

**INSTITUTO
TECNOLÓGICO DE
CANCÚN**

ING. ELECTROMECAÁNICA

PROFESOR: BRICEÑO CHAN DIDIER EDUARDO

SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

PRÁCTICA 1: SISTEMA HÍBRIDO DE MEDIA TENSIÓN

LIRA MARTÍNEZ MANUEL ALEJANDRO

INTRODUCCIÓN

La transmisión de energía eléctrica es cada vez más demandante, por tanto, se ha normalizado para tener un control en las actividades que se hagan en dicho ámbito. Es por eso que todo ingeniero debe conocer y poner en práctica dichas normas, para hacer un trabajo profesional y seguro.

En el presente documento se presenta la instalación de un sistema híbrido aéreo-subterráneo para una carga de 80 KW, así como los parámetros de instalación, construcción y distribución en líneas aéreas y subterráneas.

CONTENIDO:

- OBJETIVO
- ESTUDIO DEL ARTE
- EQUIPO DEL SISTEMA HÍBRIDO
 - TRANSFORMADOR
 - ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN
 - SECCIONADOR
 - PROTECCIÓN
 - LÍQUIDO AISLANTE
 - BOQUILLAS
 - PRUEBAS DE AISLAMIENTO
 - ALTURA MÍNIMA DE CONDUCTORES
 - EMPOTRAMIENTO DE POSTE
 - ESTRUCTURA
 - CABLE
 - REGISTRO
 - TAPA
 - MURETE
- PARÁMETROS DE DISTRIBUCIÓN-CONSTRUCCIÓN-INSTALACIONES DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE 200 A
- PARÁMETROS DE DISTRIBUCIÓN-CONSTRUCCIÓN-INSTALACIONES AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN
- DESARROLLO
- DIAGRAMA UNIFILAR
- CONCLUSIÓN

OBJETIVO:

Conoceré de manera física, los componentes de un proyecto de media tensión, la cual tendrá una combinación aérea y subterránea, y todos los elementos que conforman la instalación que va a alimentar a un transformador 112.5 KVA tipo "Pedestal" de 13,200/220-127 V, operación radial, 60 ciclos.

ESTUDIO DEL ARTE:

Equipo subterráneo: El diseño y construido para quedar instalado dentro de pozos o bóvedas y el cual debe ser capaz de soportar las condiciones a que estará sometido durante su operación.

Equipo tipo pedestal: Aquel que está instalado sobre el nivel del terreno, en una base plataforma con cimentación adecuada y que forma parte de un sistema eléctrico subterráneo.

Estructura de transición: Conjunto formado por cables, accesorios, herrajes y soportes que estando conectados o formando parte de un sistema de líneas subterráneas, quedan arriba del nivel del suelo, generalmente conectadas a líneas aéreas y que se soportan en postes o estructuras.

Bóveda: Recinto subterráneo de amplias dimensiones, accesible desde el exterior, donde se colocan cables y sus accesorios y equipo, generalmente de transformación y donde se ejecutan maniobras de instalación, operación y mantenimiento por personal que pueda estar en su interior

Sistemas de canalización: Es la combinación de ductos, bancos de ductos, registros, pozos, bóvedas y cimentación de subestaciones que forman la obra civil para instalaciones subterráneas.

Línea subterránea: Aquella que está constituida por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico, colocados bajo el nivel del suelo, ya sea directamente enterrados, en ductos o en cualquier otro tipo de canalización.

Par galvánico: Al formado por partes distintas de una superficie metálica o de 2 metales distintos, que en contacto con un electrólito, tienen una diferencia de potencial, formando una pila galvánica en la que el ánodo se corroe mientras que el cátodo no sufre corrosión.

Registro: Recinto subterráneo de dimensiones reducidas, donde se coloca algún equipo, cables y accesorios para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento.

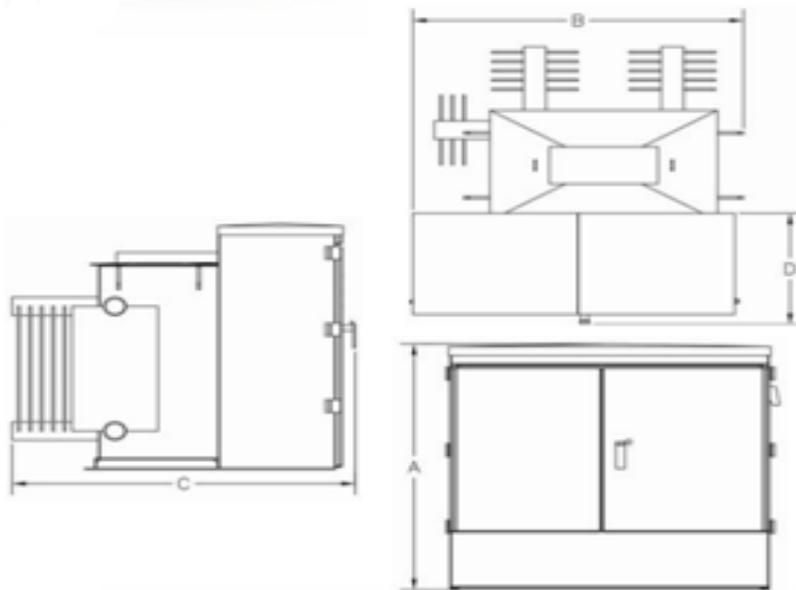
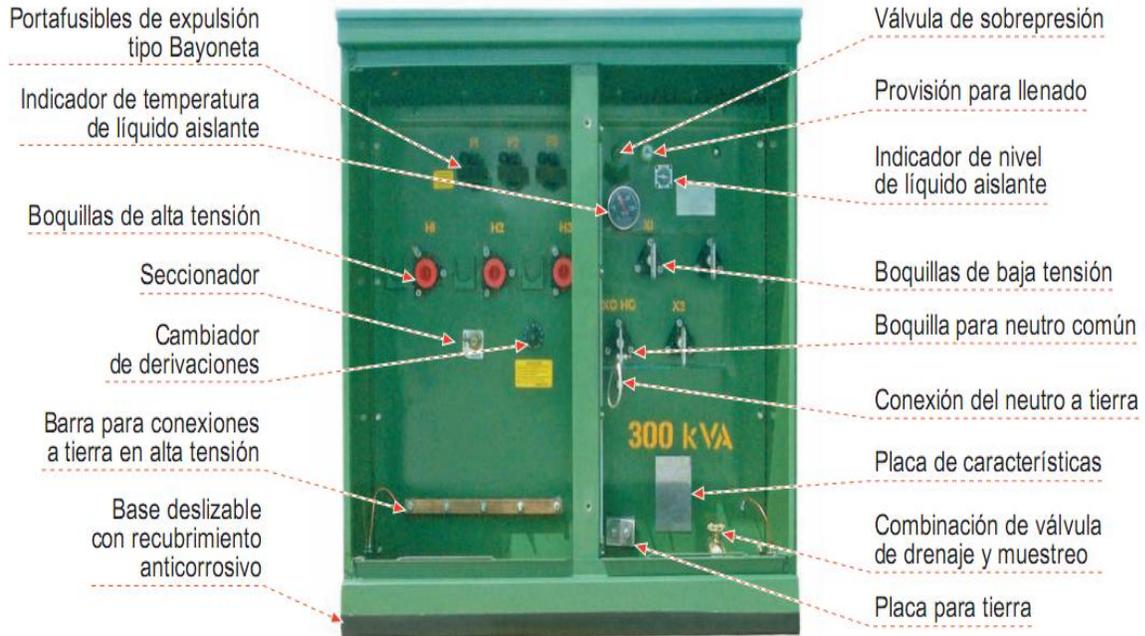
Transición de líneas: Tramo de cable soportado en un poste u otro tipo de estructura, provisto de una terminal que conecta una línea aérea a subterránea.

