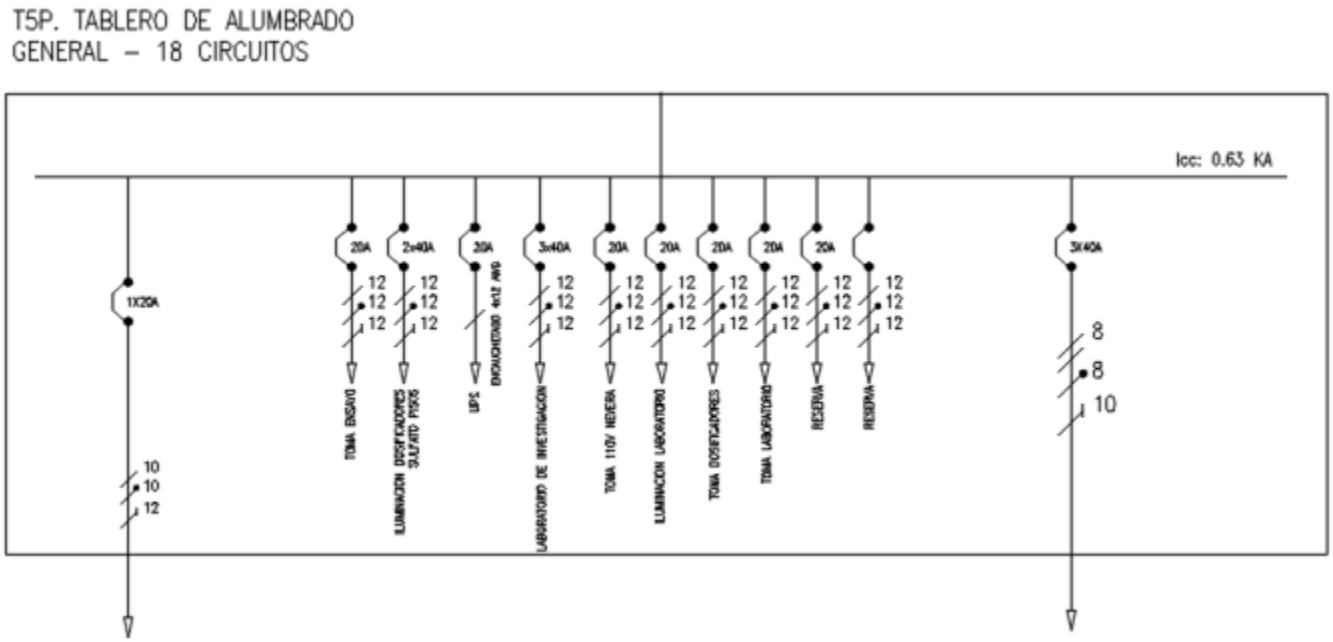
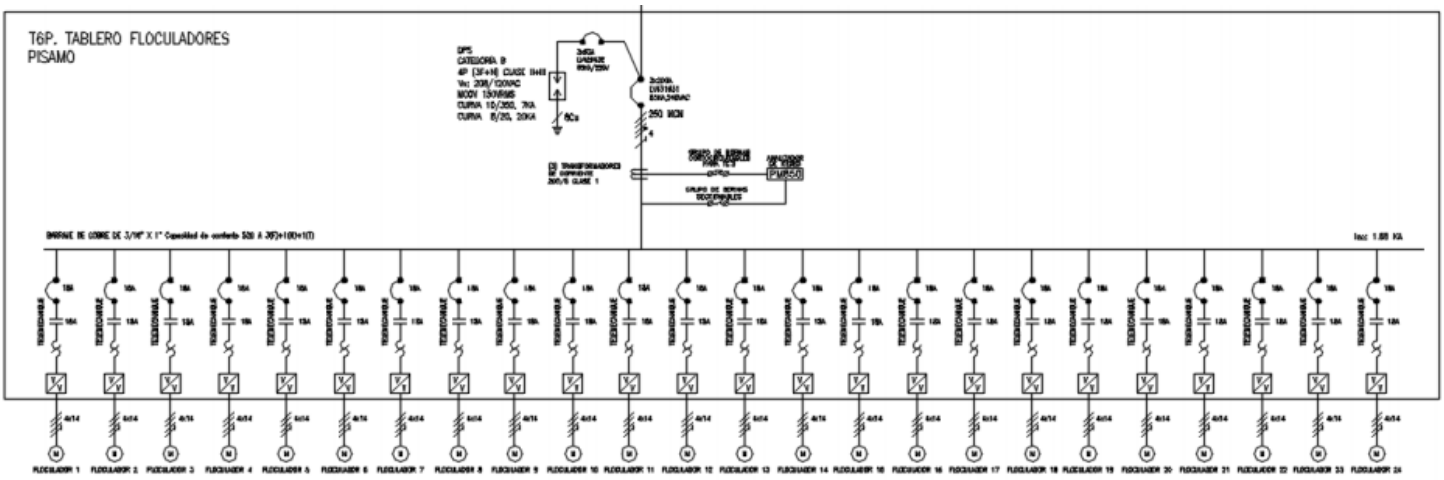


