

01129
36



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA FLORES MAGÓN
CON CAPACIDAD DE 7.5/9.375 MVA Y
TENSIONES DE 115/13.8 KV.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO
P R E S E N T A :
JOSÉ ALBERTO JIMÉNEZ VILLALVA

DIRECTOR DE TESIS: ING. JOSÉ RAÚLL MARTÍN



CIUDAD UNIVERSITARIA

MÉXICO, D.F., 2003

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES
NO HAY LAS SUFICIENTES PALABRAS PARA AGRADECERLES EL AMOR, LOS
CONSEJOS, EL IMPULSO QUE ME DIERON, POR LAS MADRUGADAS DE TRABAJO, POR
LOS CUIDADOS DADOS, POR QUE SON MI BASE Y MI MOTIVACION, POR PERMITIRME
CRECER EN LO PERSONAL Y EN LO PROFESIONAL, PERO SOBRE TODO POR SER MIS
PADRES. LOS AMO.

LAURA
POR QUE RECORRIMOS EL MISMO CAMINO MUCHISIMOS AÑOS Y TU SABES LO QUE
COSTO RECORRERLO, GRACIAS POR TU CARÍÑO Y COMPRESION EN LOS MOMENTOS
MAS DIFICILES.

VANE
POR TODO TU CARÍÑO Y APOYO DE ESTOS AÑOS CREEME QUE NUNCA LO OLVIDARE
Y ESTO ES PARA TI Y PARA EL PROXIMO SOBRINO QUE ALEGRARA EL HOGAR.

ADRIANA
POR QUE SIN TI ESTO NO HUBIERA SIDO POSIBLE, POR TU AMOR, CARÍÑO E
IMPULSO A SER CADA DIA MEJOR, GRACIAS POR ESTAR EN MI VIDA Y TAMBIEN
POR SERLO, PERO SOBRE TODO GRACIAS POR ESTAR SIEMPRE.
TE AMO

A MI FAMILIA
POR QUE SIEMPRE CONTE CON SU CARÍÑO, POR QUE SIEMPRE HUBO UN BUEN
CONSEJO Y SOBRE TODO POR ESTAR SIEMPRE CONMIGO.

A LOS QUE NO ESTAN, PERO QUE NUNCA OLVIDARE.
POR QUE FUERON LA BASE DE MI FAMILIA Y POR SU CARÍÑO, ESTO ES PARA
USTEDES ABUELOS.

A MIS PROFESORES
POR LOS CONOCIMIENTOS Y EJEMPLOS DE VIDA QUE ME DIERON.
A USTED ING. JOSE RAULL MARTIN POR SU AYUDA INCONDICIONAL PARA LA
ELABORACION DE ESTA TESIS Y POR HABER CREIDO EN MI Y EN ESTE PROYECTO.

A LA UNAM
POR PERMITIR MI DESARROLLO TANTO EN LO PROFESIONAL COMO EN LO PERSONAL.

INDICE

Introducción.....	1
Objetivo.....	6
I. Organización para las Obras Construidas bajo la Modalidad de PIDIREGAS.....	7
1.1.Objetivo	
1.2. Puestos y funciones	
1.2.1. Funciones	
1.2.1.1.Residente de obra civil	
1.2.1.2.Residente de obra electromecánica	
1.2.1.3.Residente de puesta a punto y puesta en servicio	
1.2.1.4.Supervisor en obra civil	
1.2.1.5.Supervisor en obra electromecánica	
1.2.1.6.Supervisores de puesta a punto y puesta en servicio	
• Organigrama general división sureste PID 402	
• Organigrama de la residencia de supervisión de la puesta a punto OPF 402	
II. Aspectos Relevantes de un Contrato de Obra Pública Financiada.....	12
2.1. Obligaciones básicas	
2.2. Permisos y estudios	
2.3. Registro	
2.4. Residencia de supervisión	
2.5. Aseguramiento de calidad y administración ambiental	
2.6. Inspección del sitio de las subestaciones	
2.7. Derechos inmobiliarios	
2.8. Daños a terrenos y bienes distintos a la tierra	
2.9. Retrasos en obtener los derechos inmobiliarios	
2.10.Acceso al sitio	
2.11.Permisos	
2.12.Emisión de los certificados de aceptación	
2.13.Pago del precio del contrato o del valor de terminación	
2.14.Representantes de la comisión	
2.15.Cambio de representantes de la comisión	
2.16.Gerente de proyecto del contratista	
2.17.Ajustes a las fechas de eventos críticos	
2.18.Reportes de avance mensual	
2.19.Daños por retrasos	
2.20.Inspección y pruebas	
2.21.Acceso	
2.22.Programa de inspecciones y reportes	

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

- 2.23.Rechazo de materiales defectuosos
- 2.24.Sustitución de materiales u obras con defectos
- 2.25.Incumplimiento de instrucciones
- 2.26.Momento para realizar las pruebas
- 2.27.Programa de pruebas y trabajos con equipos energizados
- 2.28.Obligaciones y responsabilidades del contratista
- 2.29.Rechazo de las obras
- 2.30.Reparación o reemplazo de las obras
- 2.31.Aceptación provisional
- 2.32.Deficiencias menores
- 2.33.Eventos de incumplimiento del contratista
- 2.34.Eventos de incumplimiento de la comisión
- 2.35.Notificación de eventos de incumplimiento potenciales
- 2.36.Terminación en caso de retraso en la fecha programada de aceptación provisional

III. Descripción del Proyecto..... 20

- 3.1.Ubicación geográfica
- 3.2.Bases del proyecto
- 3.3.Caracterización del sitio
- 3.4.Parámetros eléctricos
- 3.5.Montaje de fierro estructural
 - Memorias de cálculo
 - ❖ Buses
 - ❖ Distancias dieléctricas
 - ❖ Cables de baja tensión
 - ❖ Alumbrado exterior
 - ❖ Sistema de alumbrado de la caseta de control
 - ❖ Red de Tierras
 - Planos
 - ❖ Diagrama unifilar simplificado
 - ❖ Disposición general de equipos de la planta
 - ❖ Diagrama unifilar de servicios propios C.A. y C.D.
 - ❖ Red de tierras y blindaje caseta de control
 - ❖ Red de tierras Planta 1/2
 - ❖ Red de tierras Planta 2/2
 - ❖ Detalle de montaje red de tierras
 - ❖ Detalle de montaje de transformador de potencia
 - ❖ Arreglo general de la planta
 - ❖ Disposición de equipos corte
 - ❖ Alumbrado exterior
 - ❖ Alumbrado y contactos caseta de control
 - ❖ Disposición de equipos caseta de control
 - ❖ Arreglo de charolas y acceso de trincheras en caseta de control
 - ❖ Detalle de montaje herrajes y conectores
 - ❖ Detalle de montaje, canalizaciones a equipo
 - ❖ Trayectoria de ductos

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

IV. Características Particulares.....	73
4.1. Diseño electromecánico	
4.2. Diseño civil	
4.3. Obra civil	
4.4. Obra electromecánica	
4.5. Puesta a punto	
4.6. Equipos de servicios propios	
4.7. Tableros de control, protección, medición y mantenibilidad para su uso en subestaciones de distribución	
4.8. Transformadores de corriente	
4.9. Transformadores de potencial	
4.10. Transformadores de potencia	
4.11. Interruptores de potencia	
4.12. Apartarrayos	
4.13. Bancos de capacitores tipo subestación	
4.14. Equipos de comunicaciones y control	
4.15. Cuchillas desconectadoras	
4.16. Sistemas integrales de seguridad física en subestaciones eléctricas de potencia	
4.17. Sistemas para la prevención, control y extinción de incendios en subestaciones eléctricas	
V. Obra Electromecánica.....	134
5.1. Compromisos referente a construcción	
5.2. Especificaciones del proyecto s.e. Flores Magón	
5.2.1. Montaje de estructuras mayores	
5.2.2. Montaje tendido y conectado de buses	
5.2.3. Montaje de transformador	
5.2.4. Montaje de interruptores de potencia	
5.2.5. Montaje de cuchillas de potencia	
5.2.6. Montaje de equipo menor	
5.2.7. Montaje de tableros de servicios propios	
5.2.8. Tendido y conectado de cable de control	
5.2.9. Colocación de sistema de tierras	
VI. Pruebas a Equipo Primario de Subestaciones Eléctricas.....	144
6.1. Introducción	
6.2. Pruebas de fábrica	
6.3. Pruebas de campo	
6.3.1. Recomendaciones generales para realizar pruebas eléctricas al equipo primario	
6.3.2. Prueba de resistencia de aislamiento	
6.3.3. Prueba de factor de potencia a los aislamientos	
6.3.4. Prueba de corriente de excitación	
6.3.5. Prueba de relación de transformación y polaridad	
6.3.6. Prueba de resistencia óhmica de devanados	

INDICE

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

6.3.7. Prueba de resistencia de contactos	
6.3.8. Pruebas de tiempo de operación y simultaneidad de cierre y apertura en interruptores	
VII. Control y Avance de Obra.....	199
7.1. Uso y manejo de la bitácora de obra	
• Formatos	
❖ Control de avance de obra electromecánica y puesta a punto	
❖ Control de avance de obra civil	
❖ Control de avance de aseguramiento de calidad	
❖ Control de avance ambiental y seguridad	
Conclusiones.....	210
Anexos.....	213
• Costo de ingeniería	
• Costo de equipo primario	
• Costos de montaje de equipo primario	
• Costo Total	
Bibliografía.....	224

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PAGINACIÓN DISCONTINUA

INTRODUCCIÓN

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

INTRODUCCIÓN

A fin de garantizar el suministro del fluido eléctrico que requiere el desarrollo económico y social del país en condiciones óptimas de calidad y precio, la entidad pública que opera el sector CFE (Comisión Federal de Electricidad) orienta sus acciones a ampliar la capacidad de generación, transformación y distribución; mejorar el aprovechamiento de la planta existente; diversificar las fuentes de generación; promover el ahorro y uso eficiente de la energía y la protección del medio ambiente; impulsar el desarrollo de tecnologías que contribuyan a aumentar la productividad; y operar con criterios de rentabilidad económica y financiera.

Para avanzar en la expansión del sistema eléctrico nacional, además del impulso brindado a la inversión pública en los procesos de transmisión, transformación y distribución, se continuó promoviendo la concurrencia del capital privado en el área de distribución, mediante diversos mecanismos de financiamiento.

Se introdujo la modalidad de PIDIREGAS (Proyectos de Infraestructura Productiva con Impacto Diferido en el Registro del Gasto), a través de la cual se pretende impulsar el desarrollo de proyectos rentables y autofinanciables.

Durante el año se formalizaron los siguientes contratos para la construcción de subestaciones a través del esquema PIDIREGAS en la división Sureste de CFE.

CONTRATOS ASIGNADOS:

PIF-01/2001

- SE Montoya Bco. 2 12/16/20 MVA 3 A
- SE Ixtepec Bco. 2 7.5/9.375 MVA 2 A
- SE Arriaga Bco. 2 12/16/20 MVA 2 A
- SE Mazatan Bco. 1 7.5/9.375 MVA 3 A
- SE Comitán Bco. 3 12/16/20 MVA 2 A
- **SE F. Magón Bco. 1 7.5/9.375 MVA 3 A**
- SE Tuxtla Nte. Bco. 2 18/24/30 MVA 4 A
- SE Ocozoc. Bco. 2 7.5/9.375 MVA 2 A

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

- SE Paraíso Bco. 2 7.5/9.375 MVA 1 A

PIF-002/2002

- SE VFR Sust. T-1 7.5/9.375 a 12/16/20 MVA y 2 A
- SE RFA Sust. T-1 7.5/9.375 a 12/16/20 MVA y 2 A
- SE Zapata Pte. Bco. 112/16/20 MVA – 4 A

Es por eso la razón de dar a conocer este trabajo, que es la forma en que se desarrolla y construye un proyecto en CFE para ser licitado bajo la formalidad PIDIREGAS, sin olvidar la organización y responsabilidades del supervisor de obra, así como las distintas etapas de este proyecto en los ámbitos de ingeniería, administración, ambiental y calidad, pero es muy importante saber por qué se construye actualmente bajo esta modalidad.

ANTECEDENTES

Las restricciones presupuestales de los últimos años, han provocado que el crecimiento de instalaciones haya sido inferior al de la demanda requerida por los usuarios, tal comportamiento se ve más claramente explicado en la gráfica 1.

CRECIMIENTO DE INSTALACIONES Y MERCADO

Como consecuencia de lo observado en la gráfica 1, la CFE se ha visto en la necesidad de enfrentar los incrementos de demanda (tabla 1) con las instalaciones existentes, reduciendo la capacidad de reserva, la calidad de suministro y disminuyendo la vida útil de los equipos que han sufrido sobrecarga, es por eso que CFE implementa medios para evitar que se llegue a un punto en que el país no progrese, como es el caso del método de inversión PIDIREGAS (Proyectos de Infraestructura Productiva con Impacto Diferido en el Registro del Gasto).

El proyecto de la subestación Flores Magón está bajo el esquema de inversión PIDIREGAS, el cual debe tener las siguientes características para que sea rentable:

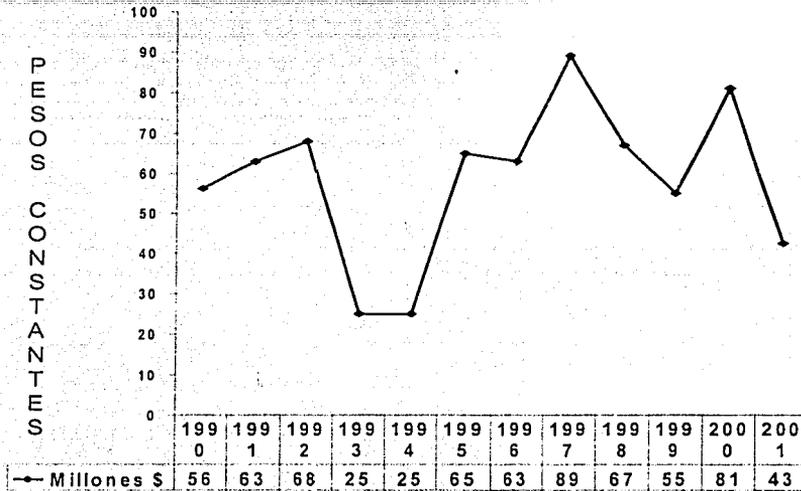
- Proyecto Productivo.
- Debe tener un Beneficio / costo mayor a 3.
- El día de su puesta en servicio debe iniciar su generación de ingresos.
- Con los ingresos se pagan las amortizaciones del financiamiento.
- La recuperación de la inversión debe realizarse entre los 3 y 7 años.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

EVOLUCIÓN DEL PRESUPUESTO DE INVERSIONES:



GRAFICA 1.- EVOLUCIÓN DEL PRESUPUESTO DE INVERSIONES
 DATOS PROPORCIONADOS POR LA SUBGERENCIA DE DISTRIBUCIÓN DIVISIÓN SURESTE DE CFE.

INCREMENTO DEMANDA

INSTALACIONES		MERCADO	
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN	1.40%	VENTAS	5.65%
SUBESTACIONES	4.54%		
LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN	3.30%	DEMANDA	4.85%
TRANSFORMA-DORES	5.80%		
LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN	2.40%		

TABLA 1. CRECIMIENTO DE INSTALACIONES VS. CRECIMIENTO MERCADO
 DATOS PROPORCIONADOS POR LA SUBGERENCIA DE DISTRIBUCIÓN DIVISIÓN SURESTE DE CFE

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

INTRODUCCIÓN

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

Sin duda los recursos que se emplean es este tipo de inversión son cuantiosos, pero es la forma en que se está construyendo actualmente en México y por tanto cada división debe presentar proyectos y necesidades de inversión como lo vemos en las tablas 2 y 3, dichos proyectos deberán ser sustentables y financiables en un corto periodo.

RECURSOS REQUERIDOS POR DIVISIÓN PARA CREAR INFRAESTRUCTURA

<i>DIVISIÓN</i>	<i>INVERSIÓN</i>
Baja California	1,158
Noroeste	1,672
Norte	2,105
Golfo Norte	2,068
Golfo Centro	1,222
Bajío	1,805
Jalisco	1,326
Centro Occidente	1,011
Centro Sur	1,395
Centro Oriente	1,119
Oriente	1,681
Sureste	2,084
Peninsular	1,171
TOTAL (Millones de \$)	19,817

TABLA 2.- INVERSIÓN POR DIVISIÓN
INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL DEPARTAMENTO DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION DIVISIÓN SURESTE DE CFE.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

OBRAS REQUERIDAS EN UN HORIZONTE DE 5 AÑOS.

	SUBESTACIONES		LÍNEAS
	Nuevas	Ampliaciones	
San Cristóbal	6	11	6
Tuxtla	7	12	13
Oaxaca	12	9	17
Huatulco	4	3	4
Huajuapán	6	10	7
Tapachula	2	12	5
Tehuantepec	5	7	7
Villahermosa	6	9	14
Chontalpa	6	7	7
Los Ríos	6		7
	60	80	87

TABLA 3.- OBRAS REQUERIDAS EN UN HORIZONTE DE 5 AÑOS.
INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL DEPARTAMENTO DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN DIVISIÓN SURESTE DE CFE.

Lo anterior sirve para sustentar el proyecto de la subestación Flores Magón de la división Sureste en el Estado de Chiapas, un proyecto que beneficiará a 15300 habitantes en el municipio de Venustiano Carranza.

Así mismo durante el transcurso de este trabajo nos adentraremos en la forma en que está conformado el personal encargado de supervisar la construcción, su contexto en cuanto a la interacción y competencia con otros profesionales, lo que debe conocer para dar un buen servicio a la empresa que lo contrate, esto será abordado más claramente en el capítulo I, igual de importante es conocer las reglas y lineamientos que un supervisor debe seguir, estos son los aspectos de un contrato de obra pública como éste y el capítulo II nos mostrará tales lineamientos. En el capítulo III se hará la descripción del proyecto en cuanto a parámetros de diseño en su ingeniería. En el capítulo IV se describirán las características particulares de equipos. La obra electromecánica con los montajes de los equipos y las precauciones que se deben tener será abordada en el capítulo V, en el capítulo VI se hablará de las pruebas que se realizan al equipo primario que son aquellas que determinan las condiciones en que se encuentra el equipo eléctrico, para determinar su operatividad y son un aspecto importantísimo para la entrada en operación de una subestación. En el capítulo VII está dedicado a mostrar los instrumentos y formatos que durante el desarrollo de una obra se utilizan para tener control del avance de un proyecto, como lo son la bitácora de obra y los reportes de avance de obra.

TESIS CON
FECHA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

Sin duda espero que este trabajo sea de utilidad a otros jóvenes para darse una idea de cómo se comienza en la vida profesional, de qué es lo que se necesita conocer y sobre todo la responsabilidad que tenemos como ingenieros en la construcción de infraestructura de este país en que la competencia y las discusiones sobre el tema energético son crecientes.

OBJETIVO

DEFINIR LA ORGANIZACIÓN Y RESPONSABILIDADES DEL SUPERVISOR DE OBRA, ASÍ COMO LAS DISTINTAS ETAPAS EN ÁMBITOS DE INGENIERÍA, ADMINISTRACIÓN, AMBIENTAL Y CALIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN FLORES MAGÓN.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

I. ORGANIZACIÓN PARA LAS OBRAS CONSTRUIDAS BAJO LA MODALIDAD DE PIDIREGAS

1.1. OBJETIVO: Definir la organización, los lineamientos y responsabilidades del personal de administración, ingeniería y supervisión, así como las actividades a realizar en las diferentes etapas del Contrato relativo al Proyecto OPF 46 S.E. 402.

1.2.PUESTOS Y FUNCIONES: Definición de las diferentes disciplinas para verificar que las Subestaciones sean proyectadas, equipadas y construidas conforme al alcance del contrato del Proyecto OPF 46 S.E. 402.

1.2.1.FUNCIONES¹

1.2.1.1. RESIDENTE DE OBRA CIVIL

- ✓ Revisar las ingenierías de obra civil en apego a especificaciones de contrato y estándares de la industria, de conformidad con las bases de licitación.
- ✓ Autorizar y/o modificar las ingenierías cumpliendo con los plazos estipulados en el contrato.
- ✓ Coordinar con el inspector de suministros que la obra civil este acorde con el equipo a suministrar.
- ✓ Dirigir, coordinar, supervisar y controlar las actividades de los supervisores de obra civil.
- ✓ Recibir y verificar el reporte de avance de obra entregado por el contratista y supervisores de obra.
- ✓ Entregar al coordinador de la división los reportes de obra.
- ✓ Verificar se cuente con los permisos de autorización de las dependencias correspondientes para la construcción de las obras (derechos inmobiliarios a). en apego
- ✓ Elaborar finiquitos por obra posterior a la aceptación provisional.

1.2.1.2. RESIDENTE DE OBRA ELECTROMECAÁNICA

- ✓ Revisar las ingenierías de obra electromecánica en apego a especificaciones de contrato y estándares de la industria, de conformidad con las bases de licitación
- ✓ Autorizar y/o modificar las ingenierías cumpliendo con los plazos estipulados en el contrato.
- ✓ Coordinar con el inspector de suministros que la obra electromecánica esté acorde con los equipos propuestos en su oferta.
- ✓ Dirigir, coordinar, supervisar y controlar las actividades de los supervisores de obra electromecánica.
- ✓ Verificar las condiciones de la recepción de los equipos en obras, así como que cumplan con lo requerido en el pedido, en lo que respecta a marca, tipo y características.
- ✓ Recibir y verificar el reporte de avance de obra entregado por el contratista y supervisores de obra.
- ✓ Entregar al coordinador de la división los reportes de obra electromecánica.

¹ MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OBRA PÚBLICA CAPÍTULO 7
GORTIC INGENIERÍA S.A. DE C.V.
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN DIVISIÓN SURESTE CFE

ORGANIZACIÓN PARA LAS OBRAS CONSTRUIDAS BAJO LA MODALIDAD DE PIDIREGAS

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

- ✓ Coordinar con el inspector de suministros la inspección de los equipos durante el proceso de fabricación.
- ✓ Verificación de certificados de aceptación de los equipos emitido por el laboratorio reconocido en el país de origen.
- ✓ Emitir certificado de aceptación provisional.