Configuración radial: Aquella que cuenta con una trayectoria proporcionando el servicio de energía eléctrica.

Configuración anillo: Aquella que cuenta con varias trayectorias proporcionando el servicio de energía eléctrica.

EQUIPO EN SISTEMA HÍBRIDO

TRANSFORMADOR (el instalado es de 112.5 Kva):



A	B	C	D	PESO
1050-1400 mm	1320-1565 mm	1120-1160 mm	590 mm	770 a 1600 kg

ESPECIFICACIONES DE CONTRUCCIÓN

- Donde no se especifique, la ubicación de los diferentes elementos (fusibles, manivela de seccionadores, manivela de cambiador de derivación, etc) debe ser tal que no impida o se vea impedida su operación y/o reemplazo, por los demás elementos del transformador i por cables una vez que estos sean instalados.
- En la puerta de baja tensión a media tensión a media altura y del lado izquierdo debe tener un dispositivo para abrir o cerrar la misma y contar con un porta candado.
- El transformador debe tener un recubrimiento anticorrosivo, los soportes del conjunto nucleo-bobina deben estar libres de oxidación y no necesariamente deben llevar recubrimiento. El color debe ser 12 verde oscuro de acuerdo a la especificación CFE L0000-15 ó color Munsell 7GY 3.29/1.5. La diferencia máxima de color aceptable es de 2.5. El proveedor debe entregar una garantía por escrito correspondiente a la superficie tratada, para no requerir mantenimiento durante 10 años.
- La cubierta del tanque debe tener una pendiente de 1 a 2 grados para evitar la acumulación de agua.
- El fondo y el claro mínimo del gabinete debe tener las siguientes dimensiones:

TENSIÓN KV	DISTANCIA (cm)	CLARO (cm)
25, 33	40.64	35.56

- La tapa del gabinete debe ser desmontable. Debe contar con un mecanismo que solamente se pueda operar con las puertas abiertas.
- Las puertas deben tener la posibilidad de quedar fijas una vez abiertas y además deben poder desmontarse.
- Debe tener bisagras de acero inoxidable grado 304 ó 316.
- Los tornillos en contacto con el medio ambiente deben ser de acero inoxidable grado 304 ó 316, sus correspondientes tuercas y roldanas deben ser de acero inoxidable grado 304.

- Los tornillos de apriete de las bridas de las boquillas de media y baja tensión deben presentar una perpendicular con respecto a la pared del tanque, además deben contar con una contratuerca o cualquier medio que impida que se aflojen.
- Los puentes de media tensión deben ser hechos con cables de cobre flexible del tipo portaelectrodo, que tengan una sección transversal de ampacidad adecuada.
- La conexión entre las zapatas y los puentes debe ser soldada o con conectadores tipo compresión.
- Las tuercas utilizadas en las conexiones eléctricas deben ser del tipo seguridad y contar con contratureca o cualquier medio que impida que se aflojen.
- No llevan cambiador de derivación a menos que CFE lo requiera en cuyo caso debe indicar las características particulares con lo indicado en la norma NMX-J-285-ANCE.
- Todas las conexiones permanentes que lleven corriente a excepción de las roscadas deben unirse con soldadura o con conectadores tipo compresión.
- El tanque y el gabinete deben fabricarse con acero inoxidable grado 304, 316 o metalizado, según la siguiente tabla:

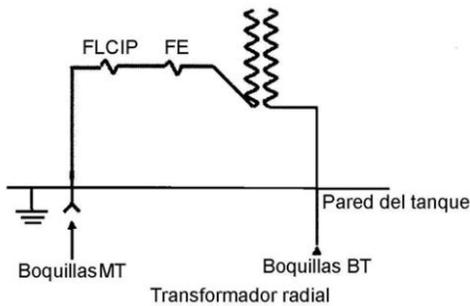
OPCIONES	TANQUE	GABINETE
1	INOXIDABLE	INOXIDABLE
2	INOXIDABLE	METALIZADO
3	METALIZADO	METALIZADO

- No lleva indicador de falla a menos que CFE lo requiera.
- El tanque del transformador debe estar construido para soportar, totalmente ensamblado, una presión interna de 69 kPa durante 2 h, o una presión interna mínima de 50 kPa durante 3 h, sin presentar una deformación final mayor del 2%.
- El transformador debe contar con un gabinete en el cual se alojen las terminales de media y baja tensión, así como los accesorios, el cual debe evitar la entrada de agua que afecte la operación del transformador. No debe tener tornillos expuestos u otros medios de sujeción que puedan ser removidos desde el

exterior ni orificios a través de los cuales puedan introducirse objetos extraños como varillas o alambres.

