

## I.- INTRODUCCION

Con el fin de suministrar gas L.P., la "COMPAÑÍA DE GAS SILZA ", decide invertir, construyendo una subestación eléctrica particular para llevar energía a sus instalaciones eléctricas las cuales cuentan con equipos de abastecimiento, llenado de gas y contra incendio , por lo que será necesario construir una subestación eléctrica de 300 KVA, la relación del transformador de proyecto es 13,200 - 220/127 volts, tipo poste, tal como se indica en el plano de proyecto.

Debido a la gran demanda de energía eléctrica y a los altos costos en la facturación de energía eléctrica por parte de C.F.E., la sociedad ha decidido instalar su propia subestación con lo cual se verá reducido su costo de energía eléctrica en su facturación de lo que sería su costo sin subestación.

Los detalles de construcción de la subestación de 300 KVA, descrita en esta memoria serán realizados apegados a las normas eléctricas vigentes.

El proyecto se sujetará básicamente a los requisitos que describen las normas oficiales mexicanas para instalaciones eléctricas de la Secretaría de Energía y las Normas y datos de diseño proporcionadas por C.F.E., División Baja California, Zona Mexicali.

Esta memoria consta de un plano en alta tensión, en donde se mencionan cada uno de los detalles y forma en la cual se debe de realizar la obra.

Los trabajos necesarios para la construcción de la mencionada obra son motivo de esta memoria por lo que a continuación se describen.

La subestación de proyecto a instalarse tendrá las siguientes características.

Transformador	300 KVA
Tipo	Poste
Fases	3
Frecuencia	60 Hz.
Voltaje primario	13,200 Volts
Voltaje secundario	220/127 Volts
Conexión	Delta-estrella
Enfriamiento	En aceite
Derivaciones	2+, 2- del 2.5% del voltaje nominal
Impedancia	4.0 %



040210  
COMISION REGULADORA  
DE ENERGIA  
SECRETARIA EJECUTIVA

## II.- DESCRIPCION DE LA OBRA EN ALTA TENSION

La subestación de 300 KVA se alimentara de un poste de la línea aérea en alta tensión, propiedad de la CFE s/número de identificación, tal como se indica en plano correspondiente.

El transformador estará montado sobre dos postes de concreto, uno de 12 mts. de altura, clase  $750 \text{ kg/cm}^2$ , y otro de 9 mts. de altura, clase  $450 \text{ kg/cm}^2$ , mediante una parrilla reforzada la cual soporta al transformador, la acometida se recibe por medio de unos aisladores de porcelana tipo alfiler, catalogo 22PC montados sobre una cruceta de madera creosotada tipo L-8 y posteriormente pasa a los cortacircuitos de 27 kv con fusible tipo listón de 20 amp., conectados a unos apartarrayos autovalvulares de 12 kv clase distribución y finalmente llega a las boquillas de alta tensión del transformador.

La acometida aérea se hará con cable de aluminio calibre 1/0 y se conectara a los aisladores tipo 22PC y que pasara a los cortacircuitos y apartarrayos con alambre de cobre desnudo cal. 4 para alimentar al transformador de proyecto.

## III.- DESCRIPCION DE LA OBRA EN BAJA TENSION

De las boquillas en baja tensión del transformador se conectaran 12 cables de cobre aislamiento THW para 600 Volts, calibre 4/0 AWG, cuatro/fase + 4-1/0, neutro, estos conductores se alojaran en cuatro tubos Conduit de 53 mm de diámetro el cual estará conectado al gabinete de medición en baja tensión según Norma C.F.E. M-10, debidamente aterrizado a una varilla de cobre de 16 mm x 2.43 metros (5/8" O x 8 Ft.) mediante un cable No. 4 AWG.

El equipo de medición estará protegido por un interruptor termomagnético de 3 x 800 amperes el cual se encuentra a un lado de la base de medición, en un gabinete de lamina NEMA 3r, tal como se indica en los planos correspondientes.

Por la parte inferior del interruptor general se conectará a cuatro tubos de PVC cédula 40 de 63mm de diámetro mismo que lleva la alimentación en baja tensión hacia la concentración de tableros en baja tensión, tal como se indica en plano correspondiente.