1.2.1.3. RESIDENTE DE PUESTA A PUNTO Y PUESTA EN SERVICIO

- ✓ Dirigir, coordinar, supervisar y controlar las actividades de los supervisores de protección, control y comunicaciones.
- ✓ Coordinar, promover y establecer las actividades previas a las libranzas.
- ✓ Recibir el programa global de pruebas del contratista.
- ✓ Notificar al contratista la autorización y/o modificación del programa global de pruebas.
- ✓ Verificar que las pruebas se lleven a cabo de acuerdo al Manual de Procedimientos de CFE de conformidad con las bases de licitación y al manual de operación de los fabricantes de los equipos.
- ✓ Evaluar y aprobar en su caso el resultado de las pruebas.
- ✓ Responsable de obtener y entregar al contratista los parámetros para ajuste de relevadores.
- ✓ Coordinar la validación de los ajustes de protección en conjunto con área operativa y la contratista.
- ✓ Responsable de obtener y entregar al contratista la base de datos del control supervisorio evaluada por la subárea respectiva.
- ✓ Coordinar la puesta en servicio del canal de comunicación.
- ✓ Coordinar la entrega de la base de datos a la subárea de control.
- ✓ Coordinar y entregar el resultado de las pruebas al residente electromecánico para la emisión del certificado de aceptación.

1.2.1.4. SUPERVISOR EN OBRA CIVIL

- ✓ Verificar y aprobar el trazo, localización y perfil topográfico de la instalación.
- ✓ Verificar la ejecución de los desmontes, despalmes y construcción de tercerías.
- ✓ Aprobar la localización y liberación de los bancos de materiales.
- ✓ Aprobar la excavación para zapatas aisladas de estructuras metálicas en subestaciones.
- ✓ Verificar y aprobar la calidad en el anclaje de la cimentación.
- ✓ Comprobar, revisar y autorizar el habilitado y colocación del acero de refuerzo.
- ✓ Inspeccionar, comprobar y autorizar la elaboración y colocación de concreto en obra.
- ✓ Comprobar y asegurar el transporte y colocación de concreto fabricado en planta.
- ✓ Revisar y aprobar en su caso los rellenos y compactaciones en las cimentaciones para las subestaciones.
- ✓ Revisar y aprobar la ejecución de trabajos para pisos terminados en subestaciones eléctricas.
- ✓ Revisar y autorizar los acabados en interiores y exteriores de caseta de control.
- ✓ Autorizar previa verificación de la construcción de ductos subterráneos.
- ✓ Comprobar y verificar que los trabajos para los taludes cumplen con las normas de construcción.
- ✓ Revisar y aprobar en su caso, la calidad de pavimentos en las vialidades definitivas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ORGANIZACIÓN PARA LAS OBRAS CONSTRUIDAS BAJO LA MODALIDAD DE PIDIREGAS

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

- ✓ Comprobar y autorizar que los rellenos de piedra bola en fosa captadora de aceites, cumpla con las normas de construcción.
- ✓ Revisar y aceptar las pruebas de laboratorio cumplan con los requisitos del SINALP.

1.2.1.5. SUPERVISOR EN OBRA ELECTROMECÁNICA

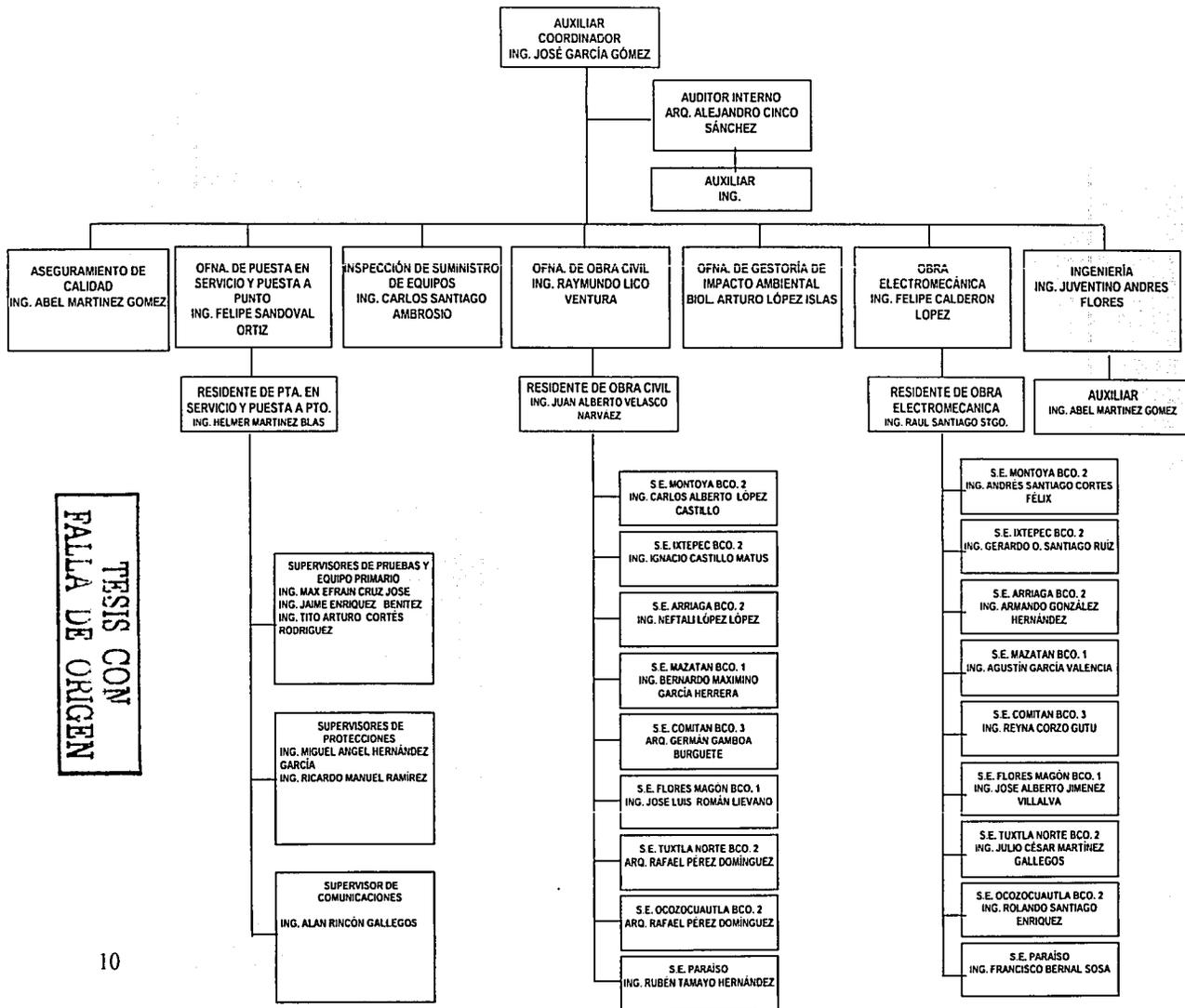
- ✓ Coordinar y autorizar el montaje de estructuras metálicas en subestaciones.
- ✓ Verificar y aprobar el tendido y conexión de buses, aisladores herrajes, etc. en la subestación.
- ✓ Verificar y aprobar los montajes, armados e instalación eléctrica dentro de la subestación.
- ✓ Aprobar la instalación y el montaje del sistema de aire acondicionado, ductos y ventilación.
- ✓ Aprobar la instalación, el montaje y armado de transformadores y/o reactores de potencia.
- ✓ Aprobar la instalación, el montaje y armado de interruptores de potencia.
- ✓ Aprobar la instalación, el montaje y armado de cuchillas en alta y media tensión.
- ✓ Aprobar la instalación y el montaje de transformadores de corriente.
- ✓ Aprobar la instalación y el montaje de transformadores de potencial.
- ✓ Aprobar la instalación y el montaje de apartarrayos.
- ✓ Aprobar la instalación y el montaje de trampas de onda y divisores capacitivos.
- ✓ Aprobar la instalación y el montaje de aisladores soportes en alta y media tensión.
- ✓ Aprobar la instalación de cables de fuerza, de control y de potencia.
- ✓ Aprobar la instalación y el montaje de tableros de protección, control y medición y tableros SISCOPROMM.
- ✓ Aprobar la instalación y montaje de subestación de 115 kv en sf6.
- ✓ Aprobar la instalación y el montaje de tableros de servicios propios (centros de carga de corriente directa y corriente alterna).
- ✓ Aprobar la instalación y el montaje de tableros metal-clad, interruptivos en media tensión.
- ✓ Aprobar la instalación y el montaje del sistema contra incendios.
- ✓ Aprobar la instalación y el montaje de cargadores y bancos de baterías.
- ✓ Aprobar la instalación y el montaje de sistemas de iluminación en perímetro de la subestación y caseta de control.
- ✓ Aprobar la instalación y el montaje del sistema de comunicación, vhf, uhf, antenas y estructura de antena.
- ✓ Aprobar la instalación y el montaje del control remoto supervisorio.
- ✓ Aprobar la instalación del sistema para la red de tierras de la subestación.
- ✓ Aprobar la instalación y el montaje del banco de capacitores.
- ✓ Aprobar la instalación, armado y el montaje de las estructuras para soporte de los equipos en la subestación.
- ✓ Revisar, comprobar y aceptar en obra que se cumplan con las distancias mínimas eléctricas entre los equipos.

1.2.1.6. SUPERVISORES DE PUESTA A PUNTO Y PUESTA EN SERVICIO

- ✓ Verificar que las pruebas se lleven a cabo de acuerdo al procedimiento para la puesta a punto y puesta en servicio de subestaciones de distribución de inversión financiada indicada en las bases de licitación.

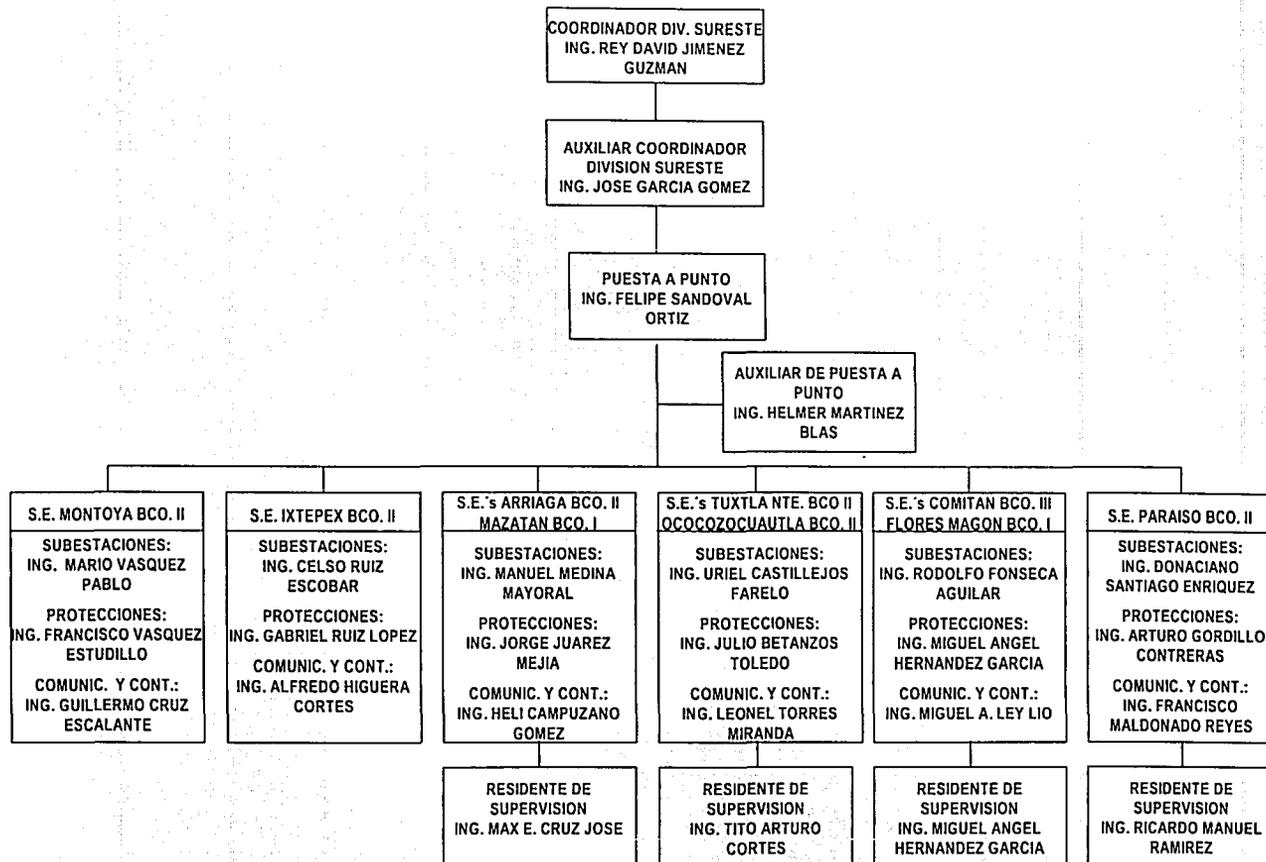
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ORGANOGRAMA GENERAL DIVISION SURESTE PID 402



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

**ORGANIGRAMA DE LA RESIDENCIA DE
 SUPERVISION DE LA PUESTA A PUNTO OPE 402**



ASPECTOS RELEVANTES DE UN CONTRATO DE OBRA PÚBLICA FINANCIADA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

II. ASPECTOS RELEVANTES DE UN CONTRATO DE OBRA PÚBLICA FINANCIADA

Sin duda alguna el contrato de obra pública en una obra como lo es la subestación Flores Magón es muy importante, ya que vigilar su cumplimiento es primordial para el buen logro de una obra de estas características, y donde cumplir con lo pactado es revisado minuciosamente por las autoridades competentes, es por ello que es importante analizar los aspectos más importantes de un contrato de obra PIDIREGAS².

2.1. OBLIGACIONES BÁSICAS

Las obligaciones del contratista consistentes en todo lo necesario para llevar a cabo el proyecto de manera enunciativa son las siguientes:

- a) Desarrollo y suministro de la Ingeniería.
- b) Realización de todos los estudios para la ejecución del proyecto.
- c) Inspección y prueba de los materiales.
- d) Información referente a materiales.
- e) Realización de obras civiles.
- f) Suministro y realización de las obras electromecánicas.
- g) Cumplimiento del Manual de Aseguramiento de Calidad y el de Administración Ambiental.
- h) Reportes de avance.
- i) Pruebas y puesta en servicio.
- j) Provisión de apoyo técnico.
- k) Otorgamiento de derechos y patentes.
- l) Reparación o reemplazo de partes de las obras.
- m) Todo lo necesario para llevar a cabo el proyecto.

2.2. PERMISOS Y ESTUDIOS

El contratista obtendrá y mantendrá en vigor todos los permisos y estudios que se le indiquen.

2.3. REGISTRO

Se establecerá la bitácora previa al inicio de los trabajos.

2.4 RESIDENCIA DE SUPERVISIÓN

La Comisión establecerá la residencia de la supervisión de las obras y el contratista proporcionará los bienes requeridos.

2.5. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD Y ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL

Es responsabilidad del Contratista desarrollar, documentar, implantar, difundir y mantener en uso un Sistema de Administración Ambiental que cubra todas las fases del Proyecto: ingeniería, diseño, adquisiciones, construcción, montaje, pruebas y puesta en servicio, lo cual se realiza elaborando un Manual de Administración Ambiental, el cual debe ser incluido en la propuesta. Con base en ese sistema debe efectuar verificaciones y auditorías ambientales, para asegurar que se cumplan los requisitos ambientales especificados para cada caso.

El licitante debe incluir en su propuesta un plan general de administración ambiental para el desarrollo del proyecto que, como mínimo, muestre diagramática y descriptivamente las actividades relevantes, su secuencia, los requisitos ambientales que deben ser cubiertos, los puntos en donde se aplicarán verificaciones, inspecciones, pruebas y auditorías ambientales, así como la organización, responsabilidades y autoridad en los diversos procesos.

ASPECTOS RELEVANTES DE UN CONTRATO DE OBRA PÚBLICA FINANCIADA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

Posteriormente y una vez adjudicado el contrato, el Contratista debe elaborar un plan de protección ambiental particular y detallado para cada fase del proyecto: diseño, construcción, puesta a punto, pruebas y puesta en servicio y bajo la misma base del plan general de administración ambiental basado en la Norma ISO-14001. Adicionalmente, se deben indicar los procedimientos ambientales que den cumplimiento a las especificaciones de protección ambiental, estos procedimientos deberán estar identificados con su clave y título que serán aplicados en cada fase.

Generalidades, el Contratista debe destinar todos los recursos humanos, materiales y financieros necesarios para cumplir oportunamente y con calidad las especificaciones de protección ambiental, y será responsable de vigilar que los subcontratistas, si los hubiera, apliquen las medidas de protección ambiental que les corresponda.

Con base en las especificaciones de protección ambiental el Contratista debe preparar los planes y/o proyectos que permitan satisfacerlas, describiendo las acciones específicas que se deben efectuar para cumplir con los compromisos de protección ambiental del proyecto, además debe preparar un cronograma de acciones de protección ambiental, en el cual serán programadas todas las acciones específicas que deberán realizarse para satisfacer las especificaciones.

Marco Jurídico, el Contratista debe cumplir con lo establecido en las leyes, reglamentos, normas oficiales mexicanas y demás ordenamientos legales expedidos por las autoridades federales, estatales y municipales, según sea el caso, que tienen competencia en la protección ambiental. Para ello el Contratista debe: revisar constantemente el marco legal ambiental para identificar las disposiciones ambientales que sean aplicables a las actividades que se desarrollarán y realizar las gestiones que esté obligado a efectuar por la naturaleza de las actividades implicadas en la construcción de la obra. Asimismo, el Contratista debe cumplir con la normativa interna de la Comisión en materia de protección ambiental.

El Contratista está obligado a entregar a la Comisión una copia de todos los trámites que realice ante cualquier autoridad con competencia en la protección ambiental así como de los permisos, licencias, autorizaciones, registros, concesiones, etc. que obtenga de las dependencias federales, estatales o municipales.

El Contratista debe de dar cabal cumplimiento a las disposiciones ambientales para la preparación del terreno y construcción de la instalación, marcadas en la NOM-113-ECOL-1998, cuyo apartado incluye:

- Educación Ambiental, el Contratista debe llevar a cabo un programa de educación ambiental para sus trabajadores.
- Protección de Flora y Fauna silvestres, el Contratista debe implantar las acciones de protección a la flora y fauna silvestres que las autoridades determinen en los permisos ambientales que otorguen para la obra en cuestión. Queda prohibida la caza o compra de animales silvestres, la quema de material vegetal y el uso de herbicidas.
- Manejo de Residuos Sólidos No Peligrosos, se considerarán los siguientes tipos de residuos sólidos: domésticos, industriales no peligrosos, rezaga, cascajo y materiales térreos producto de las excavaciones.
El Contratista es el responsable del manejo adecuado de los residuos sólidos no peligrosos y de la construcción y operación de la infraestructura necesaria para su manejo (recolección, transporte y confinamiento temporal y final).
- Residuos Peligrosos, el Contratista es el responsable del manejo (almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final) de los residuos peligrosos que generen él y los subContratistas. El manejo de estos residuos se debe efectuar de acuerdo con los ordenamientos legales vigentes. Para ello debe preparar y ejecutar un proyecto específico para el manejo de este tipo de residuos.

ASPECTOS RELEVANTES DE UN CONTRATO DE OBRA PÚBLICA FINANCIADA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

El Contratista debe entregar a la Comisión copia de los trámites, autorizaciones y reportes relacionados con el manejo de residuos peligrosos.

El Contratista debe de presentar los programas documentados con sus procedimientos y guías, además de las bitácoras de generación y almacenamiento. La Comisión podrá auditar y requerir cualquier información al respecto al momento de necesitarse.

- Agua Potable, el Contratista debe suministrar permanentemente agua potable a campamentos, comedores, oficinas, almacenes, frentes de trabajo y demás instalaciones en las que exista personal a su cargo.

El Contratista debe presentar el proyecto para el abastecimiento de agua potable, el cual debe contener, según la naturaleza del proyecto, lo siguiente: fuentes de abastecimiento y volúmenes a aprovechar. En caso de que el Contratista suministre agua sin la calidad adecuada para el consumo humano, será el responsable de las contingencias sanitarias que se presenten y está obligado a otorgar el tratamiento médico al personal hasta que recupere su salud.

- Manejo de aguas residuales, el Contratista es el responsable de garantizar que las descargas de aguas residuales temporales o permanentes provenientes de cualquier instalación o actividad realizada durante la construcción cumpla con lo establecido en la normativa en la materia, para ello el Contratista debe establecer el menor número posible de descargas de aguas residuales e instalar y manejar los sistemas y equipos necesarios a fin de que las descargas satisfagan los límites de contaminación permitidos por la normativa. Se deben seleccionar sistemas y equipos factibles económicamente. Para cada sistema, el Contratista debe presentar la justificación, el diseño y la memoria de cálculo. En caso de que el tratamiento no sea el apropiado, el Contratista debe efectuar las modificaciones que determine la Comisión.

El Contratista debe entregar a la Comisión los siguientes documentos: una copia del programa de monitoreo periódico que de ser el caso y necesario, solicite la autoridad ambiental; una copia de los informes periódicos de aforo y calidad del agua residual que solicite la autoridad correspondiente.

- Agua para el proceso constructivo, para los procesos de construcción el agua que se use provendrá de fuentes autorizadas. El Contratista debe presentar el programa para el abastecimiento de agua para los procesos constructivos, el cual debe contener: fuentes, sistema de conducción almacenamiento, forma de distribución y programa de mantenimiento.

- Ruido, el Contratista es el responsable de que los niveles de ruido emitido por los vehículos y maquinaria. Para ello, debe equipar sus unidades con los dispositivos necesarios para atenuar el ruido al nivel aceptable por la normativa vigente y proporcionarles el mantenimiento adecuado con el fin de que los dispositivos se conserven en buen estado.