Figura 18. Diagrama Unifilar TSG.



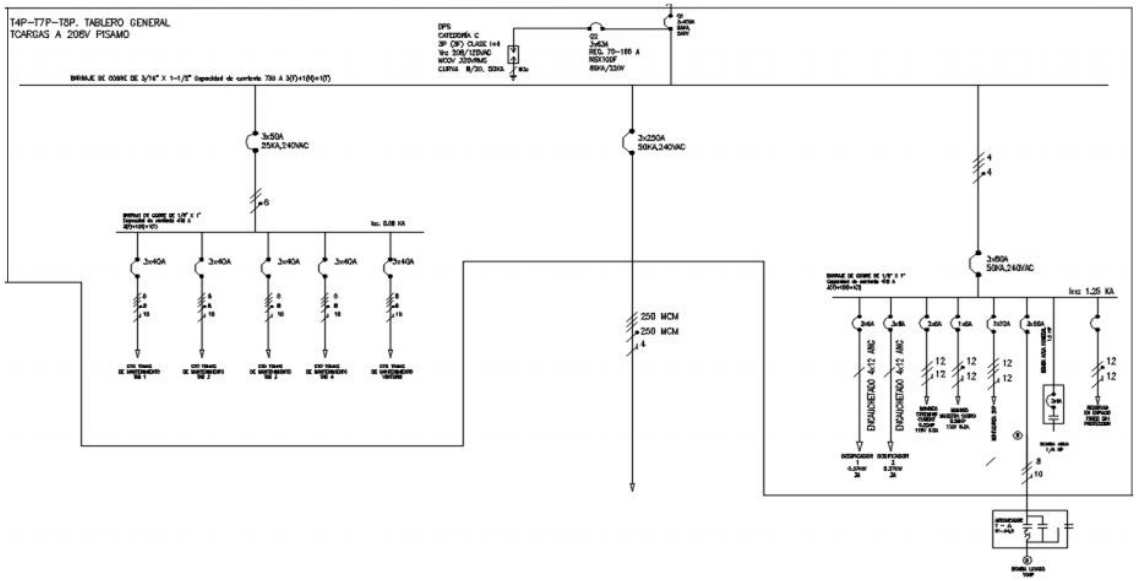
El diagrama unifilar de un TSG es mucho más sencillo, sólo contienes los interruptores termo-magnéticos para cada circuito de cargas.

Figura 20. Diagrama Unifilar CCM.