PROTECCIÓN

- No lleva seccionador los transformadores tipo radial, según inciso 4.4.2 de especificación CFE K0000-08.
- La protección que debe llevar el transformador se muestra en el siguiente esquema:



- Debe tener por fase 2 fusibles conectados en serie y debidamente coordinados entre sí. Ambos fusibles deben estar sumergidos en líquido aislante en el interior del tanque:
 - Fusible de expulsión “FE” de doble elemento tipo bayoneta operación interna, que pueden ser reemplazados exteriormente por medio de pértiga con las características siguientes:

TENSIÓN NOMINAL		TENSIÓN DE AGUANTE AL IMPULSO POR RAYO NORMALIZADO 1,2 X 50 μ s (kV) cresta	CORRIENTE DE INTERRUPCIÓN ASIMÉTRICA EFICAZ
TRANSFORMADOR (kV EFICAZ)	FUSIBLE (kV EFICAZ)		

13,2/7,62	8,3	95	3000
22,86/ 13,2	15	125	1800
33,0/ 19,0	23	150	600

- Fusible limitador de corriente “FLC” de arena plata de intervalo parcal con características indicadas en la siguiente tabla:

TENSIÓN NOMINAL		TENSIÓN DE AGUANTE AL IMPULSO POR RAYO NORMALIZADO 1,2 X 50 μs (kV) cresta	CORRIENTE DE INTERRUPCIÓN ASIMÉTRICA EFICAZ
TRANSFORMADOR (kV EFICAZ)	FUSIBLE (kV EFICAZ)		
13,2/7,62	8,3	95	25000
22,86/ 13,2	15	125	25000
33,0/ 19,0	23	150	50000

LIQUIDO AISLANTE

- El proveedor debe suministrar los transformadores con el líquido aislante necesario debiendo ser del tipo especificado en la norma NMX-J-123-ANCE.

BOQUILLAS

- Las boquillas deben ser desmontables, para poder ser removibles desde el exterior. Deben ser instaladas mediante sistema atornillable. Debe haber 3 boquillas tipo pozo del tipo 2 si es un anillo de 200 A, si el anillo es de 600 A, las boquillas tendrán que ser tipo perno. Las boquillas deben protegerse con cubiertas a prueba de intemperie durante el transporte o almacenaje.

- Los neutros de media y baja tensión se deben conectar entre sí y contar una previsión de desconexión a través del registro de mano para fines de prueba. El neutro de baja tensión debe salir por medio de una boquilla aislada y se debe conectar exteriormente al tanque por medio de un puente removible de cobre flexible.

ACCESORIOS

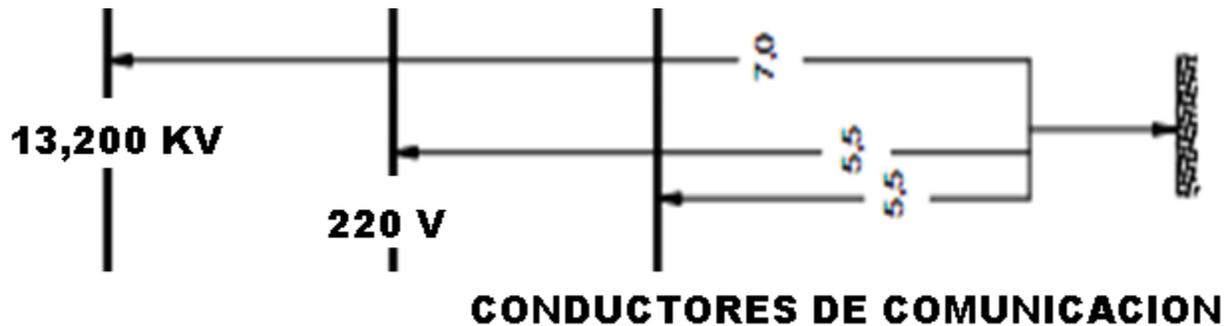
- Las juntas (empaques) deben ser de un material elastomérico que cumpla con las características indicadas en la tabla 12 de la norma NMX-J-285-ANCE, compatible con el líquido aislante, de acuerdo al método y los límites indicados en el apéndice de la norma NMX-J-285-ANCE.
- La válvula de alivio, manual y automática, debe cumplir con lo indicado en la norma NMX-J-285-ANCE.
- Los ganchos para levantar el transformador completo deben ser removibles.
- La placa de datos debe ser de material anticorrosivo.
- La válvula de drenaje debe ser tipo globo con rosca cónica para tubo de 25,4 mm de diámetro.
- Debe haber 2 registros de mano localizados en la tapa, con área mínima de 1,419 cm² cada uno y en caso de registros rectangulares la dimensión mínima debe ser de 33 cm.
- Las superficies a las que se les coloca empaque, deben ser lisas, planas y tener la suficiente rigidez para asegurar la compresión de los empaques. Se debe contar con medios para mantener en posición los empaques, los cuales no deben sobresalir de los registros.
- Debe haber soporte para boquillas estacionarias.
- Niple de 25,4 mm de diámetro con un tapón de material a prueba de intemperie en la pared del tanque y del lado de baja tensión para llenado y prueba de hermeticidad.

PRUEBAS DE AISLAMIENTO

- Los valores de aceptación para las pruebas de los aislamientos del conjunto son:

- Resistencia de aislamiento mínima: 1000 MΩ por kV a 20°C
- Índice de absorción mínimo: 1.2
- Factor de potencia máximo: 1.2% aplicando 2.5 kV como mínimo.

ALTURA MÍNIMA DE CONDUCTORES (m)



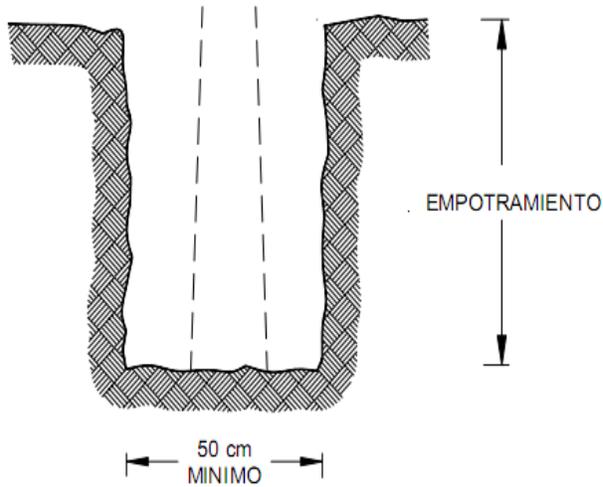
Aplica bajo las siguientes condiciones:

- Temperatura en los conductores de 50°C/
- Sin viento.

EMPOTRAMIENTO DE POSTE

- La profundidad de la cepa esta en función del tipo de terreno, de la altura, resistencia del poste y de su diámetro en el empotramiento. El diámetro de la cepa es de 50 cm como mínimo en todos los casos. El que se uso en la obra es de 10 m, pero solo hay especificaciones para postes con altura de 9 m y 12m, por tanto, en la norma 03 00 02, en caso de que no se mencione en la tabla de clasificaciones, la medida del poste, usar la siguiente fórmula:

Profundidad del empotramiento= altura del poste en cm/10 + 50 cm= 1000 cm/10 + 50 cm= 160 cm.