- Mantenimiento de Maquinaria y Vehículos, el mantenimiento de la maquinaria y vehículos se debe efectuar en talleres especializados. Por ningún motivo se aceptarán maquinaria o vehículos que presenten fugas de lubricante o combustible. En caso de que se presente derrames de estos compuestos, el Contratista debe pagar las sanciones y acatar las disposiciones que establezca la autoridad; además es responsable de la remediación de los elementos del ambiente que se contaminen (suelo, cuerpos de agua, vegetación, etc.) y de compensar los daños que llegasen a provocarse al ecosistema (muerte de fauna y flora).

- Manejo de combustibles y materiales peligrosos, es responsabilidad del Contratista el transporte, almacenamiento y distribución de los combustibles y materiales peligrosos requeridos para la operación de la maquinaria y equipos de su propiedad o para la ejecución de alguna actividad de la construcción.

Con relación a los envases y recipientes de los materiales y sustancias empleados en la construcción, por ejemplo: aceites, lubricantes, aditivos, fluidizantes, retardantes de fraguado, resinas, solventes, curacretos, compuestos orgánicos, etc. se deben establecer contratos con los

ASPECTOS RELEVANTES DE UN CONTRATO DE OBRA PÚBLICA FINANCIADA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

proveedores en los cuales se especifique que ellos se deben encargar de retirar los envases y recipientes vacíos, de tal forma que tales residuos no se acumulen en el área del proyecto.

- Control de emisiones a la atmósfera, el Contratista debe entregar un programa calendarizado de mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos y el procedimiento que aplicará para verificar el cumplimiento de las condiciones establecidas en la normatividad oficial mexicana vigente. Además el Contratista debe entregar mensualmente a la Comisión una copia de la bitácora del mantenimiento.
- Rehabilitación ambiental, se deben rehabilitar todas las áreas afectadas durante la construcción del proyecto. Los proyectos de rehabilitación de las áreas deben basarse en la implantación de las siguientes acciones: obras de conservación del suelo, drenajes, reforestación, y establecimiento de políticas de manejo para favorecer la regeneración natural de las comunidades vegetales.
- Imagen visual, El Contratista debe considerar una barda de 2.60, 3.20 o 5.00 metros de altura como mínimo de acuerdo al tipo y localización de la instalación, la cual debe considerar los siguientes puntos:
 - a) La barda debe de contar con un acabado acorde con el entorno de la subestación.
 - b) La textura y color de la barda deben de ser compatibles con el resto de las bardas que se encuentran en el entorno, buscando no resaltar de las mismas.
 - c) No se debe contemplar una barda que aparente una construcción industrial.
 - d) En ningún caso se aceptará acabado aparente.
 - e) La barda debe aparentar un uso habitacional.
 - f) Se podrán utilizar relieves de columnas o cualquier otro elemento que le dé un valor agregado a la imagen de la instalación.La Comisión debe autorizar el diseño de la barda propuesto por el Contratista, pudiendo realizar las modificaciones que considere necesarias.

Penalizaciones, en caso de que el Contratista no cumpla con cualquier especificación de protección ambiental señalada en las especificaciones de protección ambiental, incumpla con la normatividad aplicable o cualquiera de los términos establecidos en los permisos que expidan las autoridades ambientales, será responsable de:

- a) los daños y perjuicios ocasionados a terceros
- b) aplicar las medidas correctivas que establezca la Comisión o las autoridades ambientales
- c) pagar las sanciones que llegará a establecer la autoridad ambiental
- d) pagar a la Comisión las repercusiones económicas que resulten del retraso en la ejecución de la obra.

Revisión, La Comisión efectuará verificaciones, inspecciones y auditorías ambientales periódicas con el fin de confirmar la aplicación del sistema de administración ambiental y sus resultados. Si a través de estas actividades la Comisión detecta no conformidades, las indicará al Contratista por escrito, y podrá incluir recomendaciones en cuanto a acciones correctivas, las cuales deben ser tendidas por el Contratista.

2.6. INSPECCIÓN DEL SITIO DE LAS SUBESTACIONES

El contratista ha recorrido e inspeccionado el sitio y tiene pleno conocimiento y ha tomado en consideración todos los asuntos, condiciones y circunstancias que afecten el precio del contrato y el cumplimiento con la fecha programada de aceptación provisional.

2.7. DERECHOS INMOBILIARIOS A

La Comisión oportunamente pondrá a disposición del contratista por escrito, los derechos inmobiliarios A.

ASPECTOS RELEVANTES DE UN CONTRATO DE OBRA PÚBLICA FINANCIADA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

2.8. DAÑOS A TERRENOS Y BIENES DISTINTOS A LA TIERRA

El contratista responderá de cualquier otro daño causado por él o los subcontratistas en los terrenos materia de los derechos inmobiliarios A.

2.9. RETRASOS EN OBTENER LOS DERECHOS INMOBILIARIOS A

En caso de que la Comisión no obtenga los derechos inmobiliarios A, de manera que el contratista no pueda iniciar o continuar las obras se estará a lo siguiente:

- a) El contratista podrá suspender la construcción.
- b) Las partes se reunirán para adaptar el Programa de Ejecución y las fechas de eventos críticos.
- c) Si el retraso es mayor a 60 días la Comisión deberá pagar el valor de terminación con respecto a dicha subestación.

2.10. ACCESO AL SITIO

La Comisión permitirá al contratista y a sus empleados acceso al sitio de las obras.

2.11. PERMISOS

La Comisión obtendrá oportunamente y mantendrá en pleno vigor y efecto todos los permisos que sean de su responsabilidad.

2.12. EMISIÓN DE LOS CERTIFICADOS DE ACEPTACIÓN

La Comisión expedirá y entregará al contratista los certificados de Aceptación Provisional y los certificados de Aceptación Final.

2.13. PAGO DEL PRECIO DEL CONTRATO O DEL VALOR DE TERMINACIÓN

La Comisión pagará el precio del contrato o el valor de terminación que pudiere ser debido acuerdo con los términos del presente contrato.

2.14. REPRESENTANTES DE LA COMISIÓN

La Comisión a más tardar 10 días después de la firma del contrato informará al contratista del domicilio de las residencias de supervisión y designará un representante quien fungirá como líder del proyecto.

2.15. CAMBIO DE REPRESENTANTES DE LA COMISIÓN

La Comisión podrá en cualquier momento cambiar al representante único, a los residentes de supervisión o a cualquier tercero designado.

2.16. GERENTE DE PROYECTO DEL CONTRATISTA

Será notificado a la Comisión dentro de los 10 días después de la firma del contrato.

2.17. AJUSTES A LAS FECHAS DE EVENTOS CRÍTICOS

Podrán ser ajustadas sólo de conformidad con lo siguiente:

- a) Si el contratista se encuentra impedido de alcanzar cualquier evento crítico aplicable como resultado de caso fortuito o fuerza mayor.
- b) Si el contratista se encuentra impedido de alcanzar cualquier evento crítico como resultado de cualquier acto u omisión de la Comisión. Para ambos casos el contratista deberá notificar dentro de los siete días siguientes a la fecha en que se tenga conocimiento, en caso de que dicha solicitud no se efectúe a tiempo por el contratista, la fecha de evento crítico no será prorrogada.

ASPECTOS RELEVANTES DE UN CONTRATO DE OBRA PÚBLICA FINANCIADA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

2.18. REPORTES DE AVANCE MENSUAL

El contratista proporcionará a la comisión, dentro de los 10 días siguientes al fin de cada mes, a partir de la firma del contrato y hasta el mes en el que ocurra la fecha de culminación del proyecto, un reporte de avance, en original al residente de supervisión y con copias para el representante único de la comisión, la gerencia de distribución y la subdirección de desarrollo de proyectos de inversión financiada, en el que se describa el avance de las obras durante el mes inmediato anterior, mismo que deberá incluir la siguiente información respecto al mes en cuestión:

- a) Un reporte del estado que guardan y del cumplimiento de todos los permisos a su cargo, incluyendo una declaración de los permisos que han sido obtenidos, del estado que guardan las solicitudes en trámite, y una declaración relativa al cumplimiento;
- b) Un reporte administrativo, en versión impresa y en archivo electrónico, que demuestre el avance real de las obras comparado con el programa de ejecución, incluyendo la aplicación de los recursos financieros;
- c) Un reporte de ingeniería describiendo las actividades críticas realizadas, cualquier retraso existente o previsible y las medidas tomadas para corregirlo y que incluya los archivos de especificaciones, las tablas finales las órdenes de compra de materiales ya colocadas;
- d) Una lista detallada de control de materiales que señale el estado de cada orden de compra de materiales, incluyendo el nombre del proveedor o del fabricante, la pieza de equipo de que se trate, la fecha de la orden de compra, y la fecha esperada de entrega de los certificados de origen de materiales con los que pretende acreditar el contenido de integración nacional de conformidad con lo señalado en las bases de licitación;
- e) Un reporte de construcción resumiendo cualquier dificultad presentada en el sitio y retrasos incurridos en la ejecución de las obras, explicando las acciones tomadas o propuestas por el contratista para resolver dichas dificultades o para superar dichos retrasos;
- f) Un reporte fotográfico del estado de las obras civiles y de las obras electromecánicas;
- g) Un reporte resumiendo el cumplimiento con el manual de aseguramiento de calidad y con el manual de administración ambiental;
- h) Una respuesta detallada a cualquier solicitud de la comisión para tomar acciones en relación con las obras; y
- i) Un programa tentativo indicando las acciones a ser tomadas por la comisión con relación a sus operaciones en curso, a la luz de las obras que esperan ser ejecutadas por el contratista durante el periodo de las seis semanas siguientes.

2.19. DAÑOS POR RETRASOS

Serán de acuerdo a lo siguiente:

- a) De la 1ra a la 4ta semana 0.5% de la porción del precio del contrato a la SE retrasada
- b) De la 5ta a la 8va semana 0.8% de la porción del precio del contrato a la SE retrasada
- c) De la 9na a la 12ma semana 1.2% de la porción del precio del contrato a la SE retrasada.

2.20. INSPECCIÓN Y PRUEBAS

El contratista tendrá la responsabilidad de inspeccionar, probar y certificar todos los materiales y las obras, asegurándose de que concuerden con las especificaciones del contrato.

2.21. ACCESO

Representantes de la Comisión, previa notificación al contratista con cuando menos tres días hábiles, tendrán acceso a las plantas e instalaciones del contratista donde los materiales estén siendo fabricados o preparados con el fin de inspeccionarlos o atestiguar su prueba.

ASPECTOS RELEVANTES DE UN CONTRATO DE OBRA PÚBLICA FINANCIADA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

2.22. PROGRAMA DE INSPECCIONES Y REPORTES

El contratista y la Comisión elaborarán un programa especificando la fecha y lugar para la inspección y prueba de los materiales y de las obras. El contratista notificará sobre la realización de la prueba y la comisión podrá enviar un representante a presenciar la inspección o pruebas.

2.23. RECHAZO DE MATERIALES DEFECTUOSOS

La Comisión podrá rechazar los materiales que tuvieran algún defecto o no cumplieran con las especificaciones del contrato.

2.24. SUSTITUCIÓN DE MATERIALES U OBRAS CON DEFECTOS

Previo a la Aceptación Provisional, la Comisión tendrá el derecho de solicitar por escrito al contratista que desmonte y reemplace o reconstruya las partes de las obras en cuestión.

2.25. INCUMPLIMIENTO DE INSTRUCCIONES

En caso de incumplimiento de las instrucciones emitidas por la Comisión y, en su caso, avaladas por el peritaje, la Comisión tendrá derecho de contratar a otras personas para que las ejecute, previo aviso al contratista y todo gasto deberá ser reembolsado a la Comisión dentro de los 30 días siguientes en que se le requiera el reembolso al contratista.

2.26. MOMENTO PARA REALIZAR LAS PRUEBAS

Cuando el montaje e instalación estén culminados en cualquier SE, el contratista llevará a cabo las pruebas.

2.27. PROGRAMA DE PRUEBAS Y TRABAJOS CON EQUIPOS ENERGIZADOS

El contratista presentará su programa global de pruebas con por lo menos 60 días de anticipación a la fecha estimada de inicio de pruebas. Adicionalmente notificará 15 días antes de la fecha en que pretenda llevar a cabo, la Comisión resolverá dentro de los cuatro días siguientes al recibo de la notificación referida.

2.28. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA

Durante cualquier prueba, la SE será operada por la Comisión bajo la responsabilidad y supervisión del contratista, la Comisión tendrá el derecho de que sus representantes atestigüen las pruebas.

2.29. RECHAZO DE LAS OBRAS

La Comisión tendrá el derecho de rechazar cualquier parte de las obras que no cumpla con las especificaciones del contrato.

2.30. REPARACIÓN O REEMPLAZO DE LAS OBRAS

Cada vez que el contratista tenga que realizar cualquier rectificación, reparación o reemplazo conforme a esta cláusula deberá notificar a la Comisión por escrito.

2.31. ACEPTACIÓN PROVISIONAL

Se realizará cuando se hubiesen finalizado todas las obras relacionadas con la subestación en cuestión, el contratista solicitará la Aceptación Provisional de la subestación correspondiente. Dentro de los 15 días siguientes a la recepción de dicha notificación la Comisión deberá verificar la debida terminación de las obras, y una vez echo lo anterior, la Comisión deberá elaborar el finiquito en los términos del Art. 64 de la Ley de Obras Públicas y servicios relacionados con las mismas, procediendo a emitir el certificado de Aceptación Provisional correspondiente en un plazo de quince días a menos que dentro de dicho periodo la comisión notifique al contratista que no esta de acuerdo con las condiciones para la emisión del mismo.

ASPECTOS RELEVANTES DE UN CONTRATO DE OBRA PÚBLICA FINANCIADA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

2.32. DEFICIENCIAS MENORES

El contratista corregirá o completará dichas deficiencias menores, pero en ningún caso después de 45 días siguientes a la fecha de Aceptación Provisional correspondiente. Si el contratista se demora injustificadamente, la Comisión podrá por sí o a través de un tercero realizarlos con cargo al contratista.

2.33. EVENTOS DE INCUMPLIMIENTO DEL CONTRATISTA

Constituirá un evento de incumplimiento del contratista:

- a) Si el contratista cesa o abandona el desarrollo o construcción por un periodo mayor a 30 días.
- b) Si el contratista incumple en la obligación estipulada en la cláusula 11.1 (a) y (b).
- c) Si el contratista no alcanza cualquier evento crítico dentro de un término de 90 días.
- d) Si el contratista es declarado en quiebra o en estado de insolvencia.
- e) Si las garantías se incumplen.
- f) Si no obtiene o mantiene los seguros.
- g) Si el contratista no celebra el contrato a PUs.
- h) Si el contratista no acata la determinación del perito. Si el contratista incumple con otra obligación y dicho incumplimiento continúa por un periodo de 30 días contados a partir de la recepción de la notificación hecha por la Comisión al contratista en relación con tal incumplimiento.

2.34. EVENTOS DE INCUMPLIMIENTO DE LA COMISIÓN

Constituirá un evento de incumplimiento de la Comisión:

- a) Si la garantía no es respaldada.
- b) Si la Comisión incumple su obligación de pagarle al contratista cualquier parte del precio del contrato y sin que subsane dicho incumplimiento dentro de 5 días bancarios a partir de la comunicación escrita del contratista.
- c) Si la Comisión es declarada en quiebra o en estado de insolvencia.
- d) Si la Comisión se consolida o fusiona con otra persona o sufre una escisión.
- e) Si la Comisión cesa de ser un organismo público descentralizado propiedad de o controlado por el Gobierno Federal.
- f) Si la Comisión no acata la determinación del perito independiente.
- g) Si la Comisión incumple con otra obligación y dicho incumplimiento continúa por un periodo de 30 días contados a partir de la recepción.

2.35. NOTIFICACIÓN DE EVENTOS DE INCUMPLIMIENTO POTENCIALES

Ambas partes deberán notificar a la otra parte, a la brevedad posible, a partir de que se tenga conocimiento del incumplimiento.

2.36. TERMINACIÓN EN CASO DE RETRASO EN LA FECHA PROGRAMADA DE ACEPTACIÓN PROVISIONAL

En caso de que la Aceptación Provisional se retrase 60 días (ya sea continuos o acumulados) debido a Fuerza Mayor Gubernamental, cualquiera de las partes podrá dar por terminado el presente contrato con respecto a la SE afectada en la fecha que ocurra 30 días después de la expiración de dicho periodo de 60 días.

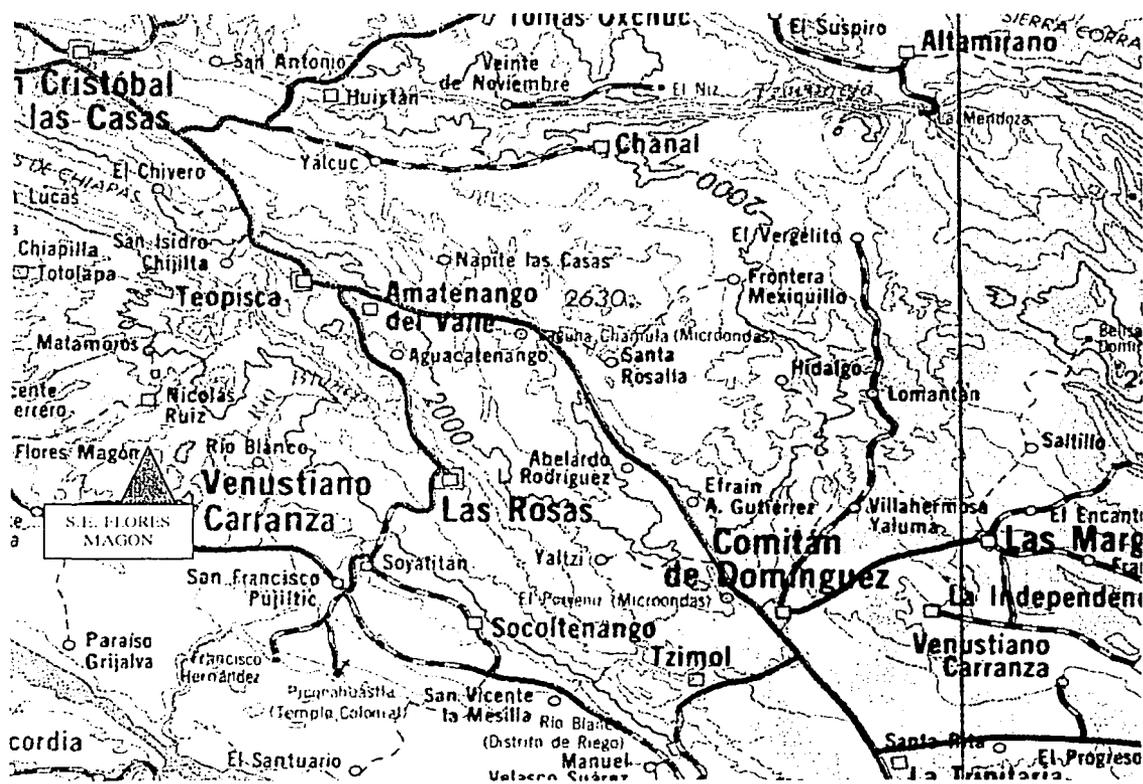
² LINEAMIENTOS DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA
DEPARTAMENTO DE CONCURSOS Y CONTRATOS ZONA SAN CRISTÓBAL. CFE.
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION DIVISIÓN SURESTE CFE.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

III. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA



MAPA 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA SUBESTACIÓN FLORES MAGÓN

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

Ubicación geográfica

La Subestación FLORES MAGÓN BCO.1 Y MVAR, se ubica en el Estado de Chiapas, Municipio de Venustiano Carranza (se anexa mapa de localización geográfica).

3.2. Bases del proyecto

La subestación FLORES MAGÓN BCO.1 Y MVAR consistirá en la construcción de una subestación nueva de transformación para distribución y constará de:

- Un transformador trifásico de 7.5/9.375 MVA con tensiones de 115/13.8 kV.
- 1 bahía en 115 kV para la llegada de la línea de subtransmisión que enlazarán esta subestación como derivación con las subestaciones Angostura y Schpoina.
- 3 alimentadores en 13.8 kV.
- Un banco de capacitores de 0.6 MVAR en 13.8 kV.

La subestación FLORES MAGÓN BCO.1 Y MVAR contará con los siguientes arreglos de barras:

- Barra principal en alta tensión, previendo para el futuro.
- Barra de transferencia en el nivel de 115 Kv.
- Barra principal-barra auxiliar en el nivel de Media Tensión, como se muestra en el diagrama unifilar simplificado anexo.

En los anexos se puede consultar el costo de ingeniería, costo de equipo primario y costos de montaje de equipo primario.

Diagrama unifilar simplificado de la Subestación.

Se muestra a continuación.

Diagrama Unifilar de Servicios Propios C.A. Y C.D.

Se muestra a continuación.

Planos básicos de la Ingeniería de Detalle:

Arreglo General Planta

Detalles de Montaje, Canalizaciones a Equipo

Disposición General de Equipo Planta

Disposición de Equipos Corte

Detalle de Montaje de Transformador de Potencia

Detalle de Montaje Herrajes y Conectores

Red de Tierras

Detalle de Montaje Red de Tierras

Trayectoria de Ductos

Alumbrado Exterior

Disposición de Equipos Caseta de Control

Arreglo de Charolas y Acceso de Trincheras en Caseta de Control

Red de Tierras y Blindaje Caseta de Control

Alumbrado y Contactos Caseta de Control

Se muestran a continuación.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

3.3. Caracterización del sitio

Altitud (msnm).....	780
Temperatura máxima extrema (°C).....	32
Temperatura mínima extrema (°C).....	19
Velocidad máxima de viento (Km/h).....	95
Días con heladas por año.....	0.0
Humedad relativa promedio Mensual del mes más alto (%).....	75
Máxima precipitación pluvial del mes en 24 horas (mm).....	61
Coefficiente sísmico de terreno firme (g) ^[1]	0.36
Coefficiente sísmico de terreno semi-firme (g) ^[1]	0.64
Coefficiente sísmico de terreno compresible (g) ^[1]	0.64
Nivel de contaminación.....	LIGERA
Tipo de contaminación (salina, industrial, otra).....	VEGETAL

[1] Los valores indicados para los coeficientes sísmicos deberán ser considerados únicamente para el diseño de los diferentes elementos estructurales, edificaciones y cimentaciones requeridos en esta obra; no así para los equipos primarios, los cuales deberán ser diseñados con base en lo indicado en las Características Particulares correspondientes a cada equipo.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

3.4. Parámetros eléctricos

TENSIONES DE SISTEMA Y NIVELES DE AISLAMIENTO		
Tensión nominal del sistema (kV)	Tensión máxima del sistema (kV)	Nivel básico de aislamiento al impulso (kV)
115	123	550
13.8	15.5	110

Los sistemas para los niveles de tensión de (13,8 a 34,5 kV) son en conexión estrella con neutro sólidamente aterrizado. Los sistemas anteriores operarán a una frecuencia nominal de 60 Hz.