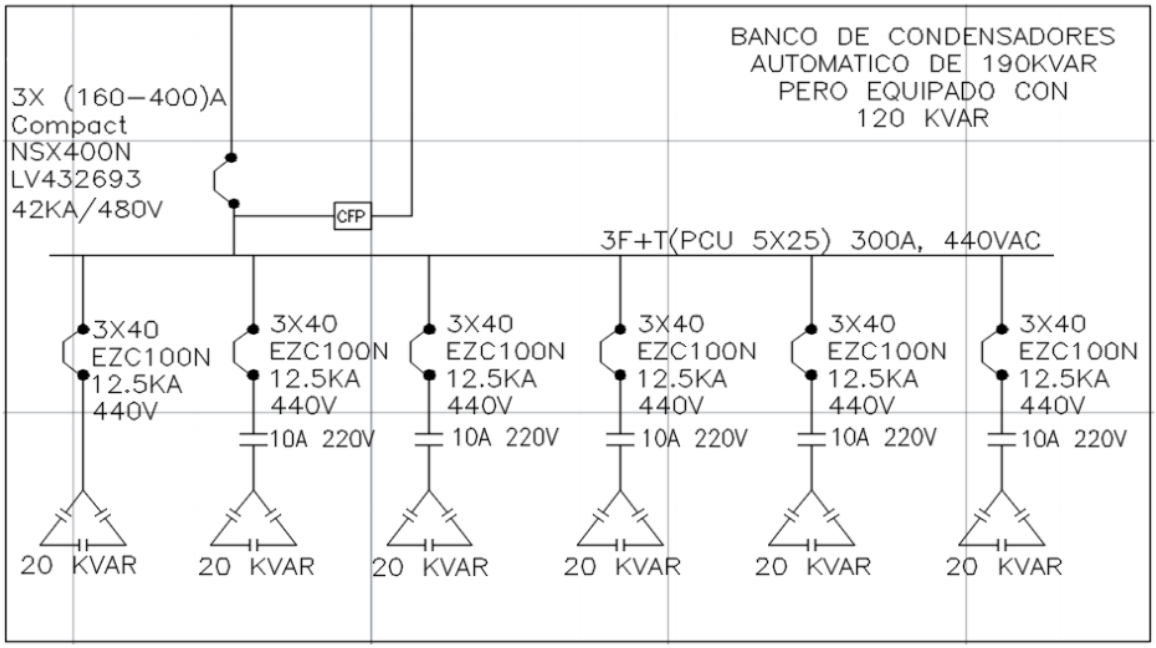
Para el caso de un Centro de Control de Motores (CCM), el diagrama unifilar se simplifica con las protecciones termo-magnéticas, contactores y variadores de velocidad para cada motor. En este ejemplo se observa para 24 motores de una de las planta de Agua.

Figura 21. Diagrama Unifilar TGBT A 208V



Para el caso de este tablero aparece un arrancador estrella delta que se representa con la normatividad del RETIE.

Figura 22. Diagrama Unifilar BC.



En la figura 14 se observa la forma de conectar el controlador de factor de potencia y su simbología según norma.

Figura 23. Diagrama Unifilar TGD.