- Las características del poste deben quedar al lado del tránsito.
- Si no existe banqueteta, debe quedar un pequeño montículo de tierra sobre el nivel de piso, aproximadamente de 10 cm alrededor del poste.

ESTRUCUTRA

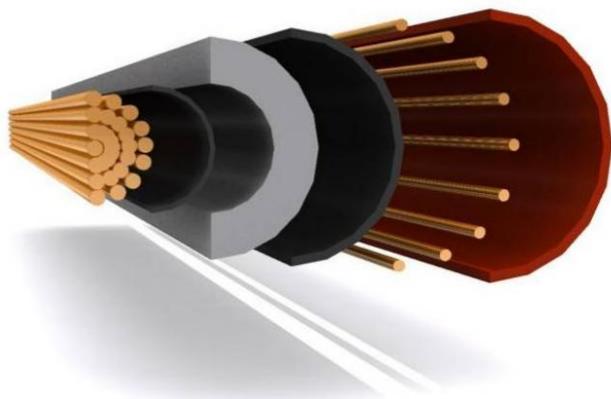
- La estructura tipo TS sirve para soportar conductores de línea de media tensión sin absorber el esfuerzo de la tensión mecánica, solo los debidos al efecto de viento o pequeñas tensiones mecánicas como las del tramo flojo o alguna pequeña deflexión, para este tipo de estructuras el claro máximo interpostal depende fundamentalmente de:
 - Se usa en líneas en media tensión urbanas y rurales.
 - La altura mínima del poste a utilizar en líneas de media tensión es de 12 m.
 - La fase del centro siempre debe ir al lado de la calle.
 - La posición de las crucetas en el poste se debe alternar, es decir, una del lado fuente y la siguiente en el lado de la carga.

LIMITACIONES MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS DE LA ESTRUCTURA TS3N (VR = 120 km/h)												
CALIBRE AWG ó KCM	kV	CLARO INTERPOSTAL MÁXIMO EN METROS POR:						DEFLEXIÓN MÁXIMA		DESNIVEL MÁXIMO EN METROS		
		RESISTENCIA DE:			SEPARACIÓN			HORIZONTAL				
		POSTE	CABLE	PERNO	CRUCETA		A PISO	EN FASES	GRADOS	METROS	SIN HIELO	CON HIELO
SIN HIELO	CON HIELO											
AAC 1/0	13	84	84	1900	784	284	97	90	5.02	3.68	13.30	9.00

TABLA PARA CODIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS						
Estructura	Fases					
	1		2		3	
	Neutro Corrido	Guarda	Neutro Corrido	Guarda	Neutro Corrido	Guarda
			TS2N	TS2G	TS3N	TS3G
			TD2N	TD2G	TD3N	TD3G
	PS1N				PS3N	
	PD1N				PD3N	
			RD2N	RD2G	RD3N	RD3G
	RP1N	RP1G				
			AD2N	AD2G	AD3N	AD3G
	AP1N	AP1G	AP2N	AP2G	AP3N	AP3G
	DA1N	DA1G	DA2N	DA2G	DA3N	DA3G
	DP1N	DP1G	DP2N	DP2G	DP3N	DP3G

TABLA PARA CODIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS						
Estructura	Fases					
	1		2		3	
	Neutro Corrido	Guarda	Neutro Corrido	Guarda	Neutro Corrido	Guarda
	VS1N		VS2N		VS3N	
	VD1N		VD2N		VD3N	
	VR1N		VR2N		VR3N	
	VA1N		VA2N		VA3N	
		CT1G		CT2G		CT1G/ CT2
						HS3G
						HA3G

CABLE



Se utilizó del poste al transformador cable de potencia monopolar de 25 kV con aislamiento XLPE (aislamiento de polietileno de cadena cruzada) de aluminio calibre 1/0.

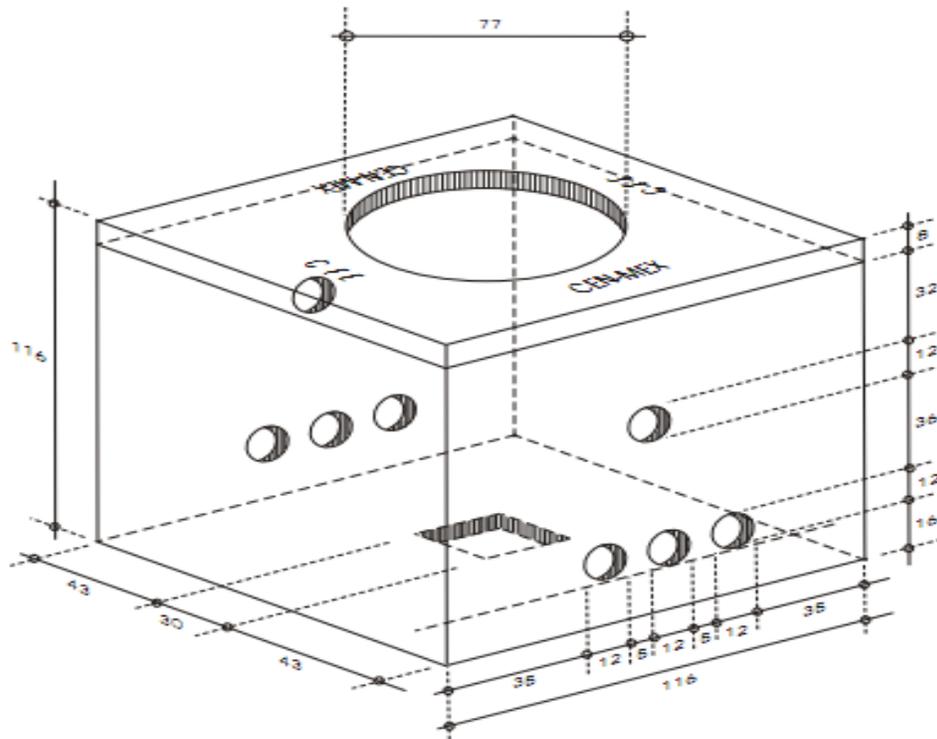
Sus características son:

- Niveles de aislamiento de 100%.
- Temperatura máxima de operación normal: 90°C.
- Temperatura máxima de operación en emergencia: 130°C.
- Temperatura máxima de operación en corto circuito: 250°C.
- Los conductores son de cobre suave o de aluminio duro 1350 en cableado compactado y en secciones de 8.37 a 507 mm² (8 AWG a 1 000 kcmil) según la tensión de operación.
- Los conductores cuentan con elementos bloqueadores para evitar la penetración longitudinal de agua.