NIVELES DE CORTOCIRCUITO		
Nivel de tensión (kV)	Falla monofásica (kA)	Falla trifásica (kA)
115	2.1	2.3
13.8	3.1	2.9

Los valores de corrientes de cortocircuito mostrados servirán para el diseño de los diferentes elementos constitutivos de la subestación y no deberán relacionarse con los valores de capacidades interruptivas ni corrientes de corta duración asociados a los equipos, mismos que se indican en las características particulares correspondientes a cada equipo.

DISTANCIAS DE FUGA MÍNIMAS PARA AISLAMIENTOS		
CONCEPTO	Nivel de tensión	
	115 Kv	13,8 kV
Distancia de fuga unitaria (mm/kV de fase a fase)	20	20
Distancia de fuga total (mm)	2460	310
Concentración de Contaminación Método de Niebla Salina (kg/m ³)	14	14

Las distancias eléctricas (distancia entre fases, de fase-tierra, entre fases de circuitos diferentes; altura de cimientos, de partes vivas, de las barras, de llegada de línea, de cables de guarda, etc.) para el diseño de esta obra deberán sujetarse a las indicadas en el plano de Arreglo General.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR



SUBESTACIONES PIDIREGAS

3.5. MONTAJE DE FIERRO ESTRUCTURAL

S.E. FLORES MAGÓN

DESCRIPCIÓN	PESO UNIT.	PZ.	PESO TOTAL	
FIERRO ESTRUCTURAL C-115	1318.99	4	5275.96	KG
FIERRO ESTRUCTURAL T-115 A	491.02	4	1964.08	KG
FIERRO ESTRUCTURAL T-115 B	533.05	2	1066.1	KG
SOPORTES APARTARRAYOS 115 KV	152.71	6	916.26	KG
ADICIÓN DE 13.8 KV.	1641.98	3	4925.94	KG
BAHÍA DE 13.8 KV.	2777.36	1	2777.36	KG
SOPORTES TSP Y TP'S 13.8 KV	90.48	2	180.96	KG
PESO TOTAL			17106.66	KG

NOTA:

LOS PESOS MENCIONADOS SON ÚNICAMENTE DE REFERENCIA, YA QUE EL PESO DEFINITIVO DEPENDERÁ DEL FABRICANTE QUE SUMINISTRE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS MAYORES Y MENORES.

MEMORIAS DE CÁLCULO - BUSES

1.- INTRODUCCIÓN

Memoria de cálculo de distancias dieléctricas para la S.E. Flores Magón Bco. 1, de 115/13.8 kV, ubicada en el Municipio de Venustiano Carranza, Chiapas, México, teniendo como prioridad la seguridad, la eficiencia, la continuidad del servicio y la economía para la instalación, por lo cual se emite la presente memoria técnica que justifica las dimensiones que deberá tener el arreglo de barras.

Para tal motivo se realizaron los siguientes cálculos:

- a) Selección de las cadenas de aisladores.
- b) Distancias mínimas recomendadas.

Altura de barras al Nivel de piso terminado.
Altura de remate de las líneas de transmisión.

2.- OBJETIVO

Determinar las características de los buses de la subestación de 115/13.8 kV.

3.- DATOS

3.1.- Características eléctricas

Voltaje nominal	115/13.8 kV	
Transformador trifásico,	7.5/9.375 MVA	
Número de alimentadores	1 del lado de A.T. 3 del lado de B.T.	
Número de fases	3	
Banco de Capacitores	0.6 MVAr en 13.8 kV	
Tensión Nominal	115 kV	13.8 kV
Distancia de fuga	2460 mm	310 mm
Cantidad de aisladores	8 piezas	2 piezas
Distancia de fuga obtenida	3456 mm	864 mm
Peso propio de la cadena de aisladores	49.36 kg	12.34 kg
Distancia de fase a tierra	1.1 m	0.22 m
Distancia M conductor al terreno	6.54 m	5.31 m
Distancia de fase a fase	2.20 m	0.374 m
Altura de partes vivas de equipos al nivel de piso Terminado	3.59 m	2.46 m
Altura de remate de las líneas de transmisión	5.74 m	5.09 m
Distancia Horizontal	2.00 m	1.12 m
Distancia Vertical	3.40 m	2.52 m

3.2.- Datos geográficos y ambientales

Altura sobre el nivel del mar	780 msnm
Presión barométrica	695 mm de Hg
Temperatura mínima extrema	190C
Temperatura máxima extrema	320C
Velocidad de viento máxima	95 Km/h
Humedad relativa promedio mensual	75%
Máxima precipitación pluvial en 24 hrs.	61 mm
Nivel de contaminación	Ligera
Tipo de contaminación	Vegetal

3.3.- Datos cables y tubos

Ver anexo 1

4.- NORMATIVIDAD

Este proyecto eléctrico cumplirá con Normas y Especificaciones de la Comisión Federal de Electricidad, Norma Oficial Mexicana NOM-001 -SEDE- 1999 y la Ley de Servicio Público de la Energía Eléctrica.

5.- CÁLCULO

5.1.- CÁLCULO PARA EL ÁREA DE ALTA TENSIÓN (115 kV)

5.1.1.- Altura de barras al nivel de piso terminado

$$H_b = 5.0 + (0.0125 \times kV_{max})$$

Donde: h_b = Altura de barras al nivel de piso terminado

Sustituimos:

$$H_b = 5.0 + (0.0125 \times 123) = 6.54 \text{ m}$$

5.2.- Cálculo para el área de media tensión (13.8 kV)

5.2.1.- Altura de barras al nivel de piso terminado

$$H_b = 5.0 + (0.0125 \times kV_{max})$$

Donde: h_b = Altura de barras al nivel de piso terminado

Sustituimos:

$$H_b = 5.0 + (0.0125 \times 15.5) = 5.19 \text{ m}$$

5.2.2.-Cargas estáticas

Unos de los factores básicos en la selección del conductor es su peso y los pesos adicionales que causan la reflexión del tubo.

Y para calcular la longitud máxima de claros entre apoyos se utiliza la siguiente formula

$$f = \frac{1}{200} L$$

Donde:

W_t = carga total (lb)

L = Claro

E = Modulo de elasticidad

f= flecha

W = Peso unitario del tubo (lb/pie)

I = Momento de inercia de la sección (plg^4)

$$f = \frac{5IV_1 L^3}{384EI}$$

$$L = \left[\frac{384 \times 12 EI}{200 \times 5IV_1} \right]^{1/3}$$

Para el caso de la S.E. Flores Magon se tienen los siguientes datos:

$$\begin{aligned} W &= 3.185 \text{ lb/pie} \\ E &= 17 \times 10^6 \text{ (lb/plg}^2\text{)} \\ I &= 0.31799 \text{ plg}^4 \end{aligned}$$

$$L = \left[\frac{384 \times 12 \times 17^6 \times 0.31799}{200 \times 5 \times 3.185} \right]^{1/3} = 7821056.201 \text{ plg}$$

$$L = 5.046 \text{ m}$$

5.2.3 Esfuerzos electromecánicos

Estos esfuerzos son producidos por las corrientes de cortocircuito del sistema que se trate.

F = fuerza lateral o vertical por cortocircuito (lb)

$$F_{cc} = 27.6 \frac{I_{cc}^2}{D} \times 10^6 \times L$$

I_{cc} = Valor de la corriente del cortocircuito (A)

L = longitud del claro (pie)

d = Distancia entre ejes de conductores de fases diferentes (plg)

k = Constante cuyo valor depende del tipo de cortocircuito y de la colocación física de los conductores

Para el caso de la subestación Flores Magón se tienen los siguientes datos

$$\begin{aligned} I_{cc} &= 3100 \text{ A} \\ D &= 24.015 \text{ (plg)} \\ L &= 16.541 \text{ (pie)} \\ K &= 1 \end{aligned}$$

$$F_{cc} = 27.6 \frac{3100^2}{24.015} \cdot 10^6 \cdot 16.541 = 18.26 \text{ lb / pie}$$

Esfuerzo debido al viento.

Este esfuerzo se debe a la velocidad del viento, que produce una presión en la superficie del conductor.

Donde

P= presión del viento (kg/m²)

V= velocidad del viento(m/s)

Para el caso de tubos se usara la formula:

$$P = 0.075v^2$$

$$P = 0.075(26.38)^2$$

$$P = 52.19 \text{ kg/m}^2$$

El cálculo de la fuerza en el tubo debida a la presión del viento se calcula de la siguiente formula:

$$F_v = P \times L \times d$$

$$F_v = 52.19 \times 4.267 \times 0.4826 = 107.472 \text{ Kg}$$

5.2.4 Efecto corona

Es una descarga causada por la ionización del aire que rodea al conductor cuando este se encuentra energizado.

Y se calcula con la siguiente expresión:

$$C_s > 1 \dots \text{siendo} \dots C_s = \frac{V_o}{V}$$

El efecto corona desaparece cuando Cs es mayor o igual a 1

$$V_o = 69m\delta^{2/3}(1 - 0.07r)r \log_{10} \frac{DMG}{r} \times 100 \text{ cm}$$

$$DMG = \sqrt[3]{d_m \cdot d_{bc} \cdot d_{cn}}$$

V_o = Tensión crítica disruptiva en kv de fase a neutro

V = Tensión del conductor en KV de fase a neutro

C_s = Coeficiente de seguridad

m = Factor de superficie mf x ms

δ = Factor de densidad del aire

r = radio del circulo (cm) sobre los que están colocados los n conductores

n = numero de conductores por fase

DMG Distancia media geométrica (m)

RMG Radio medio geométrico

D_{ab} = Distancia entre centros de las fases AB (m)

D_{bc} = Distancia entre centros de fases BC (m)

d_{ca} = Distancia entre centros de las fases CA(m)

Para nuestro calculo

$M_f = 1$, $m_s = 0.9$ por lo que $m = 0.90$

Factor de densidad del aire

$$\delta = \frac{3.92 \times b}{273 + t}$$

Donde:

b = Presión atmosférica en cm de columna de mercurio

t = temperatura ambiente en grados Celsius

Para las condiciones climatológicas de Venustiano Carranza

$$\delta = \frac{3.92 \times 69.5}{273 + 30} = 0.899$$

$$\delta^{2/3} = 0.9316$$

El numero de conductores por fase es $n = 1$

$$DMG = \sqrt[3]{(0.610) \times (0.610) \times (1.220)} = 0.768 \text{ m}$$

$$V_o = 69 \times 0.90 \times (0.9316 \times 0.662) \times 4.826 \log_{10} \frac{76.80}{4.826} = 222.11 \text{ KV}$$

Por lo que

$$C_s = \frac{384.7090}{115} = 3.34$$

$3.34 > 1$ por lo que el efecto corona no aparecerá

ANEXO 1 PROPIEDADES FISICAS DE LOS CONDUCTORES

PROPIEDADES FISICAS DE LOS CABLES DE COBRE. COBRE RECOCIDO CON CONDUCTIVIDAD DE 100%

CALIBRE		NUM. DE ALAMBRES	DIAM. DE ALAMBRE mm	DIAM. DE CABLE mm	AREA mm ²	PESO KG/KM	TIPO RECOCIDO CON 100% DE CONDUCTIVIDAD			CAP. DE COND. DE CORRIENTE CABLE DESNUDO (AMPERES)	
MCM	AWG						RESIST. MAX A LA C.D. 20 C /Km		CARGA MAX. DE RUPTURA KG	INT 30° C	EXT 30° C
26.25	6	7	1.554	4.115	13.3	118.3	1.296		360		
41.74	4	7	1.961	5.189	21.15	188	0.815		572	100	135
66.37	2	7	2.474	6.543	33.62	299	0.512		910	135	185
105.3	1/0	7	1.892	8.252	53.48	475.4	0.322		1391	184	248
133.1	2/0	7	2.126	9.266	67.43	599.5	0.255		1754	216	286
167.8	3/0	7	2.388	10.404	85.01	755.9	0.203		2212	250	335
211.6	4/0	7	2.68	11.684	107.2	953.2	0.161		2798	296	338
250		12	3.665	15.24	126.64	1148.6	0.138		3295	331	434
500		19	4.12	20.59	253.35	2297.5	0.069		6591	525	670

PROPIEDADES DE LOS TUBOS DE COBRE ESTANDAR CON 98% DE CONDUCTIVIDAD

DIAMETRO NOMINAL plg	DIAM DEL TUBO CM ext	DIAM DEL TUBO CM int.	GRUESO DE LA PARED	AREA CM ²	PESO KG/M	MOMENTO DE INERCIA I (CM) ³	MODULO DE SECCION S= (CM) ³	LIMITE ELASTICO KG	RESISTENCIA A LA C.D. 20°C MICROOHM POR	CAPAC. DE COND. DE CORR. 30°C	
										INTER.	INTEMP.
3/4	2	2.667	2.087	0.289	2.162	1.93	1.55	1.1628	2433	81.31	512 680
1	2.5	3.34	2.697	0.321	3.046	2.73	3.5104	2.1024	3427	57.72	675 860
1 1/4	3.2	4.216	3.474	0.37	4.478	3.98	8.3578	3.9656	5039	39.26	675 1130
1 1/2	4	4.826	4.064	0.381	5.319	4.74	13.2361	5.4847	5983	33.06	1025 1285
2	5	6.032	5.237	0.398	7.036	6.26	28.0705	9.3061	7915	24.99	1300 1585
2 1/2	6	7.302	6.35	0.476	10.21	9.1	59.7706	16.3722	11489	17.22	1700 2010

29-1

MEMORIAS DE CÁLCULO – DISTANCIAS DIELECTRICAS

1.- INTRODUCCIÓN

Memoria de cálculo de distancias dieléctricas para la S.E. Flores Magón Bco. 1, de 115/13.8 kV, ubicada en el Municipio de Venustiano Carranza, Chiapas, México, teniendo como prioridad la seguridad, la eficiencia, la continuidad del servicio y la economía para la instalación, por lo cual se emite la presente memoria técnica que justifica las dimensiones que deberá tener el arreglo de barras.

Para tal motivo se realizaron los siguientes cálculos:

- a) Selección de las cadenas de aisladores.
- b) Distancias mínimas recomendadas.

Distancia de fase a tierra.
Distancia del conductor al terreno.
Distancia de fase a fase.
Altura de partes vivas de equipos al nivel de piso terminado.
Altura de barras al Nivel de piso terminado.
Altura de remate de las líneas de transmisión.

- c) Distancias de Seguridad

- Distancia Horizontal
- Distancia Vertical

2.- OBJETIVO

Determinar las características de aislamiento, y las distancias dieléctricas de la subestación de 115/13.8 kV.

3.- DATOS

3.1.- Características eléctricas

Voltaje nominal	115/13.8 kV
Transformador trifásico,	7.519.375 MVA
Número de alimentadores	1 del lado de A.T. 3 del lado de B.T.
Número de fases	3
Banco de Capacitores	0.6 MVAR en 13.8 kV

3.2.- Datos geográficos y ambientales

Altura sobre el nivel del mar	780 msnm
Presión barométrica	695 mm de Hg
Temperatura mínima extrema	190C
Temperatura máxima extrema	320C
Velocidad de viento máxima	95 Km/h
Humedad relativa promedio mensual	75%
Máxima precipitación pluvial en 24 hrs.	61 mm
Nivel de contaminación	Ligera
Tipo de contaminación	Vegetal

3.3.- Datos de cadenas de aisladores

Aislador de porcelana tipo suspensión con calavera y bola para niebla

Marca	Jacob and Jacob
Catálogo	1.204.4Q
Clase NEMA	52-5
Norma ANSI	C 29-2-1992
Diámetro máximo del aislador	255 mm
Distancia de fuga	432 mm
Peso nominal del aislador	6.17 kg

4.- NORMATIVIDAD

Este proyecto eléctrico cumplirá con Normas y Especificaciones de la Comisión Federal de Electricidad, Norma Oficial Mexicana NOM-001 -SEDE- 1999 y la Ley de Servicio Público de la Energía Eléctrica.

5.- CÁLCULO

5.1.- CÁLCULO PARA EL ÁREA DE ALTA TENSION (115 kV)

5.1.1.- Selección de las cadenas de aisladores

Para el tipo de contaminación ligera de acuerdo a la tabla 7 de la especificación CFE L0000-06 de coordinación de aislamiento, se puede tomar una distancia de fuga unitaria de fase a fase de 16 mm/kV, pero se usará el valor de 20 mm/kV, de acuerdo a las descripciones particulares de proyecto, por lo que la distancia de fuga total es:

$$d = k_{fe} \times kV_{\max} \times k_d = 20 \times 123 \times 1 = 2460 \text{ mm}$$

Se usan aisladores de porcelana tipo suspensión con una distancia de fuga de 432 mm, el número de aisladores requerido es:

$$\text{Número de aisladores} = \frac{\text{Distancia de fuga total}}{\text{Distancia de fuga por aislador}}$$

$$\text{Número de aisladores} = \frac{2460}{432} = 5.69$$

$$\text{Número de aisladores} = 6$$

La longitud total de la cadena por distancia de fuga es:

$$6 \times 146 \text{ mm} = 876 \text{ mm}$$

5.1.2.- Distancias mínimas recomendadas

5.1.2.1.- Distancia de fase a tierra

$$d_{ft} = \frac{(TCF)_d}{550}$$

Donde: d_{ft} Distancia de fase a tierra.
 (TCF)_d Tensión crítica de diseño para flameo por rayo, en kV. Se calcula de acuerdo a la expresión siguiente:

$$(TCF)_d = \frac{K_h \text{ NBAI}}{G^m 0.961}$$

Donde:

K_h = Factor de corrección por humedad absoluta.

m = Exponente que depende de la configuración de los electrodos y tiene valor máximo de 1.0

G = Factor de corrección por densidad relativa de aire respecto a la correspondiente a condiciones estándar. (Temperatura ambiente de 25°C y presión barométrica 760 mm de Hg a nivel del mar).

$$G = \frac{0.392b}{273+t}$$

b = Presión barométrica, mm de Hg.

T = Temperatura ambiente en °C.

NBAI = Nivel básico de aislamiento al impulso por rayo, en kV.

Sustituyendo lo anterior tenemos:

$$G = \frac{0.392 \times 695}{273+19} = 0.93$$

Considerando humedad absoluta de 11 g/m³, $K_h = 1$

Para la (TCF)_d Sustituimos:

$$(TCF)_d = \frac{1}{0.93^1} \times \frac{550}{0.961} = 615.39 \text{ kV}$$

$$d_{ft} = \frac{615.39}{550} = 1.12 \text{ m}$$

De acuerdo con la especificación CFE LOOOO-06 de coordinación de aislamiento, la distancia mínima de fase a tierra debe ser de 1.1 m.

Por distancia de fase a tierra, el número de aisladores es:

$$\text{Número de aisladores} = \frac{1.1}{0.146} = 7.53$$

Número de aisladores = 8

La longitud total de la cadena por distancia de fase a tierra es:

$$8 \times 146 \text{ mm} = 1168 \text{ mm}$$

La distancia de fuga obtenida es:

$$D_{to} = 8 \times 432 \text{ mm} = 3456 \text{ mm}$$

El peso propio de la cadena de aisladores es de:

$$8 \times 6.17 \text{ kg} = 49.36 \text{ kg}$$

5.1.2.2.- Distancias del conductor al terreno

$$d_{ct} = 5 + 1.4 d_{ft}$$

Donde:

d_{ct} = Distancia mínima del conductor al terreno

Sustituimos:

$$d_{ct} = 5 + (1.4 \times 1.1) = 6.54 \text{ m}$$

5.1.2.3.- Distancia de fase a fase

$$D_{ff} = 2 \times d_{ft}$$

Donde: d_{ff} Distancia de fase a fase

Sustituimos:

$$D_{ff} = 2 \times 1.1 = 2.20 \text{ m}$$

5.1.2.4.- Altura de partes vivas de equipos al nivel de piso terminado

$$h_e = 2.30 + (0.0105 \times kV_{max})$$

Donde: h_e = Altura de partes vivas de equipos al nivel de piso terminado

Sustituimos:

$$h_e = 2.30 + (0.0105 \times 123) = 3.59 \text{ m}$$

5.1.2.5.- Altura de barras al nivel de piso terminado

$$H_b = 5.0 + (0.0125 \times kV_{max})$$

Donde: h_b = Altura de barras al nivel de piso terminado

Sustituimos:

$$H_b = 5.0 + (0.0125 \times 123) = 6.54 \text{ m}$$

5.1.2.6.- Altura de remate de las líneas de transmisión

$$H_1 = 5.0 + (0.006 \times kV_{\max})$$

Donde: h_e = Altura de remate de las líneas de transmisión

Sustituimos:

$$H_1 = 5.0 + (0.006 \times 123) = 5.74 \text{ m}$$

5.1.3.- Distancias de seguridad

5.1.3.1.- Distancia horizontal

$$d_h = d_{ft} + 0.9$$

Donde: d_h = Distancia horizontal

Sustituimos

$$D_h = 1.1 + 0.9 = 2.00 \text{ m}$$

5.1.3.2.- Distancia vertical

$$d_v = d_{ft} + 2.30$$

Donde: d_v = Distancia vertical

Sustituimos:

$$d_v = 1.1 + 2.30 = 3.40 \text{ m}$$

5.2.- Cálculo para el área de media tensión (13.8 kV)

5.2.1.- Selección de las cadenas de aisladores

Para el tipo de contaminación ligera de acuerdo a la tabla 7 de la especificación CFE LOOOO-06 de coordinación de aislamiento, se puede tomar una distancia de fuga unitaria de fase a fase de 16 mm/kV pero se usará el valor de 20 mm/kV, de acuerdo a las descripciones particulares del proyecto, por lo que la distancia de fuga total es:

$$d = k_{fe} \times kV_{\max} \times k_d = 20 \times 15.5 \times 1 = 310 \text{ mm}$$

Se usan aisladores de porcelana tipo suspensión con una distancia de fuga de 432 mm, el número de aisladores requerido es:

$$\text{Número de aisladores} = \frac{\text{Distancia de fuga total}}{\text{Distancia de fuga por aislador}}$$

$$\text{Número de aisladores} = \frac{310}{432} = 0.718$$

$$\text{Número de aisladores} = 1$$

La longitud total de la cadena por distancia de fuga es:

$$1 \times 146 \text{ mm} = 146 \text{ mm}$$

5.2.2.- Distancias mínimas recomendadas

5.2.2.1.- Distancia de fase a tierra

$$d_{ft} = \frac{(TCF)_d}{550}$$

Donde: d_{ft} = Distancia de fase a tierra.
 $(TCF)_d$ = Tensión crítica de diseño para flameo por rayo, en kV. Se calcula de acuerdo a la expresión siguiente:
 $(TCF)_d = K_h \text{ NBAI} G^m 0.961$

Donde: K_h = Factor de corrección por humedad absoluta.
 m = Exponente que depende de la configuración de los electrodos y tiene valor máximo de 1.0
 G = Factor de corrección por densidad relativa del aire respecto a la correspondiente a condiciones estándar. (Temperatura ambiente de 25°C y presión barométrica 760 mm de Hg a nivel M mar).

$$G = \frac{0.392b}{273+t}$$

b = Presión barométrica, mm de Hg.