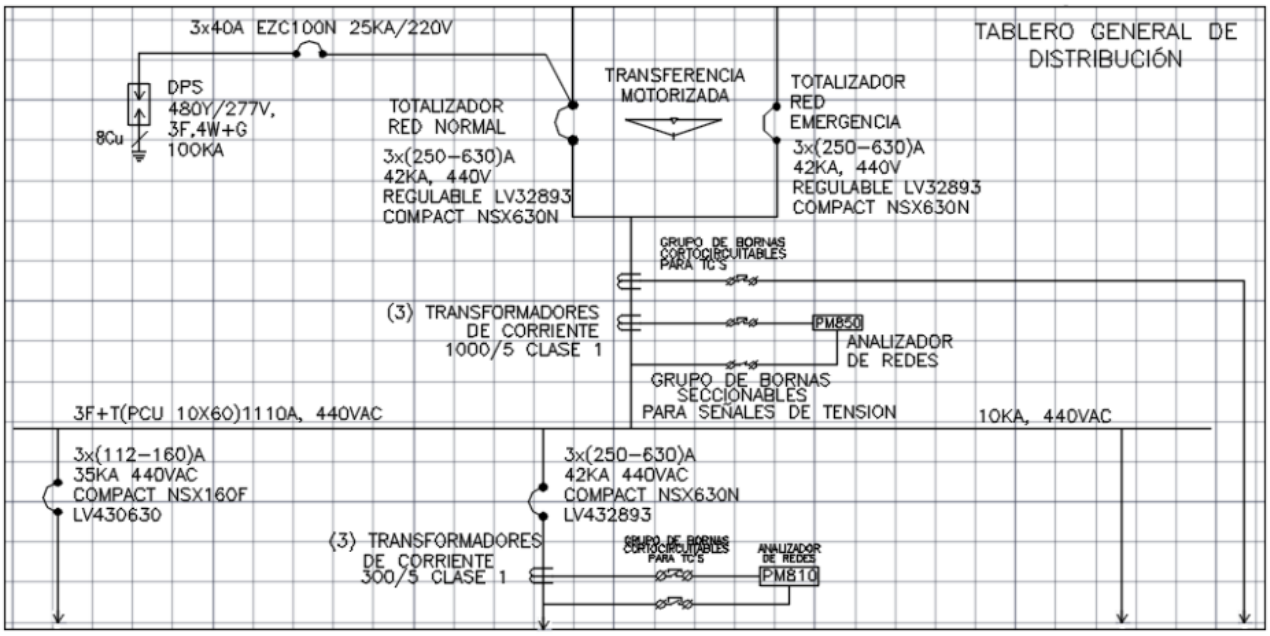
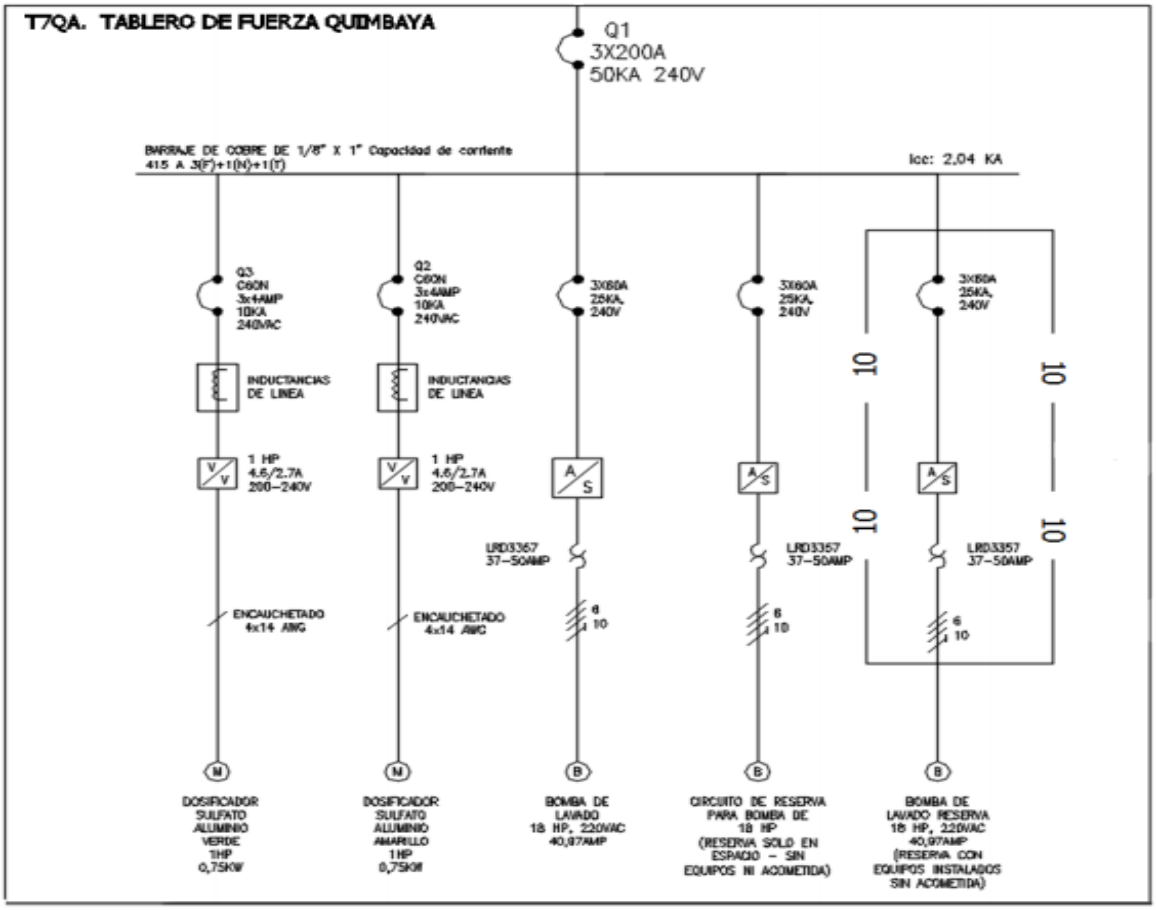