Para el cálculo de los conductores de la red de fuerza se consideró una caída máxima de tensión del 5 % que va desde el interruptor general de la subestación eléctrica hasta el equipo. Si la trayectoria del circuito cuenta con varios tramos de diferentes calibres, en ningún tramo la caída de tensión deberá ser superior al 3% y la suma de caída de tensión de todos los tramos no deberá ser superior al 5%.

Toda la tubería a utilizarse en este proyecto es del tipo Conduit cédula 40 con diferente diámetro según se requiera.



04 02 11

COMISION REGULADORA  
DE ENERGIA  
SECRETARIA EJECUTIVA

#### IV.- CALCULOS

##### a.- Protección en alta tensión

Para transformadores de mas de 600 Volts, en el lado primario, este debe de estar protegido con un dispositivo contra sobre-corriente. En el caso de emplearse fusibles, su capacidad no debe de exceder del 250% de la corriente nominal del transformador. La corriente nominal del transformador en el lado primario es:

$$I_{at} = \frac{\text{KVA TRANSF.}}{\text{KV} \times 1.732} = \frac{300}{13.2 \times 1.732} = 13.12 \text{ Amperes}$$

Por lo tanto las características de los fusibles para el lado primario serán:

Tipo Fusible  
**In 20 Amperes**  
Velocidad K  
Marca Electromex, S.A. de C.V.

##### b.- Alimentador y protección general

La corriente nominal en el lado de baja tensión se determina de la siguiente manera:

$$I_{b.t.} = \frac{\text{KVA TRANSF.}}{\text{KV} \times 1.732} = \frac{300}{0.22 \times 1.732} = 787.295 \text{ Amperes}$$

Conociendo este dato se determina que el diámetro del conductor general del lado de baja tensión será calibre 4/0 AWG cuatro/fase + 4-1/0 Neutro. El aislamiento es del tipo THW para 600 Volts, A 90 grados centígrados, con una capacidad de conducción de 260 Amperes y una sección transversal de 85 mm<sup>2</sup>. La longitud del alimentador será de 10.00 Metros.

La caída de tensión se calcula de la siguiente manera:

$$\%e = \frac{2 \times 1.732 \times L \times I}{220 \times \text{área cond.}} = \frac{2 \times 1.732 \times 10.00 \times 787.295}{220 \times (4 \times 107)} = 0.289 \%$$

Área conductor = 107 mm<sup>2</sup>



COMISION REGULADORA  
DE ENERGIA  
SECRETARIA EJECUTIVA

04/02/12



De acuerdo con lo anterior, dicho alimentador cumple con lo establecido.

### PROTECCION EN BAJA TENSION.

Para efectos de cálculos para determinar la capacidad del transformador a instalar, se utiliza la carga que se manifestará en la constancia de verificación:

CARGA INSTALADA = 241,495 Watts

KVA = KW/0.9

KVA = 241.495 / 0.9

KVA = 268.32

Se considera un factor de coincidencia del 100%. Con esto comprobamos que el transformador instalado es el adecuado; y además cuenta con reserva suficiente para cargas adicionales.

La corriente demandada por la carga la obtenemos de la siguiente manera:

$$I = \frac{KW}{1.732 \times 0.22 \times 0.9} = \frac{241.495}{1.732 \times 0.22 \times 0.9} = 704.198 \text{ Amperes}$$

De acuerdo con el valor de la corriente determinada anteriormente y tomando en cuenta la corriente total que nos demandará el transformador de 300 KVA se determina que la capacidad nominal del dispositivo de protección general en el lado de baja tensión será de tres polos y 800 Amperes del tipo termomagnético, aislado para 600 Volts, con capacidad interruptiva a 220 Volts de 35 KA simétricos.

### c) SISTEMA DE TIERRAS

Para aterrizar los apartarrayos y transformador se utilizará alambre de cobre desnudo No.4

Para aterrizar la medición se utilizará cable de cobre No. 4 que viene desde el neutro del transformador hasta la medición y de ahí baja con cable No. 4 a la varilla de tierra, pasando a través de la medición conectándose por medio de una zapata.