T = Temperatura ambiente en %.

NBAI = Nivel básico de aislamiento al impulso por rayo, en kV.

Sustituyendo lo anterior tenemos:

$$G = \frac{0.392 \times 695}{273+19} = 0.93$$

Considerando humedad absoluta de 11 g/m^3 , $K_h = 1$

Para la $(TCF)_d$ Sustituimos:

$$(TCF)_d = \frac{1}{0.93^{1.0}} \times \frac{110}{0.961} = 123.08 \text{ kV}$$

$$d_{ft} = \frac{123.08}{550} = 0.22 \text{ m}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

De acuerdo con la especificación CFE LOOOO-06 de coordinación de aislamiento, la distancia mínima de fase a tierra debe ser de 0.22 m.

Por distancia de fase a tierra, el número de aisladores es:

$$\text{Número de aisladores} = \frac{0.22}{0.146} = 1.50$$

$$\text{Número de aisladores} = 2$$

La longitud total de la cadena por distancia de fase a tierra es:

$$2 \times 146 \text{ mm} = 292 \text{ mm}$$

a distancia de fuga obtenida es:

$$D_{fo} = 2 \times 432 \text{ mm} = 864 \text{ mm}$$

El peso propio de la cadena de aisladores es de:

$$2 \times 6.17 \text{ kg} = 12.34 \text{ kg}$$

5.2.2.2.- Distancias del conductor al terreno

$$d_{ct} = 5 + 1.4 d_{ft}$$

Donde: d_{ct} = Distancia mínima del conductor al terreno

Sustituimos:

$$d_{ct} = 5 + (1.4 \times 0.22) = 5.31 \text{ m}$$

5.2.2.3.- Distancia de fase a fase

$$D_{ff} = 1.7 \times d_{ft}$$

Donde: d_{ff} = Distancia de fase a fase

Sustituimos:

$$D_{ff} = 1.7 \times 0.22 = 0.374 \text{ m}$$

5.2.2.4.- Altura de partes vivas de equipos al nivel de piso terminado

$$h_e = 2.30 + (0.0105 \times kV_{max})$$

Donde: h_e = Altura de partes vivas de equipos al nivel de piso terminado

Sustituimos:

$$h_e = 2.30 + (0.0105 \times 15.5) = 2.46 \text{ m}$$

5.2.2.5.- Altura de barras al nivel de piso terminado

$$H_b = 5.0 + (0.0125 \times kV_{max})$$

Donde: h_b = Altura de barras al nivel de piso terminado

Sustituimos:

$$H_b = 5.0 + (0.0125 \times 15.5) = 5.19 \text{ m}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.2.2.6.- Altura de remate de las líneas de transmisión

$$H_1 = 5.0 + (0.006 \times \text{kVmax})$$

Donde: $h_e =$ Altura de remate de las líneas de transmisión

Sustituimos:

$$H_1 = 5.0 + (0.006 \times 15.5) = 5.09 \text{ m}$$

5.2.3.- Distancias de seguridad

5.2.3.1.- Distancia horizontal

$$d_h = d_{ft} + 0.9$$

Donde: $d_h =$ Distancia Horizontal

Sustituimos: $D_h = 0.22 + 0.9 = 1.12 \text{ m}$

5.2.3.2.- Distancia vertical

$$d_v = d_{ft} + 2.30$$

Donde

$d_v =$ Distancia vertical

Sustituimos:

$$d_v = 0.22 + 2.30 = 2.52 \text{ m}$$

6.- RESULTADOS

De acuerdo a los cálculos se tiene

Tensión Nominal	115 kV	13.8 kV
Distancia de fuga	2460 mm	310 mm
Cantidad de aisladores	8 piezas	2 piezas
Distancia de fuga obtenida	3456 mm	864 mm
Peso propio de la cadena de aisladores	49.36 kg	12.34 kg
Distancia de fase a tierra	1.1 m	0.22 m
Distancia M conductor al terreno	6.54 m	5.31 m
Distancia de fase a fase	2.20 m	0.374 m
Altura de partes vivas de equipos al nivel de piso terminado	3.59 m	2.46 m
Altura de barras al Nivel de piso terminado	6.54 m	5.19 m
Altura de remate de las líneas de transmisión	5.74 m	5.09 m
Distancia Horizontal	2.00 m	1.12 m
Distancia Vertical	3.40 m	2.52 m

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEMORIAS DE CÁLCULO – CABLES DE BAJA TENSIÓN

1.- INTRODUCCIÓN

La construcción de la Subestación Eléctrica Flores Magón Bco. 1, de 115/13.8 kV, ubicada en el Municipio de Venustiano Carranza, Chiapas, México, consistirá en una subestación nueva de transformación para distribución.

Como parte de las instalaciones eléctricas para el funcionamiento de la subestación eléctrica, se tienen circuitos en baja tensión para la distribución de energía a luminarias, contactos y equipos de servicios propios de la subestación eléctrica.

Por tal motivo se realizaron los siguientes cálculos:

1. Alimentadores (Ampacidad y Caída de tensión)
2. Protecciones

2.- OBJETIVO

Determinar las características de los conductores y sus protecciones de los circuitos del tablero de distribución "TA-C".

3.- DATOS

3.1.- Características eléctricas

Voltaje nominal de distribución en baja tensión	2201127 V.C.A.
Número de fases	3
Número de hilos	4

3.2.- Datos geográficos y ambientales

Altura sobre el nivel del mar	780 msnm
Presión barométrica	695 mm de Hg
Temperatura mínima extrema	19 °C
Temperatura máxima extrema	32 °C
Velocidad de viento máxima	95 Km/ h
Humedad relativa promedio mensual	75%
Máxima precipitación pluvial en 24 hrs.	61 mm
Nivel de contaminación	Ligera
Tipo de contaminación	Vegetal

3.3.- Datos de diseño

Como parámetros de diseño se toman las siguientes consideraciones:

El diámetro mínimo para la instalación de la tubería es de 19 mm (3/4").

El calibre mínimo de los conductores de alimentación es de 12 AWG, 90 °C en ambiente seco, para cargas de alumbrado en interiores.

El calibre mínimo de los conductores de alimentación es de 10 AWG, 90 °C en ambiente seco, para cargas de contactos.

El calibre mínimo de los conductores de alimentación es de 10 AWG, 90° C en ambiente seco, tipo multiconductor, para cargas de alumbrado o contactos en el patio de la subestación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El calibre mínimo de los conductores de alimentación es de 6 AWG, 90° C en ambiente seco, tipo multiconductor, para interruptores de mantenimiento en el patio de la subestación.

El factor de crecimiento a futuro es de 25%.

La caída de tensión máxima en circuitos derivados es de 3%.

La ampacidad de los conductores se debe considerar para un aislamiento de 60°C para circuitos protegidos con interruptores con calibración de hasta 100 Amperes; y aislamiento de 75°C para circuitos protegidos con dispositivos cuya calibración sea superior a los 100 Amperes.

En lo posible, el conductor de tierras debe ser del mismo calibre del conductor de alimentación.

La protección del tablero de alumbrado y contactos de la caseta de control es de 100 Amperes.

La protección para los circuitos de contactos es de 20 Amperes.

La protección para salidas de interruptores de mantenimiento es de 50 Amperes.

4.- NORMATIVIDAD

Este proyecto toma en cuenta las siguientes Normas y Especificaciones:

NOM-001-SEDE-1999	Norma Oficial Mexicana, instalaciones eléctricas (utilización).
CFE, sin número, 1999	Especificaciones de diseño de subestaciones de distribución.

5.- CÁLCULO

Para la selección de conductores en baja tensión se toma en cuenta el tipo de carga a alimentar.

Se comprueba que el conductor sea capaz de transportar la corriente de carga, que las pérdidas en el mismo sean menores al 3% de caída de tensión y que esté protegido por el dispositivo de sobrecorriente correspondiente.

Para lo anterior se realizan cálculos de alimentadores por ampacidad y caída de tensión, además de cálculo de protecciones correspondiente.

5.1.- Procedimiento de cálculo de alimentadores.

5.1.1.1.- Método por ampacidad

- Teniendo los circuitos distribuidos se toman las distancias de cada circuito.
- Se calcula la corriente nominal del circuito.
- Se obtienen los factores de corrección por temperatura y agrupamiento (FCT y FCA).
- Se calcula la corriente corregida aplicando los factores de temperatura y agrupamiento.
- Se calcula la corriente del conductor, se utiliza la tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE-1999 para la selección del calibre del conductor.

5.1.1.2.- Método por caída de tensión.

- Teniendo la corriente nominal y la distancia se busca la sección del conductor.
- Se selecciona la sección del conductor adecuada, de acuerdo a la sección por caída de tensión (ver tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE-1999).

Se comparan los calibres obtenidos por los 2 métodos, se selecciona el mayor conforme a las bases de diseño, y se calcula la caída de tensión para el calibre seleccionado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.2.- Procedimiento de cálculo de protecciones.

a. Con la corriente nominal del circuito, se calcula la corriente de protección.

b. Se selecciona la protección adecuada cuidando que sea mayor que la corriente de protección calculada y menor que la ampacidad del conductor del circuito.

5.3.- Ecuaciones empleadas

Para el cálculo de conductores en baja tensión se emplean las siguientes fórmulas:

5.3.1.- Cálculo de Alimentadores

$$EI = \sqrt{3} \times Ef$$

$I_{nominal} = \frac{w}{Ef \times f.p.}$ 1 Fase, 2 hilos (Fase - neutro)

$I_{nominal-f} = \frac{w}{EI \times f.p.}$ 1 fase, 2 hilos (fase - fase)

$I_{nominal} = \frac{w}{2 \times Ef \times f.p.}$ 1 fase, 3 hilos (fase - neutro - fase)

$I_{nominal} = \frac{w}{\sqrt{3} \times EI \times f.p.}$ 3 fases, 3 o 4 hilos

Método de Ampacidad

$$I_{corregida} = \frac{I_{nominal}}{FCT \times FCA}$$

$I_{conductor} = I_{corregida} \times 1.25$

Método por caída de tensión

$S = \frac{4 \times L \times I_{nominal}}{E_i \times e\%}$ 1 fase, 2 hilos (fase - neutro)

$S = \frac{4 \times L \times I_{nominal}}{E_i \times e\%}$ 1 fase, 2 hilos (fase - fase)

$S = \frac{2 \times \sqrt{3} \times L \times I_{nominal}}{E_i \times e\%}$ 3 fases, 3 o 4 hilos

Donde:

$I_{nominal}$ = Corriente nominal (Amperes).

$I_{corregida}$ = Corriente nominal corregida (Amperes).

$I_{conductor}$ = Corriente para determinar el calibre de; conductor (Amperes).

FCA = Factor de corrección de la corriente nominal por agrupamiento.

FCT = Factor de corrección de la corriente nominal por temperatura.

W

Carga eléctrica (watts).

L =

Longitud (m).

Ef

Tensión eléctrica de fase a neutro (volts).

EI

Tensión eléctrica de línea a línea (volts).

F.P.

Factor de potencia.

e%

Caída de tensión en por ciento.

S =

Área de sección transversal del conductor (mm²)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.3.2.- Cálculo de Protecciones

$$I_{protección} = I_{nominal} \times 1.25$$

Donde:

$I_{protección}$ = Corriente nominal para determinar la capacidad del interruptor (Amperes).

$I_{nominal}$ = Corriente nominal (Amperes).

5.4.- Ejemplo.

Para el circuito TA-C-07, del tablero TA-C

Uso:	Alumbrado de cuarto de control.
Tipo de instalación:	Aparente.
Forma de instalación:	Cable monopolar en tubería
Temperatura ambiente:	32.0 <>C
Tipo de aislamiento:	THW-LS, 90 °C retardador de flama, 600 V.C.A.
Potencia:	W= 829 W.
Factor de potencia:	f.p.= 0.90
Tensión:	E _r =127 V.C.A.
Sistema:	1 fase, 2 hilos (fase-neutro).
Caída de tensión máxima:	3%

Distancia total: Por ser un circuito de múltiples salidas, se obtiene el centro de carga:

$$L = \frac{3 \times 829 + 1.5 \times 616 + 2.2 \times 352 + 2.25 \times 264 + 2.25 \times 176 + 2.25 \times 88}{829} = 6.48 \text{ m}$$

Se calcula la corriente nominal del circuito:

$$I_{nominal} = \frac{829}{127 \times 0.90} = 7.253 \text{ Amperes}$$

Se obtienen los factores de corrección:

FCT (factor de corrección por temperatura) = 0.91

FCA (factor de corrección por agrupamiento) = 0.8

Se calcula la corriente corregida:

$$I_{corregida} = \frac{7.253}{0.914.80} = 9.963 \text{ Amperes}$$

Se calcula la corriente del conductor:

$$I_{conductor} = 9.963 \times 1.25 = 12.454 \text{ Amperes}$$

Usando la tabla 310-16 de la NOM-001 -SEDE-1 999, se obtiene el calibre del conductor.

Calibre del conductor:	14 AWG
Sección transversal:	2.082 mm ²
Ampacidad:	20 Amperes

Se calcula la sección M conductor para una caída máxima de 3%:

$$S = \frac{4 \times 6.48 \times 7.253}{127 \times 3} = 0.493 \text{ mm}^2$$

Usando la tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE-1999, se obtiene el calibre M conductor.

Calibre del conductor: 14 AWG (calibre mínimo de acuerdo a la NOM)
Sección transversal: 2.082 MM²
Ampacidad: 20 Amperes

Calibre óptimo

Se selecciona el calibre por consideraciones de diseño:

Calibre M conductor: 12 AWG
Sección transversal: 3.307 MM²
Ampacidad: 25 Amperes

La caída de tensión M conductor seleccionado es de:

$$e\% = \frac{4 \times 6.48 \times 7.253}{127 \times 3.307} = 0.45\%$$

Se calcula la corriente de protección:

$$I_{protección} = 7.253 \times 1.25 = 9.066 \text{ Amperes}$$

Con este valor se selecciona la protección, tomando en cuenta las calibraciones existentes en el mercado:

Interruptor termomagnético: 1 polo-1 5 Amperes, 10,000 A. simétricos.

El conductor mínimo de puesta a tierra, M circuito, correspondiente a la protección seleccionada es de:

Calibre M conductor: 14 AWG
Sección transversal: 2.082 MM²

El calibre de puesta a tierra seleccionado, por consideraciones de diseño, es de:

Calibre M conductor: 12 AWG
Sección transversal: 3.307 MM²

La capacidad M conductor corregida por los factores de temperatura y agrupamiento es de:

$$I_{cond. correg} = 25 \times 0.91 \times 0.80 = 18.20 \text{ Amperes}$$

El interruptor seleccionado protegerá la carga y el conductor, se encuentra dentro de los rangos indicados en la norma NOM-001-SEDE-1999 (Capítulo: 4.2 Alambrado y protección, Sección: 240 Protección contra sobrecorriente).

5.5.- Resultados.

Los resultados obtenidos para los cables de baja tensión, se presentan en el anexo 1.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CALCULO DE CONDUCTORES EN BAJA TENSION

TABLERO	CIRCUITO	Potencia	Volts	Inominal Amperes	Longitud (m)	Factor de Temperatura T	Factor de Ajustamiento FA	Cada Maxima et.	I corregida Amperes	Calculo por corriente			Calculo por cada de tension			Calibre optimo			
		A								Calibre		S mm ²	Calibre por cada		AWG	S(mm ²)	0%		
		Fase								Summ ²	AWG		S mm ²	AWG					
T.A.C	1	1392	220	4 059	20.5	0.9	1	3	4.46	5.575	2.042	14	1.502	2.042	14	10	5.28	0.88	
	2	1392	220	4 059	41.5	0.9	1	3.0	4.46	5.575	2.042	14	0.884	2.042	14	10	5.28	0.5	
	3	6930	220	19 245	41	0.9	1	3.0	21.148	26.435	5.26	10	4.141	5.26	10	112	13.3	0.93	
	4	6930	220	19 245	40	0.9	1	3	21.148	26.435	5.26	10	4.04	5.260	10	8	13.3	0.91	
	5	829	127	7 253	9.45	0.9	0.8	3	9.503	12.453	2.042	14	0.493	2.042	14	8	3.307	0.45	
	6	600	127	4 374	5.25	0.9	0.8	3	6.095	7.511	2.042	14	0.379	2.042	14	10	5.26	1.22	
	7	600	127	4 374	27.5	0.9	1	3	4.807	6.099	2.042	14	1.263	2.042	14	10	5.26	0.72	
	8	1090	127	8 749	9.45	0.9	1	3	9.614	12.018	2.042	14	0.888	2.042	14	10	5.28	0.51	
	9	3660	220	19 495	9.25	0.9	1	3	21.423	26.779	5.26	10	0.975	2.042	14	10	5.28	0.56	
	10	750	220	2 187	43	0.9	1	3	2.403	3.954	2.042	14	0.459	2.042	14	12	3.307	1.42	
	11	3660	220	19 495	11.3	0.9	1	3	21.423	26.779	5.26	10	1.335	2.042	14	10	5.26	0.76	
	12	DISPONIBLE	127																
	13	DISPONIBLE	220																
	14	DISPONIBLE	220																
	15	DISPONIBLE	127																
TOTAL	26783	220	78 097	9	0.9	1	1	83.082	103.852	33.62	2	11.067	13.3	6	2	33.62	0.35		

Circulo de 1 fase 2 polos(fase-fase)

TABLERO	CIRCUITO	POTENCIA W	VOLTS	Inominal Amperes	Proteccion		Conductor de tierra	
					I proteccion Amperes	Interruptor	Minimo AWG	Optimo AWG
T.A.C	1	1392	220	4 059	5 074	3P-15A	14	10
	2	1392	220	4 059	5 074	3P-15A	14	10
	3	6900	220	19 245	24 056	3P-50A	10	8
	4	6930	220	19 245	24 056	3P-50A	10	8
	5	829	127	7 253	9 066	1P-15A	14	12
	6	600	127	4 374	5 458	1P-20A	12	10
	7	600	127	4 374	5 494	1P-20A	12	10
	8	1090	127	8 749	10 938	1P-20A	12	10
	9	3660	220	19 495	24 329	2P-30A	10	10
	10	750	220	2 187	2 734	3P-15A	14	12
	11	3660	220	19 495	24 369	2P-30A	10	10
	12	DISPONIBLE	127			1P-115A		
	13	DISPONIBLE	220			3P-15A		
	14	DISPONIBLE	220			2P-30A		
	15	DISPONIBLE	127			1P-20A		
TOTAL	26783	220	78 097	SIN	SIN	8	2	

Temperatura ambiente 32°C

Temperatura de aislamiento de los conductores 90°C

Temperatura de cálculo por corriente 60 °C hasta protecciones de 100 Amperes

Temperatura de Cálculo por corriente 75 °C, protecciones mayores de 100 Amperes.

Factor de potencia considerado 0.90

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

MEMORIAS DE CÁLCULO – ALUMBRADO EXTERIOR

1.- INTRODUCCIÓN

La construcción de la Subestación Eléctrica Flores Magón Bco. 1, de 115/13.8 kV, ubicada en el Municipio de Venustiano Carranza, Chiapas, México, consistirá en una subestación nueva de transformación para distribución.

Como parte de la infraestructura de la subestación, se requiere de un sistema de iluminación en las bahías de alta, media tensión y el banco de transformación, para la seguridad y operación de la subestación.

Para tal motivo se realizaron los siguientes cálculos:

a) Iluminación, por el método de punto por punto.

2.- OBJETIVO

Determinar las características de distribución de la luminarias necesarias para el alumbrado del patio de la subestación.