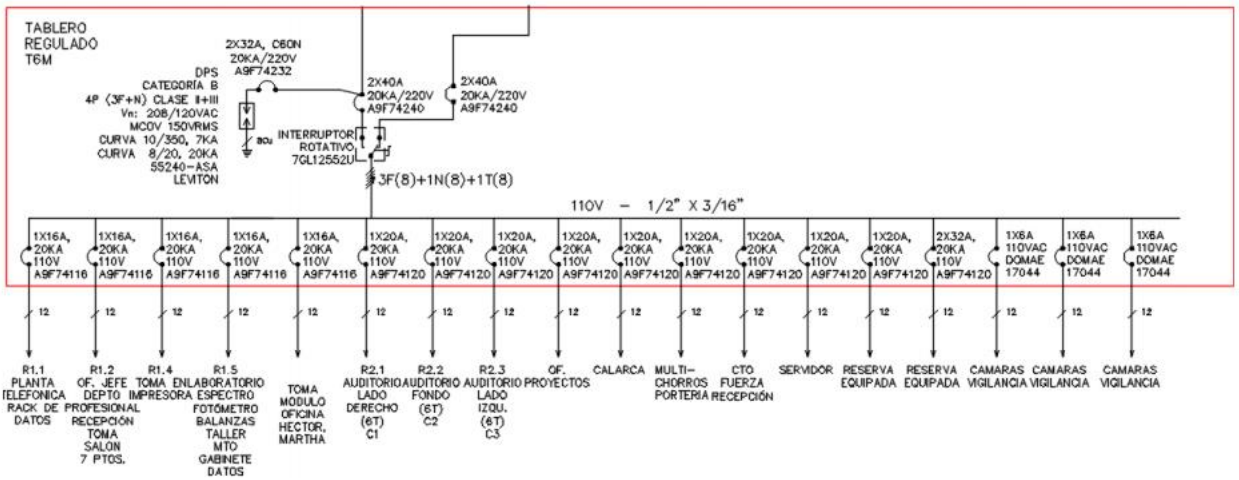