				100% Nivel de Aislamiento Espesor de aislamiento : 6,60 mm (260 mils)			
Calibre	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Diámetro del conductor	Diámetro sobre el aislamiento	Diámetro total aproximado	Peso Total aproximado (kg / 100 m)	
AWG o kcmil	mm ²		mm	mm	mm	Cobre	Aluminio
1/0	53.48	19	8.6	23.3	31.8	126	91.5

REGISTRO

Se instalo un registro tipo banqueta de media tensión (RMTB) similar al que a continuación se presenta, el registro debe cumplir con la norma CFE-RMTB y avalado por LAPEM si es prefabricada. Si se coloca un registro pefabricado, debe ser sobre una cama de grava-arena de 10 cm de espesor y agregado máximo de 19.1 mm, acompasada con un compactador mecánico, quedando debidamente nivelado de acuerdo al perfil del piso terminado de la banqueta. Debe sellarse los ductos para los cables con pasta cemento-arena y adhesivo de concreto, redondeando todas las aristas para evitar daños al cable, dejando un abocinado. En el armado de la losa superior de concreto, se deben dejar varillas con dobleces hacia arriba a fin de ajustar el brocal para el marco de la tapa, conforme a los niveles de piso terminado de banquetas.



ESPECIFICACIONES

- 1.- CONCRETO $f_c=200 \text{ Kg/cm}^2$.
- 2.- REFUERZO MALLA ELECTROSOLDADA $6 \times 6 \text{ 4/4 } F_y=5000 \text{ Kg/cm}^2$.
- 3.- LOS RECUBRIMIENTOS SERÁN DE 2.5 CENTIMETROS.
- 4.- ESPESOR DE LOS MUROS DE 8 CMS. ACABADO CEMENTO PULIDO.
- 5.- APLICACION DE MEMBRANA DE CURADO PARA EL CONCRETO.
- 6.- EL CONCRETO TENDRA ACABADO A PARENTE EN EL INTERIOR Y COMUN EN EXTERIOR.
- 7.- PESO APROXIMADO 1,070 KILOGRAMOS.

ACOTACION EN CENTIMETROS
Sin Escala

TAPA

La tapa debe cumplir con la especificación CFE 20100-04, 37, 38 y 39 y solo se pueden emplear tapas 84 A 84 B con bisagras, en nuestro caso, se utilizó la 84 B.



MURETE

Debe construirse integrado a la pared del registro, sin afectar la posición de las conexiones y accesorios del registro, debe estar correctamente nivelado de acuerdo al perfil del piso terminando de las banquetas y no permitir el ingreso de líquidos o contaminantes al interior del registro. Se utilizó un murete para sistemas de 200 A

PARÁMETROS DE DISTRIBUCIÓN-CONSTRUCCION- INSTALACIONES DE LINEAS SUBTERRÁNEAS

Sistemas de distribución de 200 A: Es aquel en el cual la corriente continua en condiciones normales o de emergencia no rebasa los 200 A. Se utiliza en anillos que se derivan de circuitos troncales de media tensión (13,2 a 34,5 KV), aéreos o subterráneos, la configuración siempre será en anillo operación radial con una o mas fuentes de alimentación. En condiciones de operación normal el anillo estará abierto aproximadamente al centro de la carga o en el punto dispuesto por el centro de

operación. Con el objeto de tener mayor flexibilidad, se tendrá un medio de seccionalización en todos los transformadores y derivaciones del anillo.

A.1 Se diseñarán de acuerdo a la tensión suministrada en el área y un sistema de neutro corrido multiaterrizado.

A.2 Circuitos aéreos que alimentan el proyecto subterráneo, deben ser 3f-4h.

A.3 Los circuitos subterráneos deben ser:

CARGAS ALIMENTADAS	CONFIGURACIÓN
Residencial	1f-2h
Comercial	3f-4h
Industrial	3f-4h

A.4 La caída de tensión máxima en los circuitos de media tensión no deben exceder del 1% en condiciones normales de operación.

A.5 El cable del neutro debe ser de cobre desnudo semiduro o de acero recocido con bajo contenido de carbono, recubierto de cobre.

A.6 El calibre del neutro debe determinarse de acuerdo al cálculo de las corrientes de falla y como mínimo debe ser de sección transversal de 33.6 mm² (AWG).

En caso de que la corriente de corto circuito en el bus de la subestación exceda los 12 kA simétricos, debe seleccionarse el calibre adecuado con base a dicha corriente.

A.7 El conductor de neutro corrido debe ser multiaterrizado para garantizar en los sitios en donde se instalen accesorios y equipos, una resistencia a tierra inferior a 10 ohms en época de estiaje y menor a 5 ohms en época de lluvia.

A.8 El neutro corrido debe quedar alojado en el mismo ducto de una de las fases o podrá quedar directamente enterrado.

A.9 El nivel de aislamiento de los cables debe ser del 100%.

A.10 La sección transversal del cable DS debe determinarse de acuerdo al diseño del proyecto, el calibre mínimo debe ser 1/0 AWG y cumplir con la especificación NRF-024-CFE.

A.11 Deben emplearse conductores de aluminio y en casos especiales en que la CFE lo requiera, se podrán utilizar conductores de cobre.

A.12 Se debe indicar en las bases de proyecto si el cable es para uso en ambientes secos o para uso en ambientes húmedos, según lo indica la especificación NRF-024-CFE y de acuerdo a las características del lugar de instalación.

A.13 La pantalla metálica del cable DS, deben conectarse sólidamente a tierra en todos los puntos donde existan equipos o accesorios de acuerdo a las recomendaciones generales del artículo 250 de la NOM-001-SEDE.

A.14 Los cables deben ser alojados en ductos de PVC, Polietileno de alta densidad corrugado (PADC) o polietileno de alta densidad (PAD), debiendo instalar un cable por ducto.

A.15 Debe dejarse un excedente de cable de una longitud igual al perímetro del registro o pozo de visita únicamente donde se instalen equipos y/o accesorios. Cuando los transformadores no lleven registro la reserva de cable debe dejarse en uno de los registros adyacentes.

A.16 Deben utilizarse indicadores de falla de acuerdo a la corriente continua del sistema, en el lado fuente de cada transformador, seccionador o conector múltiple de media tensión.

A.17 Los indicadores de falla a instalar deben cumplir con la especificación CFE GCUIO-68.

A.18 En ambos lados del punto normalmente abierto, deben instalarse apartarrayos de frente muerto.