3.- DATOS

3.1.- Características eléctricas

Voltaje nominal de distribución en baja tensión	2201127 V.C.A.
Número de fases	3
Número de hilos	4

3.2.- Datos geográficos y ambientales

Altura sobre el nivel del mar	780 msnm
Presión barométrica	695 mm de Hg
Temperatura mínima extrema	19 °C
Temperatura máxima extrema	32 °C
Velocidad de viento máxima	95 Km/h
Humedad relativa promedio mensual	75%
Máxima precipitación pluvial en 24 hrs.	61 mm
Nivel de contaminación	Ligera
Tipo de contaminación	Vegetal

3.3.- Datos de niveles de iluminación requeridos

Local	Nivel de Iluminación (luxes)	
	Preferible	Mínimo
Áreas Exteriores		
a) Zona de Equipo instalado y de paso:		
Iluminación general horizontal	20	
Iluminación general vertical (sobre equipo)	20	
b) Zona alrededor de la caseta de control		
Entrada principal	100	
c) Cerca o alambrado	2	

4.- NORMATIVIDAD

Este proyecto toma en cuenta las siguientes Normas y Especificaciones:

NOM-001-SEDE-19991	Norma Oficial Mexicana, instalaciones eléctricas (utilización).
NOM-025-STPS-1999	Norma Oficial Mexicana, relativa a las condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
Tabla	Sociedad Mexicana de Ingeniería en Iluminación (S.M.I.I.).
Sección 1 A 20-1987.	Illuminating Engineering Society
I.E.S.	Lighting Handbook.
CFE, sin número, 1999	Especificaciones de diseño de subestaciones de distribución.
CFE, sin número	Descripción de Proyecto, subestaciones 402 Orienta -Peninsular.

5.- CÁLCULO

Para la selección de las luminarias se consideró: el tipo y uso del área a iluminar, la altura de montaje, área ocupada por la zona a iluminar y el trabajo que se llevará a cabo.

Una vez seleccionada la luminaria se busco el nivel de iluminación requerido con base a la especificación de C.F.E. y se calculó el número de luminarias a instalar, empleando para ello el método de punto por punto, el cual nos proporciona el nivel de iluminación en los puntos seleccionados; este método relaciona la curva de distribución de la luminaria instalada, su posición y distancia respecto al área a iluminar.

5.1.- Procedimiento de cálculo

Para la realización M cálculo de iluminación de punto por punto se toma en cuenta el siguiente procedimiento:

- a. Se determina el nivel de iluminación para el área de estudio.
- b. Se escoge el tipo de lámpara y la capacidad en lúmenes.
- c. Se selecciona la luminaria.
- d. Se determina el coeficiente de utilización para la luminaria escogida y las características de; área de estudio.
- e. Se determina el factor de pérdida luminosa de acuerdo a las características de la luminaria, lámpara y área de estudio.
- f. Se determina el número de luminarias requerido.
- g. Se distribuyen las luminarias de acuerdo al número requerido, la geometría del área y espaciamiento entre luminarias.
- h. De acuerdo a la distribución seleccionada se localizan puntos críticos para el cálculo matemático de la iluminación en ellos, comprobando el nivel requerido.
- i. Se obtienen distancias y ángulos del centro de cada luminaria a los puntos de cálculo.
- j. Se obtienen las contribuciones de cada luminaria a los puntos elegidos.
- k. La suma de todas las contribuciones nos da por resultado el nivel de iluminación esperado en el punto de cálculo.

El empleo de un programa de computadora agiliza el cálculo y se puede obtener un mayor número de puntos de estudio.

5.2.- Ecuaciones empleadas

Para el cálculo de iluminación punto por punto las fórmulas básicas empleadas son:

$$E = \frac{I \times \cos\theta}{D^2}$$

$$D^2 = L^2 + h^2$$

Donde:

- E = Nivel de iluminación resultante (luxes).
- θ = Ángulo formado por la luminaria y el punto por iluminar.
- D = Distancia desde la luminaria al punto por iluminar (m).
- I = Cantidad de iluminación obtenida respecto al ángulo θ (Candelas).
- L = Distancia horizontal del centro de la luminaria al punto por iluminar.
- h = Altura de montaje de la luminaria.

5.3.- Datos generales de las áreas.

En el caso del patio de la Subestación Eléctrica Flores Magón, se tiene un área por iluminar:

Área	Dimensiones					Acabados		
	Largo m	Ancho m	Altura m	Perímetro m	Área m ²	Muros	Pisos	Techo
Patio de S.E.	68.75	62.77		262.14	4399.99	sin	Grava	Sin

El área no es rectangular completamente.

5.4.- Ejemplo.

Cálculo del Área:

Características del área:

Patio de S.E.

- Largo: L= 68.75 m
- Ancho: W= 62.75 m
- Perímetro: p= 262.14 m
- Área: A= 4399.95 M2
- Muros: Sin
- Piso: Grava
- Techo: Sin

Nivel de iluminación requerido:

- 20 Lux en área de equipos.
- 2 Lux en cerca o alambrada.
- 100 Lux en el frente de j cuarto de control.

El tipo de lámpara a elegir es de Vapor de Sodio a Alta Presión (VSAP), es una opción aceptable por su alta eficiencia y larga vida. Los lúmenes que se requieren que sean emitidos por lámpara (LL), dependen de j área a iluminar por cada lámpara; considerando un espaciamiento de 2.0 veces la altura de montaje y una altura de instalación de 10 metros, tenemos:

$$LL_{min} = 4 \times \text{área} \times \text{Lux}$$

$$\text{área} = (\text{Espaciamiento} \times \text{Altura de instalación})^2 = (2.0 \times 10)^2 = 400 \text{ M2}$$

$$LL_{min} = 4 \times 400 \times 20 = 32,000 \text{ lúmenes}$$

Se eligen lámparas de sodio de alta presión de 400 Watts a 50,000 Lúmenes.

La luminaria seleccionada es un reflector, con lámpara H.1.D. de Vapor de Sodio a Alta Presión, de 400 Watts, con balastro de bajas pérdidas y alto factor de potencia, para operar a 220 V.C.A., 60 Hz., gabinete para uso intemperie, vidrio termo templado plano, óptica (curva NEMA) 6x5, Modelo: Halcón Mediano, Catálogo: 981-1, Marca: Holophane o equivalente.

Para una altura de instalación de 10.0 metros, y un plano de trabajo de 0.8 metros, la altura de montaje es de hrc= 9.2 metros.

El coeficiente de utilización (C.U.) para esta luminaria de acuerdo al área, se determina:

$$RCR = 5 \times hrc \times \frac{(L+W)}{(L \times W)} = 5 \times 9.2 \times \frac{(68.75 + 62.77)}{(68.75 \times 62.77)} = 140$$

pfc=20% Reflectancia de piso
 pfcc=0% Reflectancia de techo

pW=0% Reflectancia de muros

De las tablas de coeficientes de utilización de la luminaria seleccionada tenemos:

$$C.U.=0.63 @ RCR 2, C.U.=0.69 @ RCR 1 \quad \circ \quad C.U.=0.67 @ RCR 1.40$$

El factor de pérdida luminosa LLF es de:

Disminución de lúmenes para lámparas de vapor de sodio. 0.86
 Disminución de lúmenes para reflectores en área medianamente sucia con limpieza cada 12 meses: 0.83
 Disminución de lúmenes por balastro magnético ahorrador de energía con lámparas estándar: 0.95

$$LFF=0.86 \times 0.83 \times 0.95=0.68$$

El número mínimo de luminarias es de:

$$N = \frac{E \times A}{LixCUxLLF} = \frac{20 \times 4399.95}{50,000 \times 0.67 \times 0.68} = 3.86 \Rightarrow 4 \text{ Luminarias}$$

Por ser reflectores, el tipo de luminaria seleccionada, la distribución física de las unidades de alumbrado es en los linderos del área, apuntando los reflectores con un ángulo de 65°

Por geometría del área se emplean 6 reflectores.

Empleando el programa de cálculo de alumbrado Visual, versión 2.2, se obtienen los valores promedio de iluminación por el método punto por punto.

5.5.- Resultados.

5.5.1.- Resultados de niveles de iluminación.

Los niveles de iluminación obtenidos son los siguientes:

AREA	NIVEL DE ILUMINACIÓN REQUERIDO (luxes)	CANTIDAD (TIPO DE LUMINARIAS)	NIVEL DE ILUMINACIÓN PROMEDIO (luxes)
PATIO DE S.E.	20 10 FRENTE DE CUARTO DE CONTROL	6 REFLECTORES, VSAP 400 Watts 6 ARBOTANTES, VSAP 100 Watts	28 Arriba 100

5.5.2.- Tipos de luminarias.

Las luminarias a emplear son las siguientes:

LAMPARA			LUMINARIA				
Tipo de luminaria	Descripción	Tipo de Montaje	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Potencia (watts)	Flujo luminoso (lúmenes)
Reflector VSAP 400 W	Reflector, H.I.D. de Vapor de Sodio a Alta Presión, de 400 Watts, con balastro de bajas pérdidas y alto factor de potencia, para operar a 220 V.C.A., 60 Hz., gabinete para uso intemperie, vidrio termotemplado plano, óptica (curva NEMA) 6x5, Modelo: HALCÓN Mediano, Catálogo: 981-1, Marca: Holophane o equivalente.	En Horquilla	26.6	43.2	58.6	400	50,000
Arbotante VSAP 100 W	Unidad de alumbrado tipo arbotante H.I.D de Vapor de Sodio a Alta Presión, de 100 Watts, con balastro de bajas pérdidas y alto factor de potencia, para operar a 220 V.C.A., 60 Hz., gabinete para uso intemperie, refractor de cristal Modelo: WALLPACK III, Catálogo: Marca: Holophane o equivalente.	Arbotante	21.6	41.8	39.1	100	9,500

De acuerdo a los cálculos realizados, el alumbrado exterior con seis reflectores a 10 metros de altura serán suficientes para tener el nivel de iluminación requerido en el patio de la subestación; además se proyecta la instalación de arbotantes alrededor de la caseta de control para obtener el nivel de iluminación alrededor de la misma, con el objeto que se tenga uniformidad e iluminación en el perímetro y en la parte posterior de la caseta.

El perímetro o cerca de la subestación cumple con el nivel requerido; con la iluminación de los reflectores que proyectan hacia atrás y a los lados; dado que las unidades de iluminación se localizan en las inmediaciones M perímetro.

MEMORIAS DE CÁLCULO – SISTEMA DE ALUMBRADO DE LA CASETA DE CONTROL

1.- INTRODUCCIÓN

La construcción de la Subestación Eléctrica Flores Magón Bco. 1, de 115/13.8 kV, ubicada en el Municipio de Venustiano Carranza, Chiapas, México, consistirá en una subestación nueva de transformación para distribución.

Como parte de la infraestructura de la subestación, se cuenta con una caseta de control, donde se ubican los tableros de servicios propios, y los de control, medición y protección; los cuartos que conforman la caseta de control requieren de un sistema de iluminación, para la seguridad y operación de la subestación.

Para tal motivo se realizaron los siguientes cálculos:

a) Iluminación, por el método de punto por punto.

2.- OBJETIVO

Determinar las características de distribución de las luminarias necesarias para el alumbrado de los cuartos de la caseta de control.

3.- DATOS

3.1.- Características eléctricas

Voltaje nominal de distribución en baja tensión	220/127 V.C.A.
Número de fases	3
Número de hilos	4

3.2.- Datos geográficos y ambientales

Altura sobre el nivel del mar	780 msnm
Presión barométrica	695 mm de Hg
Temperatura mínima extrema	19 °C
Temperatura máxima extrema	32 °C
Velocidad de viento máxima	95 Km/h
Humedad relativa promedio mensual	75%
Máxima precipitación pluvial en 24 hrs.	61 mm
Nivel de contaminación	Ligera
Tipo de contaminación	Vegetal

3.3.- Datos de niveles de iluminación requeridos

Local	Nivel de Iluminación (luxes)	
	Preferible	Mínimo
Locales Interiores		
a)Cuarto de Baterías	200	100
b)Cuartos de Control		
Cara vertical de tableros	500	300
Cara de la sección duplex opuesta al operador	300	200
Área interior de; tablero duplex (pasillo)	100	60
Lado posterior de todos los tableros (vertical)	100	60
Alumbrado de emergencia en todas las áreas	30	20
c)Bodega	200	100

4.- NORMATIVIDAD

Este proyecto toma en cuenta las siguientes Normas y Especificaciones:

NOM-001-SEDE-1999	Norma Oficial Mexicana, instalaciones eléctricas (utilización).
NOM-025-STPS-1999	Norma Oficial Mexicana, relativa a las condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
Tabla Sección IA 20-1987.	Sociedad Mexicana de Ingeniería en Iluminación (S.M.H.).
I.E.S.	illuminating Engineering Society
CFE, sin número, 1999	Lighting Handbook.
CFE, sin número	Especificaciones de diseño de subestaciones de distribución.
	Descripción de Proyecto, subestaciones 402 Orienta -Peninsular.

5.- CÁLCULO

Para la selección de las luminarias se consideró: el tipo y uso del área a iluminar, la altura de montaje, área ocupada por la zona a iluminar y el trabajo que se llevará a cabo.

Una vez seleccionada la luminaria se busco el nivel de iluminación requerido con base a la especificación de C.F.E. y se calculó el número de luminarias a instalar, empleando para ello el método de punto por punto, el cual nos proporciona el nivel de iluminación en los puntos seleccionados; este método relaciona la curva de distribución de la luminaria instalada, su posición y distancia respecto al área a iluminar.

5.1.- Procedimiento de cálculo

Para la realización M cálculo de iluminación de punto por punto se toma en cuenta el siguiente procedimiento:

- a. Se determina el nivel de iluminación para el área de estudio.
- b. Se escoge el tipo de lámpara y la capacidad en lúmenes.
- c. Se selecciona la luminaria.
- d. Se determina el coeficiente de utilización para la luminaria escogida y las características del área de estudio.
- e. Se determina el factor de pérdida luminosa de acuerdo a las características de la luminaria, lámpara y área de estudio.
- f. Se determina el número de luminarias requerido.
- g. Se distribuyen las luminarias de acuerdo al número requerido, la geometría del área y espaciamiento entre luminadas.
- h. De acuerdo a la distribución seleccionada se localizan puntos críticos para el cálculo matemático de la iluminación en ellos, comprobando el nivel requerido.
- i. Se obtienen distancias y ángulos del centro de cada luminaria a los puntos de cálculo.
- j. Se obtienen las contribuciones de cada luminaria a los puntos elegidos.
- k. La suma de todas las contribuciones nos da por resultado el nivel de iluminación esperado en el punto de cálculo.

El empleo de un programa de computadora agiliza el cálculo y se puede obtener un mayor número de puntos de estudio.

5.2.- Ecuaciones empleadas

Para el cálculo de iluminación punto por punto las fórmulas básicas empleadas son:

$$E = I \times \cos\theta / D^2$$

$$D^2 = L^2 + h^2$$

Donde:

E = Nivel de iluminación resultante (luxes).

θ = Ángulo formado por la luminaria y el punto por iluminar.

D = Distancia desde la luminaria al punto por iluminar (m).

I = Cantidad de iluminación obtenida respecto al ángulo θ (Candelas).

L = Distancia horizontal del centro de la luminaria al punto por iluminar.

h = Altura de montaje de la luminaria.

5.3.- Datos generales de las áreas.

En el caso de la caseta de control de la Subestación Eléctrica Flores Magón, se tienen tres cuartos, las cuales definen las áreas por iluminar:

Área	Dimensiones				Área m ²	Acabados		
	Largo m	Ancho m	Altura m	Perímetro m		Muros	Pisos	Techo
Cuarto de Tableros	8.70	3.70	3.20	24.80	32.19	Repellado con pintura	Concreto pulido	Losa con pintura
Cuarto de Baterías	1.70	3.70	3.20	10.80	6.29	Repellado con pintura	Loseta	Losa con pintura
Bodega	1.70	3.70	3.20	10.80	6.29	Repellado con pintura	Concreto pulido	Losa con pintura

5.4.- Ejemplo.

Cálculo del Área:

Cuarto de Tableros

Características del área:

Largo: L= 8.70 m
 Ancho: W= 3.70 m
 Altura: h= 3.20 m
 Perímetro: p= 24.80 m
 Área: A= 32.19 m²
 Muros: Repellado con pintura vinílica.
 Piso: Concreto con acabado pulido.
 Techo: Losa con pintura vinílica.

Nivel de iluminación requerido:

300 a 500 Lux en cara vertical de tableros.
 60 a 100 Lux en cara vertical posterior de tableros

Dado que los niveles requeridos son en las caras verticales, se elige un nivel de iluminación de 450 lux en el plano horizontal, al frente de tableros, para hacer el cálculo y definir la posición de luminarias.

El tipo de lámpara a elegir es Fluorescente, es una opción aceptable por su alta eficiencia y larga vida. La potencia de lámpara fluorescente es de 38 watts color blanco frío, con 3,100 lúmenes iniciales.

La unidad de alumbrado seleccionada es una luminaria fluorescente tipo industrial, con dos lámparas de 38 watts, fluorescentes, color blanco frío, con balastro de alto factor de potencia, para operar a 127 V.C.A., Modelo: HIL, Catálogo: HIL-238-27, Marca: Holophane o equivalente.

Para una altura de instalación de 2.30 metros, y un plano de trabajo de 0.8 metros, la altura de montaje es de hrc=1.50 metros.

El coeficiente de utilización (C.U.) para esta luminaria de acuerdo al área, se determina:

$$RCR = 5 \times hrc \times \frac{(L + W)}{(L \times W)} = 5 \times 1.50 \frac{(8.70 + 3.70)}{(8.70 \times 3.70)} = 2.88$$

pfc=20% Reflectancia de piso
 pfcc=70% Reflectancia de techo
 pw=50% Reflectancia de muros

De las tablas de coeficientes de utilización de la luminaria seleccionada tenemos:

C.U.=0.65 @ RCR 2, C.U.=0.57 @ RCR 3 C.U.=0.64 @ RCR 2.88

El factor de pérdida luminosa LLF es de:

Disminución de lúmenes para lámparas fluorescentes: 0.92
 Disminución de lúmenes para luminarias abiertas en área limpia con limpieza cada 12 meses: 0.88
 Disminución de lúmenes por balastro magnético ahorrador de energía con lámparas estándar: 0.95

$$LLF = 0.92 \times 0.88 \times 0.95 = 0.77$$

El número mínimo de luminarias es de:

$$N = \frac{E \times A}{LL \times CU \times LLF} = \frac{450 \times 32.19}{3100 \times 0.64 \times 0.77} = 9.48 \Rightarrow 10 \text{ Lámparas} \Rightarrow 5 \text{ Luminarias}$$

Estas luminarias se colocan alrededor de la ubicación de los tableros, haciendo énfasis en el frente de los mismos.

Empleando el programa de cálculo de alumbrado Visual, versión 2.2, se obtienen los valores promedio de iluminación por el método punto por punto.

5.5.- Resultados.

5.5.11.- Resultados de niveles de iluminación.

Los niveles de iluminación obtenidos son los siguientes:

AREA	Nivel de iluminación requerido (luxes)	Cantidad (tipo de luminarias)	Nivel de iluminación promedio (luxes)
Cuarto de Tableros General	500	7 Industrial Fluorescente de 2 x 38 Watts.	549
Frente de Tableros SIMPLEX	300a500		329
Frente de Tableros de Servicios	300a500		398
Posterior de Tableros SIMPLEX	60a100		364
Cuarto de Baterías	100a200	1 Luminaria Colgante V.S.A. P. de 100 Watts	284
Bodega	100a200	1 Industrial, Fluorescente de 2 x 38 Watts.	292

5.5.2.- Tipos de luminarias.

Las luminarias a emplear son las siguientes:

LUMINARIA					LÁMPARA		
Tipo de luminaria	Descripción	Tipo de Montaje	Dimensiones		(cm)	Potencia (watts)	Flujo luminoso (lúmenes)
			Ancho	Largo	Alto		
Industrial, Fluorescente de 2x38 W	Luminaria fluorescente tipo industrial, con dos lámparas de 38 watts, fluorescentes, color blanco frío, con balastro de baja pérdidas y alto factor de potencia, para operar a 127 V.C.A., 60 Hz., Modelo: HIL, Catálogo HIL-238-27, Marca: Holophane o equivalente	Colgante	28.0	122.2	15.1	2x38	2x 3,100
Colgante VSAP 100 W	Unidad de alumbrado colgante, H. 1. D., a prueba de explosión, de Vapor de Sodio a Alta Presión, de 100 Watts, con balastro de bajas pérdidas y alto factor de potencia, para operar a 127 V.C.A., 60 Hz., refractor de cristal, óptica simétrica, Modelo PETROLUX, Catálogo 1970-CE-27, Marca: Holophane o equivalente.	Colgante	32.2	32.2	41.5	100	9,500

De acuerdo a los cálculos realizados, el alumbrado interior de la cuarto de control con siete luminarias fluorescentes a 2.30 metros de altura es suficiente para obtener los niveles de iluminación en los frentes de los tableros.

En el cuarto de baterías una luminaria de Vapor de Sodio a Alta Presión, proveerá el nivel de iluminación requerido.

La bodega únicamente requiere la instalación de una luminaria.

MEMORIAS DE CÁLCULO – RED DE TIERRAS

1. ANTECEDENTES

La construcción de la subestación de Flores Magón, Banco 1 y MVAR, consistirá en una subestación nueva de transformación para distribución; estará ubicada colindante con la carretera que une el poblado de San Francisco Pujilic y Venustiano Carranza, Estado de Chiapas, como parte de la infraestructura de la subestación se requiere un sistema de tierras para la seguridad y operación de la subestación.

2. OBJETIVO

El objeto de esta memoria es encontrar teóricamente el valor de resistencia de la malla de tierras para asegurar la operación de la subestación; también se calculan los valores de tensiones en la malla al momento de ocurrir una falla, para garantizar la seguridad del personal en las instalaciones.