Figura 24. Diagrama Unifilar TGF.



Los tableros de fuerza, pueden ser monofásicos o trifásicos, razón por la cual pueden soportar interruptores termo-magnéticos mono polares, bipolares o tripolares.

Figura 25. Diagrama Unifilar TR.



Es una red eléctrica de corriente alterna con una estabilidad de voltaje que por general debe mantener un límite no mayor a 120 voltios AC.

Para esto se usa un elemento electrónico llamado UPS,el cual consiste en un regulador de voltaje digital y un banco de baterías que dan soporte eléctrico en dado caso que no haya fluido eléctrico dando un soporte dentro de un límite de tiempo.

CÁLCULOS JUSTIFICADOS

Para el montaje de las obras se deben tener en cuenta las características, especificaciones técnicas y análisis de precios unitarios de los materiales [9]. Como se muestra en el ejemplo de la tabla 4 para un Tablero de Control de Motores:

Tabla 4. Lista de elementos de un CCM.

LISTA DE ELEMENTOS								
EQUIPO	**ITEM**	**DESCRIPCION**	**REFERENCIA**	**MARCA**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNITARIO**	**PRECIO TOTAL**
INTERRUPTOR DPS	1	Interruptor Trifasico Compact NSX100F, Ui 800V Uimp 8kVAjustable (44 A-63A), Capacidad de Ruptura (85 kA 220/240V 35 kA 440V), Referencia LV429632, Marca Schneider Electric	LV429632	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	1	819.000,00	819.000,00
DPS	2	Dispositivo de Protección por Sobretensión (DPS), Tipo Compacto serie HWA, Voltaje Nominal 480Y/277V, Corriente de descarga por fase (100 kA) (8-20 µs), Voltaje de Proteccion 1200 V, Maximo Voltaje de Operacion Continua 320 V, Corriente de Corto Circuito 200kA, Configuracion (3 Fases, 4 Hilos, Tierra) ReferenciaTVS4HWA10X, Marca Schneider Electric	TVS4HWA10X	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	1	3.719.800,00	3.719.800,00
INTERRUPTOR	3	Interruptor Termomagnetico 2x3A, Capacidad de Ruptura (50 kA 220V/25 kA 440V), Tipo IC60N, Referencia A9F74103, Marca Schneider Electric	A9F74103	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	1	62.600,00	62.600,00
	4	Interruptor Termomagnetico 1X6 A, Capacidad de Ruptura (6 kA 230V), Tipo Domae 1P C 6 A, Referencia 17044, Marca Schneider Electric	17044	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	8	35.800,00	286.400,00
	5	Interruptor Termomagnetico 1x4A, Capacidad de Ruptura (50 kA 120V), Tipo IC60N, Referencia A9F74104, Marca Schneider Electric	A9F74104	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	5	62.600,00	313.000,00
CONTACTOR	6	Contactor Tripolar Serie D, Corriente en AC3 9A, 3 HP a 220V-5,5HP a 440V, Voltaje de Control 110V, Contactos auxiliares 1NA + 1NC, Referencia LC1D09, Marca Schneider Electric	LC1D09	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	1	296.300,00	296.300,00
PLC	7	CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC), EQUIPAMIENTO INICIAL TELEMECANIQUE TSX SERIE 7), CORRIENTE DC DE SALIDA 0,9A, TIPO TOTAL, PLATAFORMA OBJETIVO M340, Marca Schneider Electric	M340	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	1	1.912.850,70	1.912.850,70
	8	Fuente de Alimentacion DC, Gama Modular monofasica, Voltaje de alimentacion 100 a 240 VAC, Voltaje de Salida 24 VDC, Corriente de salida 5A, Referencia ABL8REM24050, Marca Schneider Electric	ABL8REM24050	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	1	722.800,00	722.800,00
	9	PANTALLA TOUCH SCREEN 7,5" XBTGT4330, 24VDC 0,9A, Marca Schneider Electric	XBTGT4330	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	1	10.868.056,43	10.868.056,43
MODULO DE COMUNICACIÓN	10	MODULO DE COMUNICACIÓN RS485, RS232, UTP, REFERENCIA EGX100, MARCA POWER LOGIC	EGX100	POWER LOGIC	UN	1	3.312.500,00	3.312.500,00
	11	MODULO DE ETHERNET Vin: 9,6-60VDC, clase 1, REFERENCIA TCSESM083F23F0, MARCA SCHNEIDER ELECTRIC	TCSESM083F23F0	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	1	9.543.300,00	9.543.300,00
TOTALIZADOR	12	Interruptor Trifasico Compact NSX 250F, Ui 800V Uimp 8kVAjustable (140 A-200 A), Capacidad de Ruptura (85 kA 220/240V 35 kA 440V), ReferenciaLV431631, Marca Schneider Electric	LV431631	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	1	2.037.500,00	2.037.500,00
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	13	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 200/5 CLASE 0,5, 10VA, SERIE 1C 44652, MARCA ATEL	1C 44652	ATTEL	UN	3	250.000,00	750.000,00
	14	VISUALIZADORES POWER LOGIC, 115/415VAC -15VA, 125/250VDC - 10W, REFERENCIA PM850MG, MARCA SCHNEIDER ELECTRIC	PM850MG	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	1	7.443.882,00	7.443.882,00
DISYUNTOR	15	Disyuntores de proteccion magneto-térmicos Serie GV2-LE, Rango rele termico entre (12 - 18) A, calibre 18A, Corriente de corto circuito 8kA a 440V Referencia GV2L20, Marca Schneider Electric	GV2LE20	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	24	448.800,00	10.771.200,00
CONTACTOR	16	Contactor Tripolar Serie D, Corriente en AC3 18A, 5,5HP a 220V-12HP a 440V, Voltaje de Control 110V, Contactos auxiliares 1NA + 1NC, Referencia LC1D09F7, Marca Schneider Electric	LC1D18	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	24	925.500,00	22.212.000,00
INTERRUPTOR	17	Interruptor Termomagnetico 3X6 A, Capacidad de Ruptura (6 kA 230V), Tipo Domae 2P C 6 A, Referencia 17078, Marca Schneider Electric	17078	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	1	148.400,00	148.400,00
	18	Interruptor Termomagnetico 1x6A, Capacidad de Ruptura (20 kA 120V), Tipo IC60N, Referencia A9F74106, Marca Schneider Electric	A9F74106	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	2	39.200,00	78.400,00
	19	Interruptor Termomagnetico 1x2A, Capacidad de Ruptura (50 kA 120V), Tipo IC60N, Referencia A9F74102, Marca Schneider Electric	A9F74102	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	5	62.600,00	313.000,00
VARIADOR	20	Variador Altivar 61, modelo ATV 61, referencia ATV312HU22M3 de 160 kW, trifásico , corriente nominal 11 A, 3 hp de motor, Dimensiones (AXAXP) mm 320 x 852 x 390, Marca Schneider	ATV312HU22M3	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	24	1.950.300,00	46.807.200,00
VENTILADOR	21	VENTILADOR CON FILTRO TOPTHERM 115V 50-60Hz, 0,52/0,48 A, 40/42W, CAUDAL DE AIRE 230/250 m^3/h, REFERENCIA SK 3241.110, Marca Rittal	SK 3241,110	RITTAL	UN	2	529.728,23	1.059.456,46
INTERRUPTOR DE POSICION	22	Interruptores de posición Osiswitch - Partes, Diseño compacto tipo XCKP plástico n/c + n/o, AC15 240V 3A Ith: 10A, REFERENCIA ZCP21, MARCA SCHNEIDER ELECTRIC	ZCP21	SCHNEIDER ELECTRIC	UN	1	96.900,00	96.900,00
						TOTAL ($)	45.288.417,36	**123.574.545,59**