PARÁMETROS DE DISTRIBUCIÓN-CONSTRUCCION- INSTALACIONES AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN

1. Se consideran estructuras de líneas de media tensión todas aquellas que soporten conductores cuya operación sea de 13 hasta 33 kV.
2. La identificación de las estructuras está codificada con base al tipo, de la posición de los diferentes niveles y número de conductores en la estructura. Esto facilita su sistematización al momento de presupuestar o requerir materiales.
3. En líneas de media tensión se consideran tramos cortos los menores de 65 m y tramos largos los mayores de 65 m. Los primeros se construyen principalmente en zonas urbanas puesto que están determinados por los tramos en instalaciones de baja tensión, en tanto que los segundos se construyen por lo general en zonas rurales. Un tramo flojo, es un tramo de línea menor de 40 m donde la tensión mecánica de los conductores es menor al 40% de la indicada en las tablas de flechas y tensiones a la temperatura del lugar, al momento de rematar.
4. Se consideran conductores ligeros hasta:

Cobre- 2- AWG

ACSR-1/0- AWG

AAC- 3/0-AWG

Conductores de calibre mayor se consideran pesados.
5. En las líneas de media tensión aéreas se utilizan conductores desnudos y semiaislados. La selección de crucetas de madera a utilizar con conductores ligeros será del tipo ligera y para conductores pesados será la correspondiente del tipo pesada.
6. El neutro corrido se puede instalar en la posición del cable de guarda. El uso del neutro en la posición del guarda está limitado a líneas rurales 3F-4H, ubicadas en

regiones con alta incidencia de descargas atmosféricas o en casos especiales que lo requieran.

7. Antes de iniciar la construcción se debe formular un proyecto con base a las características del terreno, así como comprobar que no se excedan las limitantes de diseño de las estructuras.

8. Los postes deben quedar verticales después de que el conductor haya sido tensado.

9. El cable de guarda y el neutro corrido se instalan del lado del tránsito vehicular.

10. La bajante a tierra debe quedar en la cara del poste del lado del tránsito vehicular.

11. En líneas con cable de guarda o neutro corrido se debe instalar una bajante de tierra cada dos estructuras, de acuerdo a la norma 09 00 02.

12. Se recomienda que el proyecto y la construcción de más de un circuito en la misma estructura sólo se haga cuando los derechos de vía impidan la construcción normal. Si las tensiones de operación de los circuitos son diferentes, el de mayor tensión eléctrica debe ubicarse en la parte superior.

13. Debe evitarse el cruce de dos circuitos diferentes. Si el cruce es del mismo circuito, debe reconfigurarse de manera tal que se elimine dicho cruce quedando un solo punto de alimentación.

14. Para identificar las fases debe respetarse la convención establecida de nombrarlas como A, B y C, de izquierda a derecha parado de frente a la fuente. Normalmente en las líneas de distribución no se requiere transposiciones. Cuando sea necesaria la interconexión entre circuitos donde cambie la posición de las fases, debe respetarse la forma de identificarlas.

15. Los postes de concreto que queden empotrados en terreno salino o de alta contaminación se deben impermeabilizar con recubrimiento asfáltico. Aplique el criterio de la norma 03 00 01.

16. Cuando en una estructura se presente una ligera deflexión y que no requiera la instalación de retenida(s), el poste se debe inclinar ligeramente en sentido contrario a la bisectriz del ángulo de la deflexión. No aplica en estructuras tipo D.

17. El cable de la retenida para la línea de media tensión es independiente del cable de retenida de la red de baja tensión, aunque ambos rematen en la misma ancla.

18. En lugares con fuertes vientos, se debe instalar a las estructuras, retenidas tipo tempestad, ver norma 06 00 15.

19. En una estructura en donde se construyan dos niveles del mismo circuito por cambios de dirección o deflexiones de la línea, el lado fuente debe estar en la parte superior de la misma.

20. No se debe instalar ningún equipo en la cruceta de la línea sin antes verificar la separación entre fases. En el caso de que no se cumplan las separaciones mínimas, instale el equipo en el siguiente nivel inferior.

21. Se debe verificar manualmente que en el caso de movimiento de los puentes por efectos de viento no se reduzcan las distancias mínimas establecidas.

22. En la construcción de líneas se debe procurar seguir trayectorias rectas.

23. El amarre para el conductor neutro en posición de guarda o como neutro corrido, es idéntico al utilizado en líneas de baja tensión, ver norma 04 C0 11.

24. En áreas urbanas para estructuras tipo T, el conductor de la fase central siempre debe ir en el lado de la calle. Sólo una fase debe quedar al lado de la banquetta.

25. En todas las estructuras para líneas de media tensión con conductor neutro, que se instalen en donde existan líneas de baja tensión, no se debe considerar la bajante de tierra ni los herrajes para fijación del conductor neutro, que están anotados en la lista de materiales que integran cada estructura.

26. En todos los sistemas de neutro corrido al entrar en una red debe tomar la posición e interconectarse al neutro de la propia red de baja tensión.

27. En las estructuras tipo TS, PS, VS, C y HS, la posición de las crucetas se debe alternar en cada lado del poste en líneas rurales. Aplica también para el soporte aislador AP-1.
28. En lugares donde exista vandalismo se recomienda la instalación del aislador tipo poste PD sintético en estructuras de paso.
29. La conexión de los transformadores monofásicos a la línea, se debe hacer proporcionalmente en las tres fases para que el circuito quede balanceado.
30. En electrificación de colonias o fraccionamientos urbanos, las caídas de voltaje de la línea de media tensión desde el punto de conexión al punto extremo o crítico de esa electrificación, no debe exceder el 1%.
31. El conductor mínimo a utilizar en líneas de media tensión, es el cable de cobre 1/0, ACSR 1/0 y AAC 1/0.
32. Los conductores de cobre no requieren guardalíneas en los apoyos.
33. La selección de conductores para líneas de media tensión de distribución, se debe basar en un estudio técnico - económico con las variables que el caso presente.
34. Los circuitos de distribución deben diseñarse para operar con enlaces.
35. En condiciones de operación normal, el conductor de líneas de media tensión en disposición radial, no debe exceder el 50% de su capacidad de conducción.
36. Para condiciones de emergencia, el conductor se puede operar hasta el 75% de su capacidad. En el caso de que se tenga un punto de enlace entre circuitos, se debe considerar equipo de operación de apertura con carga.
37. La regulación de voltaje permitida en líneas de media tensión partiendo desde la Subestación, debe ser del 5% máxima.

Caída de tensión.