3.- DATOS DEL DISEÑO

3.1 Datos del Terreno

RESISTIVIDAD DEL TERRENO	$\rho = 51.1 \Omega\text{-m}$ Arcilla con grava y arena	Valor medio
RESISTIVIDAD DEL PISO-PIES	$\rho_s = 5,000.0 \Omega\text{-m}$	Valor teórico
ESPESOR DE LA CAPA SUPERFICIAL	$h_s = 0.12 \text{ m}$	

3.2 Datos del sistema eléctrico

	LADO DE A.T.	LADO DE B.T.
POTENCIA DE CORTO CIRCUITO DE FALLA MONOFÁSICA A TIERRA	$I_{cc} = 2.100 \text{ KA}$	3.100 KA
	$P_{CC} = 241,500 \text{ KVA}$	$24,699 \text{ kVA}$
POTENCIA DEL TRANSFORMADOR	$P_T = 9,375 \text{ KVA}$	$9,375 \text{ KVA @Z\% = 9.0\%}$
TENSIÓN DE OPERACIÓN	$E = 115 \text{ KV}$	7.967 KV_{FN}
TIEMPO QUE DURA LA FALLA	$t = 0.500 \text{ segundos}$	0.500 sg.
FACTORES A CONSIDERAR A FUTURO	$125 \% \text{ DE CAPACIDAD A FUTURO}$	$2 \text{ Transf. En paralelo}$

3.3 Valores especificados de la malla

TENSIÓN TOLERABLE	$ECT = 1,200 \text{ Volts}$
TENSIÓN TOLERABLE	$EPT = 4,200 \text{ Volts}$
DIÁMETRO MÍNIMO DE CONDUCTOR	$d = 0.011 \text{ m calibre } 107.2 \text{ mm}^2 \text{ (4/0AWG)}$

4. NORMATIVIDAD

Este proyecto tomo en cuenta las siguientes normas y especificaciones:

NOM-001-SEDE 1999 Norma Oficial Mexicana, instalaciones eléctricas (utilización).
ANSI/IEEE std. 80-1986 IEEE Guide for safety in AC substation grounding.
CFE, sin número, 1999. Especificaciones de diseño de subestaciones de distribución.
CFE, sin número. Descripción de proyecto, subestaciones 402 Oriental-Peninsular.

5. CÁLCULO

El cálculo del sistema de tierra, consideró en primera instancia una malla mínima, tomando en cuenta los valores de contacto y de paso especificados, la malla se modificó para cumplir con los arreglos marcados en las especificaciones de diseño de subestaciones emitidas por CFE.

5.1 Determinación de la resistividad del terreno

Se realizó un estudio de resistividad del terreno, reportándose los siguientes resultados:

Método de Medición: Cuatro electrodos
Equipo de Medición Vibroground, Marca Nilson.

Resistencias Medidas.

Resistencia medida en Ohms ®									
LINEA DISTANCIA (m)	2	4	7	10	13	16	19	22	25
1	1,5	1,3	0,23	0,11	0,8	0,76	0,71	0,7	0,87
2	1,1	0,75	0,49	0,19	0,85	0,8	0,74	0,35	0,53
3	1,35	0,85	0,34	0,16	0,51	0,72	0,69	0,31	0,71

Para determinar la resistividad se emplea la siguiente formula:

$$\rho = 2\pi \times a \times R$$

Los valores de resistividad son:

Resistencia medida en Ohms ®									
LINEA DISTANCIA (m)	2	4	7	10	13	16	19	22	25
1	18.8	32.7	10.1	6.9	65.3	76.4	84.8	96.8	136.7
2	13.8	18.8	21.6	11.9	69.4	80.4	88.3	48.4	83.3
3	1.35	21.4	15.0	10.1	41.7	72.4	82.4	42.9	111.5

Resistividad en Ohms- metro		
Promedio	Máxima	Minima
58.7	136,7	6,9
48.4	88,3	11,9
46	111,5	10,1

Total	51.1	112,2	9,6
-------	------	-------	-----

Valor de resistividad del terreno para considerar en el calculo: 51.1 Ohms- metro

5.2 Cálculo de la resistencia del sistema de tierras

La resistencia total del sistema se determina con el siguiente grupo de fórmulas que considera la resistencia del cable de malla, de las varillas y la resistencia mutua entre varillas y malla.

$$R = \frac{R_1 R_2 - R_{12}^2}{R_1 + R_2 - 2R_{12}} \quad R = \text{Resistencia del sistema, en Ohms.}$$

$$R_1 = \frac{\rho}{\pi l_m} \left[L n \left(\frac{2l_m}{h} \right) + K_1 \frac{l_m}{\sqrt{A}} - k_2 \right]$$

$$R_2 = \frac{\rho a}{2n \pi l_2} \left[\left(\frac{8l_2}{d_2} \right) - 1 + 2K_1 \frac{l_2}{\sqrt{A}} (\sqrt{n} - 1) \right]$$

$$R_{12} = \frac{\rho a}{\pi l_m} \left[L n \left(\frac{2l_m}{l_2} \right) + K_1 \frac{l_m}{\sqrt{A}} - K_2 + 1 \right]$$

$$H' = \sqrt{dh} \quad A = ab$$

$$K_1 = -0.44 \frac{a}{b} + 1.41 \quad \text{para } h=0$$

$$K_2 = 0.15 \frac{a}{b} + 5.50 \quad \text{para } h = 0$$

R_1 = Resistencia de la malla, en Ohms.

R_2 = Resistencia de todas las varilla, en Ohms.

R_{12} Resistencia mutua entre malla y varillas, en Ohms.

ρ = Resistividad vista por la malla, en Ohms-metro.

ρ_a = Resistividad vista por varillas, en Ohms-metro.

L_m = Longitud de la malla, en metros.

l_2 = Longitud promedio de varillas, en metros.

h = Profundidad de la malla, en metros.

A = Área cubierta por la malla, en metros cuadrados.

n = Número de varillas.

K_1, K_2 = Constantes relativas a la geometría de la malla.

d = Diámetro del conductor de la malla, en metros.

d_2 = Diámetro de las varillas, en metros.

a = Lado corto de la malla, en metros.

b = Lado largo de la malla, en metros.

D = Separación entre conductores.

D_a = Separación entre conductores, lado corto.

D_b = Separación entre conductores, lado largo.

El arreglo de la malla propuesta es la siguiente:

$$b = 58.5 \text{ m}$$

$$a = 58.5 \text{ m} \quad \text{Se toma en cuenta el tamaño del predio Db} \quad \text{Se toma en cuenta el tamaño del predio}$$

$$n_b = 7 \quad D_a = 58.51(7-1) = 9.75 \text{ m}$$

$$n_a = 7 \quad D_b = 58.51(7-1) = 9.75$$

$$n = 17 \quad D = (9.75+9.75)/2 = 9.75$$

$$h = 06 \text{ m}$$

$$l_2 = 3 \text{ m} \quad l_v = 17 \times 3 = 51.00 \text{ m}$$

$$\rho = 51.06 \text{ n-m}$$

$$\rho_a = 51.06 \text{ } \Omega\text{-m} \quad \rho_a = \rho$$

$$d = 0.0110 \text{ m} \quad \text{Se elige un calibre 4/0 AWG (107.2mm}^2\text{)} \text{ por ser el mínimo recomendado}$$

$$d_2 = 0.0160 \text{ m} \quad \text{Se eligen varillas de 5/8" de diámetro}$$

$$\begin{aligned}
 A &= 58.5 \times 58.5 & &= 3422.25 \text{ mm} \\
 I_m &= 58.5 \times 7 + 58.5 \times 7 & &= 819.00 \text{ m} \\
 h' &= \text{raiz}(0.0114.6) & &= 0.0812 \\
 1/10 \text{ raiz}(3422.25) & & &= 5.8500 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$K_1 = -0.04 \times 58.5 / 58.5 + 1.411 = 1.370$$

$$K_2 = 0.15 \times 58.5 / 58.5 + 5.50 = 5.650$$

$$R_1 = 0.4652 \text{ Ohms}$$

$$R_2 = 1.2243 \text{ Ohms}$$

$$R_{12} = 0.4134 \text{ Ohms}$$

R = 0.4621 Ohms LA MALLA CUMPLE CON LOS VALORES DE RESISTENCIAS ESPECIFICADOS

5.3. Cálculo de corriente de falla monofásica

5.3.1 Cálculo de falla monofásica en el lado de alta tensión de retorno por malla.

Considerarnos la corriente del lado de alta tensión, ya que es la corriente de falla que retorna por la malla del sistema de Transmisión.

Por desconocerse el valor de impedancia de secuencia cero (Z_0), la consideramos del mismo valor que la de secuencia positiva, es decir:

$$I_0 = \frac{E}{Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3Z_a} = \frac{E}{3Z_1 + 3Z_a} = \frac{E}{3(Z_1 + Z_2)}$$

$$I_{cc} = I_f = 3I_0$$

$$I_b = \frac{P_b}{3E_b}$$

$$E_{pu} = \frac{E}{E_b}$$

$$Z_{1pu} = \frac{P_b}{P_{cc}} \times \frac{E^2}{E_b^2}$$

$$Z_{apu} = \frac{Z_a P_b}{1000 E_b^2}$$

$$I_0 = I_{0pu} I_b$$

Donde

Z_1 = Impedancia de secuencia positiva, en Ohms.
 Z_2 = Impedancia de secuencia negativa, en Ohms.
 Z_0 = Impedancia de secuencia cero, en Ohms.
 Z_a = Impedancia de tierra, en Ohms.
 Z_{apu} = Impedancia de tierra por unidad.
 Z_{1pu} = Impedancia de secuencia positiva, por unidad.
 R = Resistencia del sistema, en Ohms.
 E = Tensión de operación, en Kilo Volts
 E_b = Voltaje base, en Kilo Volts.
 E_{pu} = Voltaje por unidad.
 P_{cc} = Potencia de corto circuito, en kVA
 P_b = Potencia base, en kVA
 I_0 = Corriente de secuencia cero, en Ampers
 I_b = Corriente base, en Ampers.
 I_{0pu} = Corriente de secuencia cero, por unidad.
 $I_{r,cc}$ = Corriente de falla monofásica, en Ampers

Para el sistema se tiene:

$R = 0.4621$ Ohms
 $Z_0 = 0.4621$ Ohms $Z_a = R$
 $E = 115$ kV
 $P_{cc} = 241,500$ KVA

Los valores base son:

$P_b = 1000$ kVA
 $E_b = 115$ kV
 $I_b = 1000 / (\text{RAIZ}(3) \times 115) = 5.0204$ A

Pasando a valores por unidad:

$E_{pu} = 115/115 = 1.0000$ p.u.
 $Z_{1pu} = 1000 / (1241500 \times 115^2 / 115^2) = 0.0041$ p.u.
 $Z_{apu} = 0.4621 \times 1000 / (1000 \times 115^2) = 0.0000$ p.u.

Substituyendo los valores en la fórmula:

$I_{0pu} = 1 / (3 \times (0.0041 + 0)) = 79.8264$ p.u.

$I_0 = 79.8264 \times 5.0204 = 400.76357$ A
 $I_f = 3 \times 400.7636 = 1202.2907$ A

$I_{cc} = 1,202.29$ Ampers

Considerando un factor de crecimiento de: 1.25

$I_{ccf} = 1502.8634$ Ampers

5.3.2. Cálculo de falla monofásica en el lado de media tensión.

Se calcula la corriente de corto circuito de falla monofásica que regresará hacia el transformador, al presentarse una falla en el lado de media tensión; se considera la falla al cable de tierra o un elemento solidamente aterrizado. Por desconocerse el valor de impedancia de secuencia cero (Z_0), la consideramos del mismo valor que la de secuencia positiva, es decir:

$$Z_1 = Z_2 = Z_0$$

$$Z_0 = R + R_t$$

$$I_0 = \frac{E}{Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3Z_a} = \frac{E}{3Z_1 + 3Z_a} = \frac{E}{3(Z_1 + Z_2)}$$

$$I_{cc} = I_f = 3I_0$$

$$I_b = \frac{P_b}{3E_b}$$

$$E_{pu} = \frac{E}{E_b}$$

$$Z_{1pu} = \frac{P_b}{P_{cc}} \times \frac{E^2}{E_b^2}$$

$$Z_{apu} = \frac{Z_a P_b}{1000 E_b^2}$$

$$I_0 = I_{0pu} I_b$$

Donde:

- Z_1 = Impedancia de secuencia positiva, en Ohms.
- Z_2 = Impedancia de secuencia negativa, en Ohms.
- Z_0 = Impedancia de secuencia cero, en Ohms.
- Z_a = Impedancia de tierra, en Ohms.
- Z_{apu} = Impedancia de tierra por unidad.
- Z_{1pu} = Impedancia de secuencia positiva, por unidad.
- R = Resistencia del sistema, en Ohms.
- E = Tensión de operación, en Kilo Volts
- E_b = Voltaje base, en Kilo Volts.
- E_{pu} = Voltaje por unidad.
- P_{cc} = Potencia de corto circuito, en kVA
- P_b = Potencia base, en kVA
- I_0 = Corriente de secuencia cero, en Amperes
- I_b = Corriente base, en Amperes.
- I_{0pu} = Corriente de secuencia cero, por unidad.
- $I_{f,cc}$ = Corriente de falla monofásica, en Amperes

Para el sistema se tiene:

- $R = 0.0000$ Ohms Resistencia del conductor de tierra hacia neutro del transformador
- $Z_{\%t} = 9\%$ Ohms Impedancia en % del transformador
- $E = 7.967$ kV Tensión de fase a neutro del sistema
- $P_{cc} = 24.699$ kVA
- $P_b = 9375$ * Se considera la resistencia de 0.0000 ohms para obtener el máximo valor de falla a tierra que retornara por el neutro del transformador (se considera falla en la boquilla de media tensión hacia tierra)

Los valores base son:

$$P_b = 1000 \text{ kVA}$$

$$E_b = 13.8 \text{ kV}$$

$$I_b = 1000 / (\sqrt{3} \times 13.8) = 41.8370 \text{ A}$$

Pasando a valores por unidad:

$$\begin{aligned} E_{pu} &= 7.967 / 13.8 = 0.5774 \text{ p.u.} \\ Z_{1pu} &= 1000 / (24699 \times 7.967^2 / 13.8^2) = 0.0135 \text{ p.u.} \\ Z_{apu} &= 0.4621 \times 1000 / (1000 \times 115^2) = 0.0000 \text{ p.u.} \\ Z_{put} &= 9 \times 1000 / (100 \times 9375) \times 7.967^2 / 13.8^2 = 0.0032 \text{ p.u.} \end{aligned}$$

Substituyendo los valores en la fórmula:

$$\begin{aligned} Z_{apu} &= 0.0032 \text{ p.u.} = 0.0032 \text{ p.u.} \\ I_{opu} &= 0.5774 / (3 \times (0.0135 + 0.0032)) = 11.5269 \text{ p.u.} \\ I_o &= 11.5269 \times 41.837 = 482.24885 \text{ A} \\ I_f &= 3 \times 482.2489 = 482.24885 \text{ A} \end{aligned}$$

$$I_{cc} = 1,446.75 \text{ Amperes}$$

5.3.3. Cálculo de falla monofásica en el lado de media tensión de retorno por malla.

Se calcula la corriente de corto circuito de falla monofásica que regresará hacia el transformador, al presentarse una falla en el lado de media tensión; a través de la malla.

Por desconocerse el valor de impedancia de secuencia cero (Z_0), la consideramos del mismo valor que la de secuencia positiva, es decir:

$$Z_1 = Z_2 = Z_0$$

$$Z_a = R + R_f$$

$$I_0 = \frac{E}{Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3Z_a} = \frac{E}{3Z_1 + 3Z_a} = \frac{E}{3(Z_1 + Z_2)}$$

$$I_{cc} = I_f = 3I_0$$

$$I_b = \frac{P_b}{3E_b}$$

$$E_{pu} = \frac{E}{E_b}$$

$$Z_{1pu} = \frac{P_b}{P_{cc}} \times \frac{E^2}{E_b^2}$$

$$Z_{apu} = \frac{Z_a P_b}{1000 E_b^2}$$

$$I_o = I_{opu} I_b$$

Donde:

- Z_1 = Impedancia de secuencia positiva, en Ohms.
- Z_2 = Impedancia de secuencia negativa, en Ohms.

Z_0 = Impedancia de secuencia cero, en Ohms.
 Z_a = Impedancia de tierra, en Ohms.
 Z_{apu} = Impedancia de tierra por unidad.
 Z_{ipu} = Impedancia de secuencia positiva, por unidad.
 R = Resistencia del sistema, en Ohms.
 E = Tensión de operación, en Kilo Volts
 E_b = Voltaje base, en Kilo Volts.
 E_{pu} = Voltaje por unidad.
 P_{cc} = Potencia de corto circuito, en kVA
 P_b = Potencia base, en kVA
 I_0 = Corriente de secuencia cero, en Ampers
 I_b = Corriente base, en Ampers.
 I_{0pu} = Corriente de secuencia cero, por unidad.
 I_f, I_{cc} = Corriente de falla monofásica, en Ampers

Para el sistema se tiene:

$R = 0.462$ Ohms Resistencia del conductor de tierra hacia neutro del transformador
 $Z_{\%t} = 90\%$ Ohms Impedancia en % del transformador
 $E = 7.967$ kV Tensión de fase a neutro del sistema
 $P_{cc} = 24,699$ kVA
 $P_t = 9375$ KVA

Los valores base son:

$P_b = 1000$ kVA
 $E_b = 13.8$ kV
 $I_b = 1000 / (\sqrt{3} \times 13.8) = 41.8370$ A

Pasando a valores por unidad:

$E_{pu} = 7.967 / 13.8 = 0.5774$ p.u.
 $Z_{1pu} = 1000 / 24699 \times 7.967^2 / 13.8^2 = 0.0135$ p.u.
 $Z_{apu} = 0.4621 \times 1000 / (1000 \times 115^2) = 0.0024$ p.u.
 $Z_{out} = 9 \times 1000 / (100 \times 9375) \times 7.967^2 / 13.8^2 = 0.0032$ p.u.

Substituyendo los valores en la fórmula:

$Z_{apu} = 0.0024 + 0.0032$ p.u. = 0.0056 p.u.

$I_{0pu} = 0.5774 / (3 \times (0.0135 + 0.0056)) = 10.0642$ p.u.
 $I_0 = 10.0642 \times 41.837 = 421.0548$ A
 $I_f = 3 \times 421.0548 = 1263.1644$ A

$I_{cc} = 1,263.1644$ Ampers

5.3.4. Cálculo de falla monofásica en media tensión de retorno por malla, a futuro.

Se calcula la corriente de corto circuito de falla monofásica que regresará hacia el transformador, al presentarse una falla en el lado de media tensión; a través de la malla, tomando en consideración un segundo transformador en paralelo. Por desconocerse el valor de impedancia de secuencia cero (Z_0), la consideramos del mismo valor que la de secuencia positiva, es decir:

$$Z_1 = Z_2 = Z_0$$

$$Z_a = R + R_t$$

$$I_0 = \frac{E}{Z_1 + Z_2 + Z_0 + 3Z_a} = \frac{E}{3Z_1 + 3Z_a} = \frac{E}{3(Z_1 + Z_2)}$$

$$I_{cc} = I_f = 3I_0$$

$$I_b = \frac{P_b}{3E_b}$$

$$E_{pu} = \frac{E}{E_b}$$

$$Z_{1pu} = \frac{P_b}{P_{cc}} \times \frac{E^2}{E_b^2}$$

$$Z_{apu} = \frac{Z_a P_b}{1000 E_b^2}$$

$$I_0 = I_{0pu} I_b$$

Donde:

- Z_1 = Impedancia de secuencia positiva, en Ohms.
- Z_2 = Impedancia de secuencia negativa, en Ohms.
- Z_0 = Impedancia de secuencia cero, en Ohms.
- Z_a = Impedancia de tierra, en Ohms.
- Z_{apu} = Impedancia de tierra por unidad.
- Z_{1pu} = Impedancia de secuencia positiva, por unidad.
- R = Resistencia del sistema, en Ohms.
- E = Tensión de operación, en Kilo Volts
- E_b = Voltaje base, en Kilo Volts.
- E_{pu} = Voltaje por unidad.
- P_{cc} = Potencia de corto circuito, en kVA
- P_b = Potencia base, en kVA
- I_0 = Corriente de secuencia cero, en Amperes
- I_b = Corriente base, en Amperes.
- I_{0pu} = Corriente de secuencia cero, por unidad.
- $I_{f,cc}$ = Corriente de falla monofásica, en Amperes

Para el sistema se tiene:

- R = 0.462 Ohms Resistencia del conductor de tierra hacia neutro del transformador
- $Z_{\%1}$ = 90% Ohms Impedancia en % del transformador
- E = 7.967 kV Tensión de fase a neutro del sistema
- P_{cc} = 24,699 kVA
- P_t = 9375 kVA

Los valores base son:

$$P_b = 1000 \text{ kVA}$$

$$E_b = 13.8 \text{ kV}$$

$$I_b = 1000 / (\text{RAIZ}(3) \times 13.8) = 41.8370 \text{ A}$$

Pasando a valores por unidad:

$$E_{pu} = 7.967 / 13.8 = 0.5774 \text{ p.u.}$$

$$Z_{1pu} = 1000 / 24699 \times 7.967^2 / 13.8^2 = 0.0135 \text{ p.u.}$$

$$Z_{apu} = 0.4621 \times 1000 / (1000 \times 13.8^2) = 0.0024 \text{ p.u.}$$

$$Z_{bui} = 4.5 \times 1000 / (100 \times 18750) \times 7.967^2 / 13.8^2 = 0.008 \text{ p.u.}$$

Substituyendo los valores en la fórmula:

$$Z_{apu} = 0.0024 + 0.0008 \text{ p.u.} = 0.0032 \text{ p.u.}$$

$$I_{opu} = 0.5774 / (3 \times (0.0135 + 0.0032)) = 11.5086 \text{ p.u.}$$

$$I_o = 11.5086 \times 41.837 = 481.48503 \text{ A}$$

$$I_f = 3 \times 481.485 = 1444.4551 \text{ A}$$

$$I_{cc} = 1,444.46 \text{ Amperes}$$

considerando un factor de crecimiento de 1.25

$$I_{ccf} = 1,805.57$$

5.4. Cálculo de tensiones de paso y de contacto tolerables.

Las tensiones tolerables, son los voltajes teóricos que puede soportar una persona sin recibir daño mortal; se dividen en dos tipos:

-De contacto, tensión a la que está sometida una persona al tocar un equipo, durante el momento de falla.

-De paso, tensión que se presenta en el piso donde está instalada la malla de tierras al momento de falla.

Las fórmulas son:

$$E_{ct} = \frac{116 + 0.17 C_s \rho_s}{t}$$

$$E_{pt} = \frac{116 + 0.7 C_s \rho_s}{t}$$

$$C_s = 1 - g \left(\frac{1 - \rho}{2hs + g} \right)$$

Donde:

ECT = Tensión de contacto tolerable para una persona, en volts

EPT = Tensión de paso tolerable para una persona, en volts

ρ_s = Resistividad del piso que tiene contacto con los pies, en Ohms-m.

t = Tiempo de duración de la falla, en segundos.