CRONOGRAMA Y PLAZO DE EJECUCIÓN DE OBRA.

El cronograma de obra, contiene los lineamientos de obligatorio cumplimiento para el Contratista durante la etapa de construcción.

Dentro de los primeros días de firmado el acta de inicio, el contratista deberá presentar un cronograma detallado de las obras.

El cronograma debe contener el programa detallado de obra.

El programa deberá contener todos los ítems de obra que se ejecutarán, con sus precedencias, tiempos de ejecución, determinación de la ruta crítica, recursos de personal y requerimientos de equipos necesarios para cumplir el programa de obra propuesto.

Para todos los efectos el cronograma de obra presentado por el Contratista deberá ajustarse a los tiempos de obra previstos en el contrato y estar aprobado por la Interventoría y la empresa.

3.1 ACTIVIDADES DE APROPIACIÓN DEL CONOCIMIENTO (CONCEPTOS Y TEORIA)

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE N° 1 Análisis de circuitos	Actividades (didácticas activas)
	Realizar un ensayo de la guía Realizar una tabla de consumos anexo Realizar una lista de 10 conceptos nuevos y realizar consulta en internet de su significado
AMBIENTE REQUERIDO:	Tiempo invertido en el desarrollo de la actividad:

Conexión a internet	Presencial 0 horas	Desescolarizada 0 horas	Virtual 8 horas
ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE N° 2	Actividades (didácticas activas)		
	Realizar tests		
AMBIENTE REQUERIDO: Conexión a internet	Tiempo invertido en el desarrollo de la actividad:		
	Presencial 0 horas	Desescolarizada 0 horas	Virtual 8 horas

4. ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

Tome como referencia las técnicas e instrumentos de evaluación citados en la guía de Desarrollo Curricular

Evidencias de Aprendizaje	Criterios de Evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación
Evidencias de Conocimiento :		test
Evidencias de Desempeño		**test**
Evidencias de Producto:		**ensayo**

5. GLOSARIO DE TERMINOS

.

7. CONTROL DEL DOCUMENTO

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha
Autor (es)	**TULIO BOHORQUEZ A.**	**Instructor**	**Formación**	**Noviembre 04** **Diciembre 12**

8. CONTROL DE CAMBIOS (diligenciar únicamente si realiza ajustes a la guía)

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha	Razón del Cambio
Autor (es)					

Anexo:

Diligenciar el siguiente cuadro con los electrodomésticos que se encuentran en su lugar de residencia ejemplo televisores módem cargador del celular computadores luminarias licuadoras lavadoras neveras

	WATIOS DE CONSUMO DEL EQUIPO	NUMERO DEL ELECTROMESTICO QUE TIENE	HORAS DE USO DIARIO DEL EQUIPO	MULTIPLICACION DE LOS ITEM ANTERIORES WATIOS CATIDAD Y HORAS	A = W/VAC
ELECTRODOMESTICOS	WATIOS QUE INDICA LA FICHA TECNINA DEL EQUIPO	CANTIDAD	HORAS DE USO EN EL DIA	WATIOS TOTALES EN EL /DIA	CORRIENTE TOTAL DIARIA
NEVERA	125W	1	12h	125Wx 1x 12h= 1500Wh	1500wh/110VAC= 13,63A
TV	130W	2	4h	130Wx 2x 4h= 1040Wh	1040wh/110VAC= 9,45A
CARGADOR DE CELULAR					
LUMINARIAS					
COMPUTADOR					
PLANCHA					
DUCHA					
EQUIPO DE SONIDO					
RADIO					
MODEM					
LICUADORA					
LAVADORA					