Calculo de Resistencia de Tierras

@ = Resistividad del terreno

60 Ohm X Mt

L = Longitud de la varilla

3 Mts

b = Diámetro de la varilla

5/8" = 0.016 Mt

R = Resistencia máxima permisible

10 Ohm.

n = Numero de varillas necesarias



040213

COMISION REGULADORA  
DE ENERGIA  
SECRETARIA EJECUTIVA

$$n = \frac{4 L}{2 \pi R L} \left( \ln \frac{b}{a} \right) - 1 =$$

$$n = \frac{60}{2 \times 3.14 \times 10 \times 3} \left( \ln \frac{4 \times 3}{0.016} \right) = 2.0 \text{ Varillas de}$$

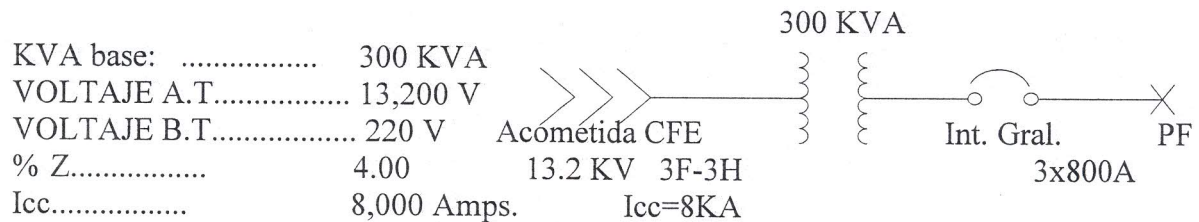
cobre las que se necesitan como mínimo. Se instalaran dos varillas de cobre 5/8" X 10', una la que viene del transformador y la otra de la medición, unidas entre sí por medio de conductor de cobre calibre No.4

#### d) CALCULO DE CORTO CIRCUITO

El método a utilizar para el cálculo de las corrientes de cortocircuito es el de por ciento.

1. - DIAGRAMA UNIFILAR. Este es el primer paso para iniciar un estudio de cortocircuito. Este diagrama deberá mostrar todas las fuentes que contribuyen a la corriente de falla así como todos los elementos que intervienen en el sistema eléctrico en estudio con todos sus datos necesarios.
2. - FUENTES DE CORRIENTE DE FALLA EN TODO EL SISTEMA ELECTRICO SON: La compañía suministradora (C.F.E.), motores de inducción, motores síncronos y generadores.
3. - TIEMPO DE FALLA. El cálculo de cortocircuito se hace para el primer ciclo, donde se tienen los máximos valores simétricos de cortocircuito y son los valores necesarios para sistemas de bajo voltaje y fusibles en general.
4. - RELACION X/R. No se calculara la relación X/R en el punto de falla debido a que el factor de asimetría en baja tensión decae rápidamente y en los puntos mas altos (Los más cercanos a la fuente) su valor máximo es de 1.25.
- 5.- LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO PROPORCIONADA POR EL SUMINISTRADOR EN EL PUNTO DE ACOMETIDA ES DE:

## DIAGRAMA UNIFILAR:



## CALCULO DE LAS IMPEDANCIAS

A.- LA IMPEDANCIA DE LA FUENTE O DE LA RED SE DETERMINA CON LA SIGUIENTE FORMULA:

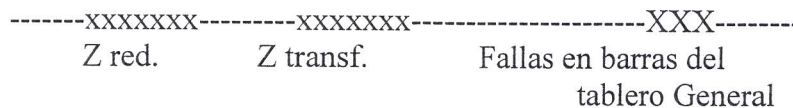
$$\%Z_{red} = \frac{\text{KVA base (100)}}{I_{cc} \times 1.73 \times \text{KV}} = \frac{300 \times 100}{8000 \times 1.73 \times 13.2} = 0.1640 \%$$

LA IMPEDANCIA DEL TRANSFORMADOR ES:

Como tomamos los KVA base iguales a la capacidad del transformador podemos tomar el valor de la impedancia del transformador; esto es:

$$\%Z_{transf.} = 4.00$$

El estudio de cortocircuito lo enfocaremos específicamente a una falla ocurrida en las barras del tablero, esto se muestra en el diagrama siguiente:



Se procede a obtener una impedancia equivalente:

$$\%Z_{eq.} = \%Z_{red} + \%Z_{transf.}$$

$$\%Z_{eq.} = 0.1640 + 4.00 = 4.1640$$

$$I_{cc} = \frac{\text{KVA base} \times 100}{\%Z_{eq.} \times 1.73 \times 0.22} = \frac{300 \times 100}{4.1640 \times 1.73 \times 0.22} = 18,907.2003 \text{ Amps. Sim.}$$