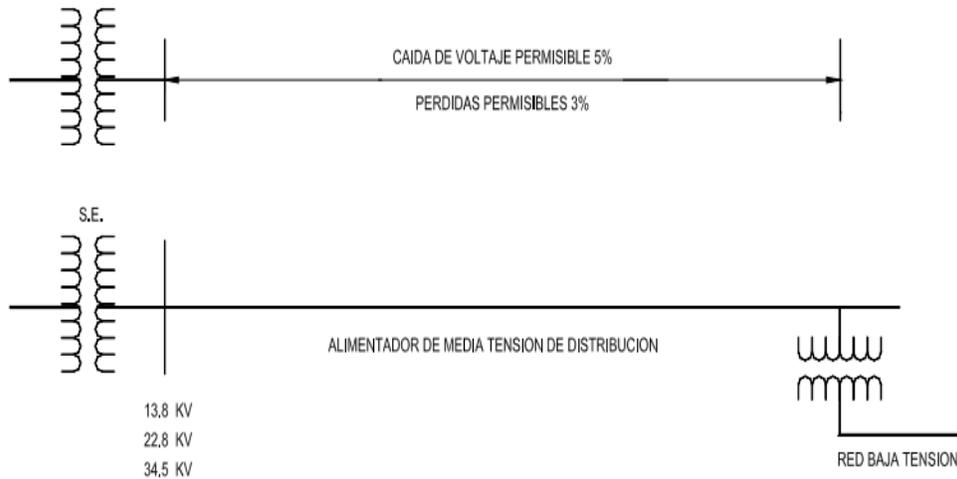


FIGURA 1 "Caída de tensión" extraída de *Normas de distribución-construcción-instalaciones aéreas en media y baja tensión* por CFE, pg. 149.

38. Las estructuras de deflexión tipo D se aplican principalmente en el área rural por su sencillez y alta resistencia mecánica.

a) La estructuras DP de deflexión de paso, se utilizará para deflexiones cuyos ángulos sean mayores a 25° hasta 60° ; para la estructura DA, los ángulos permitidos serán a partir de 60° y hasta 90° , como se muestra en el siguiente dibujo:

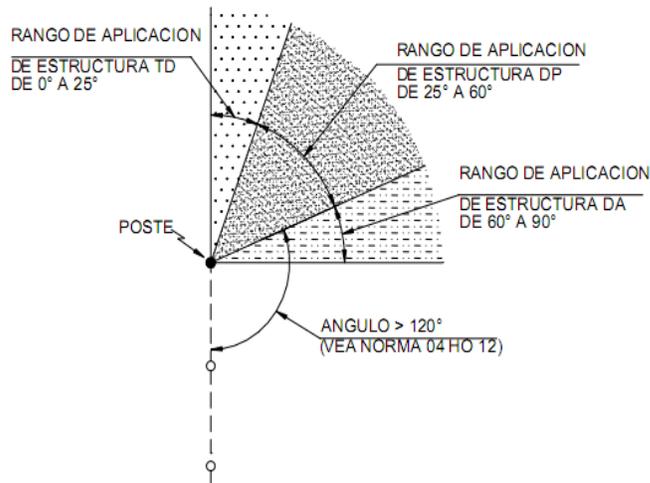


FIGURA 2 "Ángulos permitidos estructura tipo D" extraída de *Normas de distribución-construcción-instalaciones aéreas en media y baja tensión* por CFE, pg. 150.

b) Por no estar sujetas a esfuerzos de torsión, en estas estructuras no es necesario usar postes de acero.

c) En cada deflexión, la posición de los conductores al pasar de una estructura a otra a través de la estructura DP, será conforme la llamada vuelta de avión y es como se muestra en el dibujo:

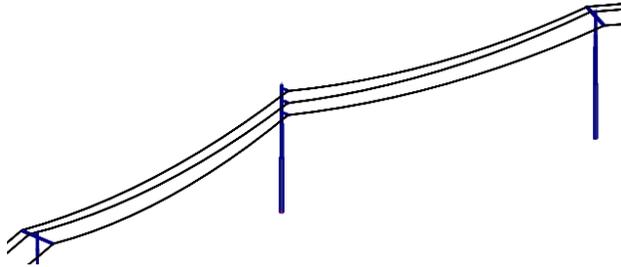


FIGURA 3 “Vuelta de avión estructura tipo D” extraída de *Normas de distribución-construcción-instalaciones aéreas en media y baja tensión* por CFE, pg. 150.

En el conductor interior del ángulo de deflexión de la línea irá en la parte inferior de la estructura DP. El conductor central pasa al centro de la estructura DP y en el exterior al ángulo para a la parte superior de la estructura de deflexión.

d) Si la línea lleva neutro corrido o como guarda, estos conservan su posición en la estructura D.

e) En todas las estructuras del tipo DA con neutro o guarda se debe instalar una bajante de tierra.

f) Las estructuras y el tramo interpostal adyacentes a la deflexión determinará la altura del poste de la misma.

g) La bajante de tierra del cable de guarda debe ir en la parte interior de las brazaderas que cruce.

h) Desde el punto de vista mecánico la estructura DA es similar a la RD, en lo que se refiere al diseño de la retenida, de hecho ambas retenidas se diseñan con las mismas tensiones longitudinales que transmiten los conductores, por lo tanto aplican los criterios de diseño de esas estructuras.

i) Desde el punto de vista mecánico la estructura DP es similar a la TD, en lo que se refiere al diseño de la retenida, de hecho ambas retenidas se diseñan con las

mismas tensiones longitudinales que transmiten los conductores, obviamente la componente transversal debida a la deflexión de la línea es mayor en las DP por ser mayor el ángulo de deflexión de la línea, en cuanto a criterios de diseño se deben aplicar los indicados para la TD, sin considerar la cruceta.

j) Para estas estructuras se proporcionan tablas con retenidas en la norma

06 00 04.

k) Para el diseño de la estructura se considera a la línea como un sistema formado por estructuras de: paso, deflexión anclaje y remate con tensiones mecánicas de cables iguales, de tal manera que en las estructuras de paso y deflexión las tensiones horizontales se encuentran en equilibrio.

l) Para estas estructuras no se incluyen tablas con limitantes, debido a que el perno ancla, ancla y empotramiento se realizó con la tensión mecánica de cables calculadas para de paso, por lo tanto los claros interpostales máximos para estas estructuras serán los mismos que para las estructuras TS.

DESARROLLO:

Se realizará una instalación de media tensión para una carga de 80 KW, donde dicha carga estará dividida en 5 bodegas de uso independiente. Por tanto, se tendrán 5 medidores en 1 murete.

Una vez obtenida la carga de la instalación, se envía un permiso a CFE para el suministro de energía eléctrica, el cual tarda de 15 a 2 meses la respuesta. Dicha respuesta tendrá los parámetros obligatorios de la instalación.