Es generalmente difícil que se presente un cortocircuito trifásico, generalmente es entre dos fases o de fase a tierra por lo tanto se requiere conocer la corriente de cortocircuito asimetría cuyo valor es aproximadamente 1.25 veces la corriente simétrica, es decir:

$$I_{cc \text{ asim.}} = I_{cc \text{ sim}} \times 1.25 = 18,907.2003 \times 1.25$$

$$I_{cc \text{ asim.}} = 23,634.0004$$

Con esto comprobamos que los equipos seleccionados reúnen los requisitos para una correcta operación del sistema. El interruptor termomagnético general en el lado secundario que se escogió tiene una capacidad de 35,000 amperes simétricos a 220 Volts, por lo que su elección es la correcta.

#### V.- LISTA DE MATERIAL Y EQUIPO A INSTALAR

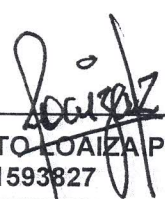
<i>PARTIDA</i>	<i>CONCEPTO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>UNIDAD</i>
1	Cruceta de madera creosotada L8	2	Pza.
2	Cortocircuito Fusible para 27 KV	3	Pzas.
3	Apartarrayo para 12 KV, Mca. lusa	3	Pzas.
4	Tubo conduit de 63 mm de diámetro	40	ML.
5	Aislador de tipo alfiler, catalogo 22 pc de la marca IUSA o similar.	3	Pzas.
6	Conector para línea viva tipo "perico" calibre No. 1/O de la marca Burndy o similar.	3	




7	Herrajes varios para fijación y sujeción Galvanizados.	1	Lote.
8	Alambre de cobre desnudo semiduro No. 4 AWG. (Sistema de tierras).	19	ML.
9	Cable de cobre THWN, 600 volts calibre No. 4/O AWG.	120	ML.
10	Buses en alta tensión mediante cable De cobre desnudo semiduro cal. 4 AWG.	15	ML.
11	Equipo de medición en baja tensión Norma CFE M-10	1	Lote
12	Interruptor termomagnético de 3 polos 800 amperes.	1	Pza.
13	Transformador tipo estación de 300 KVA Relación 13,200-220/127 volts	1	Pza.

  
 ING. ÁNGEL E. GARCÍA MORALES  
 UNIDAD DE VERIFICACIÓN EN GAS L.P.  
 REG. UVSELP-076-C

  
 ING. ALFONSO CUESTA ROMERO  
 NUM REG UVSEI061-A  
 UNIDAD DE VERIFICACION DE  
 INST. ELECTRICAS

  
 ING. ALBERTO LOALIZA PRIETO  
 CED PROF. 1593827  
 ING. ELECTRICISTA

  
 LIC. JOSÉ A. MARTÍNEZ RODRÍGUEZ  
 REPRESENTANTE LEGAL  
 GAS SILZA, S.A. DE C.V.



MEMORIA TECNICA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO ELECTRIFICACION Y CONSTRUCCION DE UNA SUBESTACION DE 300 KVA RELACION DE TRANSFORMACION 13,200-220/127 VOLTS, QUE DARA SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA A LAS INSTALACIONES PROPIEDAD DE GAS SILZA,S.A. DE C.V. LOCALIZADAS FRACC. 2 LOTE No.40 DE LA COLONIA COLORADO CUATRO DIVISION DOS DELEGACIÓN CERRO PRIETO EN EL MUNICIPIO DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA.

Se presenta ante la Secretaria de Energía, el presente proyecto, el cual se realizo apegado a las Normas Oficiales vigentes así como a las Normas de Construcción de la Comisión Federal de Electricidad, División Baja California, Zona Mexicali.

## RESUMEN

### I.- INTRODUCCION

### II.- DESCRIPCION DE LA OBRA EN ALTA TENSION

### III.- DESCRIPCION DE LA OBRA EN BAJA TENSION

### IV.- CALCULOS

- a.- Protección en alta tensión
- b.- Alimentador y protecciones generales
- c.- Sistema de tierras
- d.- Corto circuito

### V.- LISTA DE MATERIAL Y EQUIPO A INSTALAR



COMISION REGULADORA  
DE ENERGIA  
SECRETARIA EJECUTIVA