Se utilizó una estructura tipo "TS3N" (tipo te sencilla de 3 fases neutro corrido) para cargas perpendiculares, poste de concreto 11-C 700 de 10 mts. De altura, con un tubo "PAD" de 4 pulgadas, negro que va desde el poste hasta el transformador, con conductores XLP sintenax 1/0. En la distancia del poste hasta el transformador, hay 2 curvas, que según los parámetros para construcción subterránea de CFE, en cada curva, debe haber un registro, siendo 2 en esta instalación. Se utilizo para la puesta a tierra una varilla de tierra Copperweld.

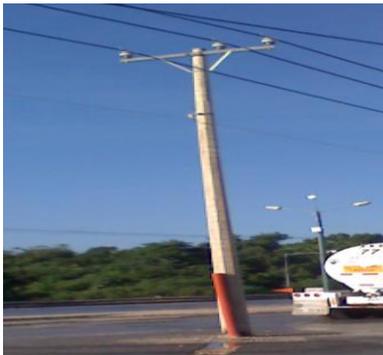


FIGURA 1: Estructura tipo "TS3N".



FIGURA 2: Varilla de tierra "Copperweld".



FIGURA 3: Tubo "PAD" 4".

El transformador que se instaló es PROLEC P507-19-006 tipo pedestal de 3 fases, 4 hilos, 60 Hz, 13,200 V@ 4.92 A/ 220 -127 V@ 295 A. Las características de los accesorios del transformador son los siguientes:

ACCESORIO	MARCA	# CATALOGO	CORRIENTE	TENSIÓN
Seccionador.	ABB	272D913-G13	300 A	15 KV
Fusible de expulsión.	KEARNEY	124080-5	5 A	15 KV
Fusible limite de corriente.	COMBINED	155P50-S	50 A	15 KV
Portafusible.	ABB	4618550-G23	150 A	15 KV
Boquilla de alta tensión.	ABB	609C030-G03	200 A	15 KV

El transformador tiene 4 entradas, marcadas como “H0, H1,H2 y H3” de media tensión y 4 salidas marcadas como “X0, X1,X2 y X3” de baja tensión, la numeración indica lo siguiente:

0= Neutro

1= Fase 1.

2= Fase 2.

3= Fase 3.

Después del transformador, se encuentra el “Bus”, que es un conductor tipo barra desnudo con corriente, de donde se conecta los medidores; la barra es de 1/1/4” de grueso y 1/8” de grosor. Los diferentes hoyos para soldar los conductores del medidor y del transformador son de 5/16”.



FIGURA 4: Entradas de media tensión “H”.



FIGURA 5: Salidas de baja tensión "X".



FIGURA 6: Placa de datos del transformador.



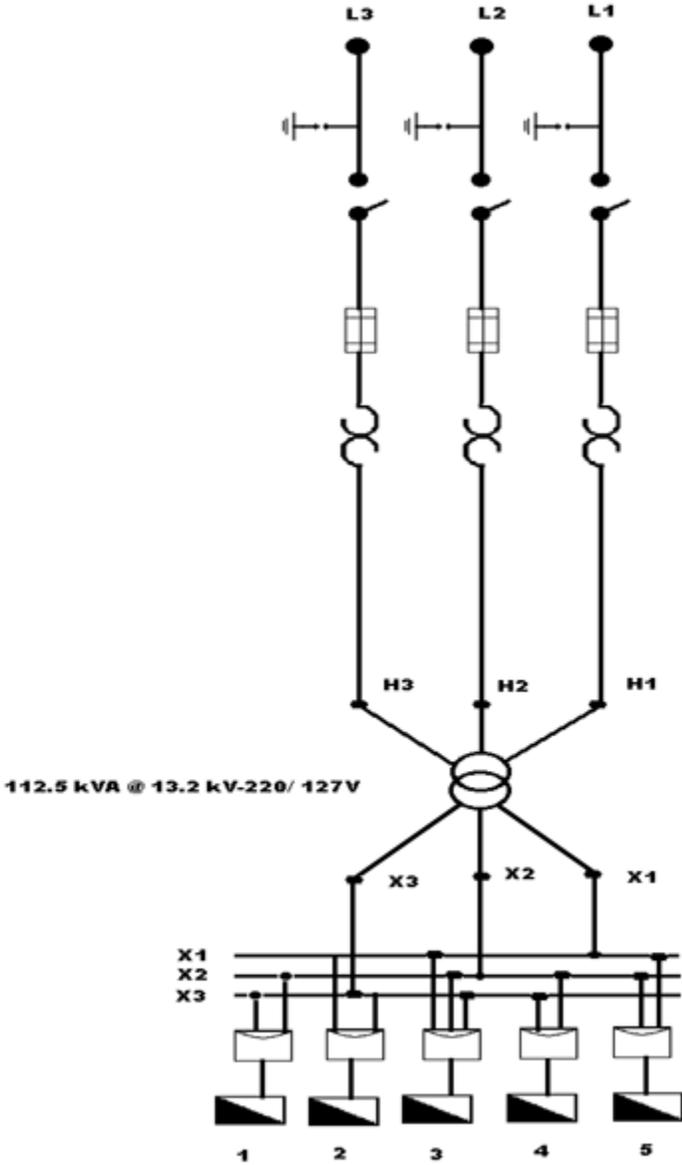
FIGURA 8: Placa con características de los accesorios.

Las líneas de baja tensión se conectaron a 5 medidores mediante un BUS en el murete, en la imagen se aprecian 4 barras, la primera es neutro, las 3 últimas son líneas de baja tensión, el neutro siempre debe ir de un color diferente que las fases. 4 medidores fueron conectados con 2 fases y neutro (cables blancos en la imagen), mientras que 1 le fueron conectadas 3 fases y el neutro (cables negros en la imagen). Después de los medidores se conectan en su bodega correspondiente.



FIGURA 9:BUS en el murete.

DIAGRAMA UNIFILAR



CONCLUSIÓN

Toda instalación, construcción ó distribución que se haga esta apegada a normas obligatorias con el fin de que dicha actividad sea segura, uniforme y profesional. En el caso de la instalación, construcción y distribución de energía eléctrica, esta la NOM de instalaciones eléctricas, y las normas de instalación, construcción y distribución por la CFE, donde indican los parámetros, materiales y demás que debe de llevar obligatoriamente dicha actividad.

BIBLIOGRAFÍA

1. CFE (2005) *Normas de distribución-construcción-instalaciones en líneas subterráneas*. México.
2. CFE (2005) *Normas de distribución-construcción-instalaciones en líneas aéreas en media y baja tensión*. México.
3. Jiménez, Obed., Cantu, Vicente., Conde, Arturo.,(2006) *Líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica*. México.