C_s = Factor de reducción por la resistividad de la superficie
 h_s = Espesor de la capa superficial, en metros.
 ρ = Resistividad del terreno, en Ohms-m.
 g = 0.106

Se tiene:

ρ_s = 5000.00 Ohms-m. Considerada una resistividad promedio, de la capa de grava de la subestación.

ρ = 51.06 Ohms-m.

h_s = 0.12 m

$t = 0.5000$ segundos Tiempo de $t = 0.5000$ segundos Tiempo de apertura en alta tensión.

$$C_s = 1 - 0.10 \left(\frac{1 - 51.0590254906768 / 5000}{12 \cdot 0.12 + 0.106} \right) = 0.697$$

LADO MEDIA TENSION

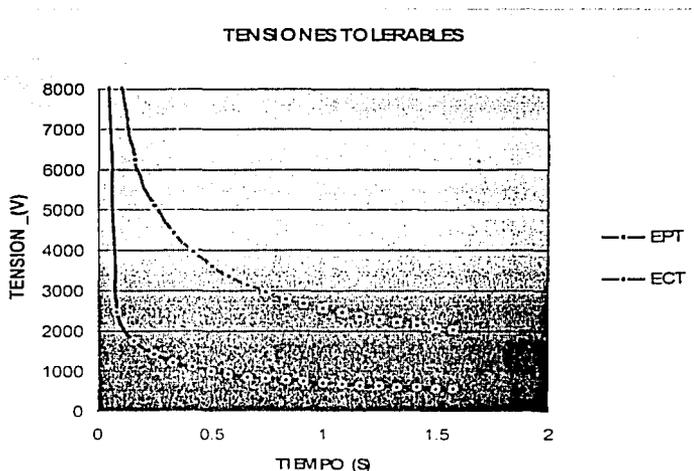
$t = 0.5000$ segundos Tiempo de apertura en baja tensión

ESPECIFICADO POR C.F.E.

$E_{ct} = (116 + 0.17 \cdot 0.69 \cdot 5000) / \text{raiz}(0.5) = 1,001.62 \text{ V}$	$E_{ct} = 1,001.62 \text{ V}$	$E_{ct} = 1,220.00 \text{ V}$
---	-------------------------------	-------------------------------

$E_{pt} = (116 + 0.17 \cdot 0.697 \cdot 5000) / \text{raiz}(0.5) = 3,612.88 \text{ V}$	$E_{pt} = 3,612.88 \text{ V}$	$E_{pt} = 4,200.00 \text{ V}$
--	-------------------------------	-------------------------------

Tabulando los valores de tensión tolerable en función del tiempo, tenemos:



TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Ciclos @60Hz	Tiempo (s)	EIT (V)	EPT (V)
0.10	0.0017	17348.6	62577.0
5.00	0.0833	2453.5	8849.7
10.00	0.1667	1734.9	6257.7
15.00	0.2500	1416.5	5109.4
20.00	0.3333	1226.7	4424.9
25.00	0.4167	1097.2	3957.7
30.00	0.5000	1001.6	3612.9
35.00	0.5833	927.3	3344.9
40.00	0.6667	867.4	3128.8
45.00	0.7500	817.8	2949.9
50.00	0.8333	775.9	2798.5
55.00	0.9167	739.7	2668.3
60.00	1.0000	708.3	2554.7
65.00	1.0833	680.5	2454.5
70.00	1.1667	655.7	2365.2
75.00	1.2500	633.5	2285.0
80.00	1.3333	613.4	2212.
85.00	1.4167	595.1	2146.4
90.00	1.5000	5783	2085.9
95.00	1.5833	562.9	2030.3

5.5. Cálculo de voltajes de paso y de contacto del sistema

5.5.1. Cálculo de voltajes de paso y de contacto provocado en el lado de alta tensión.

Se considera en primera instancia el lado de alta tensión, por ser la fuente que puede provocar tensiones peligrosas de falla.

Se emplean las siguientes fórmulas:

$$E_c = \frac{K_m K_i \rho l_{cc}}{l_m + 1.15 l_v}$$

$$E_p = \frac{K_s K_i \rho l_{cc}}{l_m + 1.15 l_v}$$

$$K_m = \frac{1}{\pi} \left[L n \left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dh} - \frac{h}{4d} \right) - \frac{K_{ii}}{K_h} L n \frac{8}{\pi(2n_2 - 1)} \right]$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} (1 - 0.5^{n_1 - 2}) \right]$$

$$K_i = 0.656 + 0.172 n_2$$

$$K_{ii} = \frac{1}{(2n_2)^n}, \quad k_{ii} = 1.0 \quad \text{si hay varillas en periferia}$$

$$K_h = 1 + \frac{h}{h_0}$$

Donde:

E_c = Tensión de contacto de la malla, en volts.

E_p = Tensión de paso de la malla, en volts.

ρ = Resistividad del terreno en Ohms-metro.

l_{cc} = Corriente de falla monofásica, en amperes.

l_m = Longitud total de la malla, en metros.

l_v = Longitud total de las varillas, en metros.

K_m = Coeficiente de configuración de la malla.

K_s = Coeficiente que toma en cuenta la profundidad y separación de la malla

K_i = Factor de corrección por irregularidad de la malla.

K_h = Factor de profundidad de la malla.

D = Separación media entre conductores paralelos en una sola dirección, en metros.

h = Profundidad a la que se entierran los conductores, en m.

d = Diámetro del conductor principal, en metros.

n_2 = Cantidad de cables, media cuadrática.

n_1 = Cantidad de cables máximos.

$h_0 = 1.0 \text{ m}$

Para la malla de tierras, tenemos:

$\rho = 51.06 \text{ Ohms-metro.}$

$l_{cc} = 1502.86 \text{ A}$

$l_m = 819.00 \text{ m}$

$l_v = 51.00 \text{ m}$

$D = 9.75 \text{ m}$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$h = 0.6 \text{ m}$
 $d = 0.011 \text{ m}$
 $n_1 = 7.0$
 $n_2 = 7.000$

$$\begin{aligned}
 K_i &= 0.656 + 0.172 \times 7 && = 1.8600 \\
 K_{ii} &= 1.0000 && = 1.0000 \\
 K_h &= \text{RAIZ}(1 + 0.6/1) && = 1.2649 \\
 K_m &= 1 / (2 \cdot \text{PI}() \cdot (\text{LN}(9.75^2 / (16 \times 0.6 \times 0.011) + (9.75 + 2 \times 0.6)^2 / (8 \times 9.75 \times 0.011) - 0.6 / (4 \times 0.011))) + 1 / 1.2649 \times \text{LN}(8 / (\text{PI}() \times (2 \times 7 - 1)))) && = 0.8984
 \end{aligned}$$

$$K_s = 1 / \text{PI}() \times (11(2 \times 0.6) + 1 / (9.75 + 0.6) + 1 / (9.75) \times (1 - (\text{potencia}(0.5)^{7-2}))) = 0.3276$$

$$E_c = 0.8984 \times 1.86 \times 51.059 \times 1502.8634 / (819 + 1.15 \times 51) = 146.10 \text{ V}$$

La tensión de contacto de la malla es menor a la tolerable

$$E_p = 0.3276 \times 1.86 \times 51.059 \times 1502.8634 / (819 + 1.15 \times 51) = 53.28 \text{ V}$$

La tensión de paso de la malla es menor a la tolerable.

5.5.2. Cálculo de voltajes de paso y de contacto provocado en el lado de media tensión.

Para efectos de conocer los valores de tensión de la malla en una falla en el lado de media tensión, se hace el siguiente cálculo:

Se emplean las siguientes fórmulas:

$$E_c = \frac{K_m K_i \rho I_{cc}}{l_m + 1.15 l_v}$$

$$E_p = \frac{K_s K_i \rho I_{cc}}{l_m + 1.15 l_v}$$

$$K_m = \frac{1}{\pi} \left[\text{LN} \left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} \frac{\text{LN} \quad S}{\pi(2n_2 - 1)} \right]$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} (1 - 0.5^{n_1-2}) \right]$$

$$K_i = 0.656 + 0.172 n_2$$

$$K_{ii} = \frac{1}{(2n_2)^n}, \quad K_{ii} = 1.0 \quad \text{si hay varillas en periferia}$$

$$K_h = 1 + \frac{h}{h_0}$$

Donde:

E_c = Tensión de contacto de la malla, en volts.

E_p = Tensión de paso de la malla, en volts.

ρ = Resistividad del terreno en Ohms-metro.

I_{cc} = Corriente de falla monofásica, en ampers.

l_m = Longitud total de la malla, en metros.

l_v = Longitud total de las varillas, en metros.

K_m = Coeficiente de configuración de la malla.

K_s = Coeficiente que toma en cuenta la profundidad y separación de la malla

K_i = Factor de corrección por irregularidad de la malla.

K_n = Factor de profundidad de la malla.

D = Separación media entre conductores paralelos en una sola dirección, en metros.

H = Profundidad a la que se entierran los conductores, en m.

d = Diámetro del conductor principal, en metros.

n_2 = Cantidad de cables, media cuadrática.

n_1 = Cantidad de cables máximos.

h = 1.0 m

Para la malla de tierras, tenemos:

ρ = 51.06 Ohms-metro.

I_{cc} = 1805.57 A

l_m = 819.00 m

l_v = 51.00 m

D = 9.75 m

h = 0.6 m

d = 0.011 m

n_1 = 7.0

n_2 = 7.000

$K_i = 0.656 + 0.172 \times 7$

= 1.8600

$K_n = 1.0000$

= 1.0000

$K_h = \text{RAIZ}(1 + 0.6/1)$

= 1.2649

$K_m = 1 / (2 \cdot \text{PI}() \cdot (\text{LN}(9.75^2 / (16 \times 0.6 \times 0.011) + (9.75 + 2 \times 0.6)^2 / (8 \times 9.75 \times 0.011) - 0.6 / (4 \times 0.011))) + 1 / 1.2649 \times \text{Ln}(8 / (\text{PI}() \times (2 \times 7 - 1))))$

0.8984

$K_s = 1 / \text{PI}() \times (11(2 \times 0.6) + 1 / (9.75 + 0.6) + 1 / (9.75) \times (1 - (\text{potencia}(0.5)^{7-2})))$

= 0.3276

$E_c = 0.8984 \times 1.86 \times 51.059 \times 1805.5689 / (819 + 1.15 \times 51) = 175.53 \text{ V}$

La tensión de contacto de la malla es menor a la tolerable

$E_p = 0.3276 \times 1.86 \times 51.059 \times 1805.5689 / (819 + 1.15 \times 51) = 53.28 \text{ V}$

La tensión de paso de la malla es menor a la tolerable.

5.6. Cálculo del calibre del conductor de puesta a tierra del transformador.

Se comprueba que el calibre seleccionado para el cable de tierras, cumpla con los valores requeridos de ampacidad de corta duración; el conductor de puesta a tierra de; transformador llevará la corriente de corto circuito durante un período corto de tiempo; en operación normal no hay conducción de corriente.

Para efectos prácticos se emplea la siguiente fórmula:

$$A_{cond} = \left(\frac{I_{cc}}{33t} \right) \log \left(1 + \left(\frac{T_m - T_a}{234 + T_a} \right) \right) \quad \text{Para conductor de cobre}$$

Donde:

A_{cond} = Área de la sección transversal del conductor en circularmil.

I_{cc} = Corriente de falla monofásica, en amper. t = Tiempo de duración de la falla, en segundos.

T_m = Temperatura máxima de operación, en ° C.

T_a = Temperatura ambiente, en °C.

Tenemos:

$I_{cc} = 1.446.75^a$ Se considera la falla en el lado de media tensión por ser la de mayor magnitud en Amper.

$t = 0.5000$ s

$T_m = 1083$ °C

$T_a = 40$ °C

$A_{cc} = 1446.7466 / \text{RAIZ}(1/(33 \times 0.5) \times \text{LOG } 10(1 + (1083 - 40)/(234 + 40))) = 7117.0$ CM

$A_{cc} = 7116.9632 \times 0.0051 = 36.2965$ mm² El calibre comercial inmediato superior es: 53.49 mm² (1/0 AWG)

El conductor de conexión entre el neutro del transformador y la tierra debe ser de al menos 53.49 mm², sin embargo, de acuerdo a especificaciones se empleará cable de cobre desnudo calibre 4/0 AWG, con una sección de 107.2 mm², (210,19.61 CM).

5.7. Cálculo del calibre del conductor del sistema de tierra.

Se comprueba que el calibre seleccionado para el cable de tierras, cumpla con los valores requeridos de ampacidad de corta duración; la malla de tierras drenará el valor de corto circuito durante un período corto de tiempo; en operación normal no hay conducción de corriente.

Para efectos prácticos se emplea la siguiente fórmula:

$$A_{cond} = \left(\frac{I_{cc}}{33t} \right) \log \left(1 + \left(\frac{T_m - T_a}{234 + T_a} \right) \right) \quad \text{Para conductor de cobre}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Donde:

A_{cond} = Área de la sección transversal del conductor en circularmil.

I_{cc} = Corriente de falla monofásica, en ampers.

t = Tiempo de duración de la falla, en segundos.

T_m = Temperatura máxima de operación, en °C.

T_a = Temperatura ambiente, en °C.

Tenemos:

$I_{cc} = 1,805.57^a$ Se considera la falla en el lado de media tensión por ser la de mayor valor

$t = 0.5000$ s

$T_m = 1083$ °C

$T_a = 40$ °C

$A_{cc} = 1805.5689 / \text{RAIZ}(1 / ((33 \times 0.5) \times \text{LOG } 10(1 + (1083 - 40) / (234 + 40)))) = 8882.1$ CM

$A_{cc} 8882.113 \times 0.0051 = 45.2988 \text{ mm}^2$ El calibre comercial inmediato superior es: 53.49 mm^2 (1/0 AWG)

Se emplea el calibre 107.2 mm^2 (4/0 AWG 21019.61 CM) por ser el mínimo especificada y por cumplir con las necesidades de diámetro para contacto de la malla con el terreno.

6. RESULTADOS DE CÁLCULO

6.1. Datos de diseño

6.1.1. Terreno:

RESISTIVIDAD DEL TERRENO	$\rho_{51.1} \Omega\text{-m}$ Arcilla con grava y arena	Valor medido
RESISTIVIDAD DEL PISO-PIES:	$\rho_s = 5,000,0$ Q-m Grava	Valor teórico
ESPESOR DE LA CAPA SUPERFICIAL: :	$h_s = 0.12$ m	

6.1.2. Datos de la malla:

LARGO:	$b = 58.50$ m
ANCHO:	$a = 58.50$ m
CABLES A LO LARGO:	$nb = 7$
CABLES A LO ANCHO:	$na = 7$
CANTIDAD DE VARILLAS:	$n = 17$
LONGITUD PROMEDIO DE VARILLAS:	$l_2 = 3.0$ m
PROFUNDIDAD A LA QUE SE ENTIERRA LA MALLA:	$h = 0.6$ m

DIÁMETRO DEL CONDUCTOR PRINCIPAL: $d = 0.011\text{ m}$
 DIÁMETRO DE LAS VARILLAS: $d_2 = 0.016\text{ m } 197.9\text{ mm}^2 (5/8''\varnothing)$
 SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES: $D = 9.75\text{ m } D_a = 9.75\text{ m } D_b = 9.75\text{ m}$
 CANTIDAD DE CABLES (MÁXIMOS): $n_1 = 7$
 CANTIDAD DE CABLES (MEDIA CUADRÁTICA) $n_2 = 7$
 LONGITUD DEL CABLE EN LA MALLA: $l_m = 819.00\text{ m}$
 LONGITUD DE VARILLAS: $l_v = 51.00\text{ m}$
 ÁREA CUBIERTA POR LA MALLA: $A = 3422.25\text{ m}^2$

6.2. Sistema:

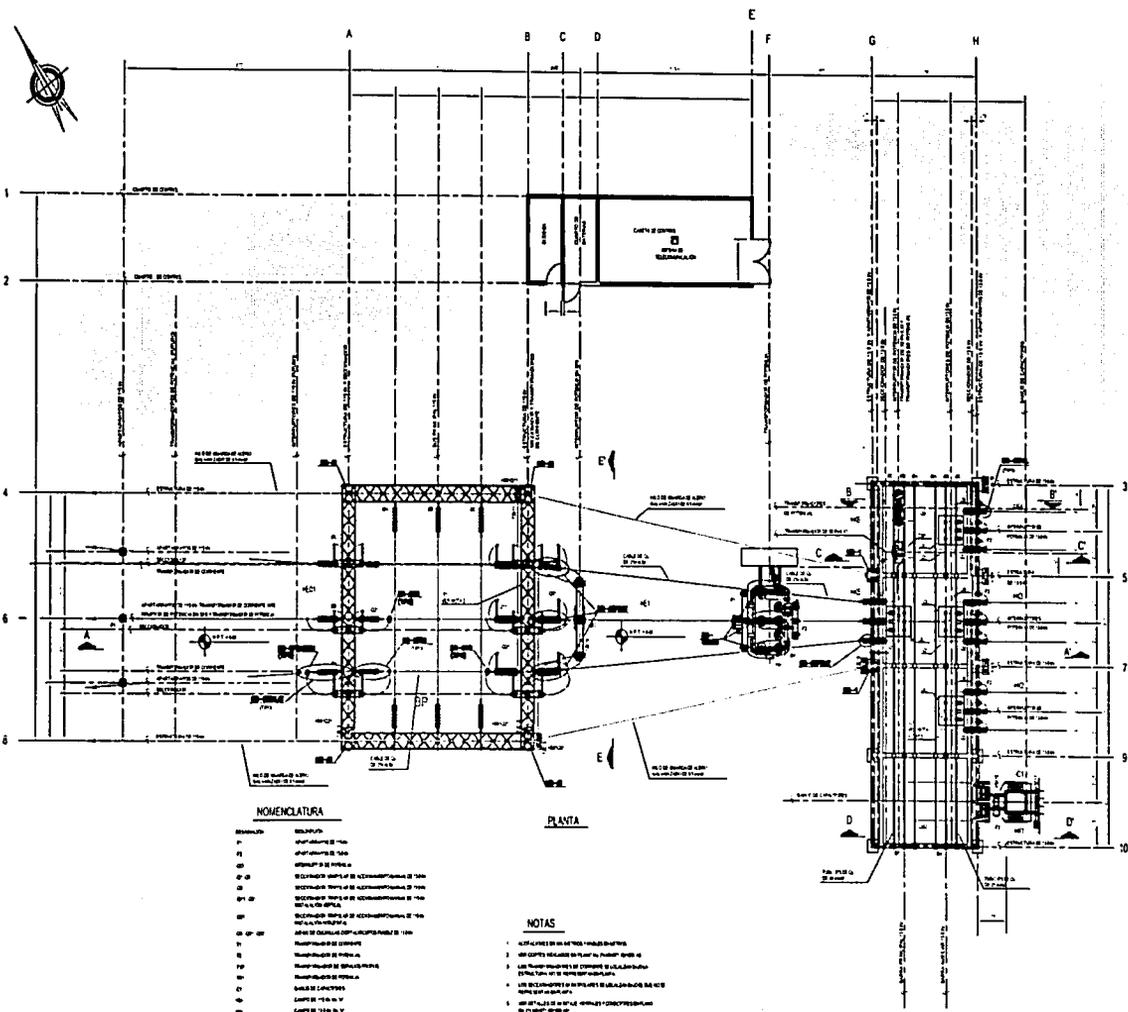
	LADO DE ALTA TENSIÓN	LADO DE MEDIA TENSIÓN
POTENCIA DE CORTO CIRCUITO DE FALLA MONOFÁSICA A TIERRA:	$I_{cc} = 2.100\text{ kA}$	3.100 kA
	$P_{cc} = 241.500$	24.699 kVA
POTENCIA DEL TRANSFORMADOR:	$P_t = 9.375\text{ kVA}$	$9.375 @ Z\% = 0.9$
TENSIÓN DE OPERACIÓN:	$E = 115\text{ Kv}$	$13.800\text{ kV}_f \text{ } 7.967\text{ kV}_m$
TIEMPO QUE DURA LA FALLA:	$t = 0.5000\text{ segundos}$	0.5000 segundos
	Equivalente a : 30 ciclos	Equivalente a: 30 ciclos

6.3. Resultados:

	LADO DE ALTA TENSIÓN	LADO DE MEDIA TENSIÓN
RESISTENCIA DEL SISTEMA:	0.46 Ohms	0.46 Ohms
CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO:	$1.502.86\text{ A}$ De retorno por malla	$1.805.57$ De retorno por malla $1.446.75$ De falla
TENSIONES TOLERABLES:		
CONTACTO: (1.220 V Especificado)	$E_{CT} = 1001.62$	$1.001.62$
PASO: (4.200 V Especificado)	$E_{PT} = 3.612.88\text{ V}$	$3.612.88$
TENSIONES DE LA MALLA:		
V CONTACTO:	$E_c = 146.10\text{ V}$	175.53
V PASO:	$E_p = 53.28\text{ V}$	64.01

6.4. Observaciones

- ❖ El sistema de tierras a instalar es una malla de cable de cobre enterrada a una profundidad mínima promedio de 0.6 metros, en una retícula promedio de 9.75x9.75 metros.
- ❖ En los vértices de la malla se instalarán varillas de tierra, registrables, con objeto de disminuir los valores de resistencia de la malla, mejorar la uniformidad de drenaje de corriente de falla de la misma y poder revisar la resistencia de la malla.
- ❖ No se emplearán "incentivadores de terreno"; las cepas se rellenará con material existente, producto de la excavación.
- ❖ Todas las conexiones subterráneas serán soldables, para garantizar la continuidad de la conexión y su durabilidad.
- ❖ Se tomó como valor teórico para la resistividad de la cama de grava 5000 ohm-m, aun cuando la tabla 3 capítulo 10 de la ANSWEEE Std. 80-1986 IEEE Guide for safety in AC substation grounding. Indica un valor de 8534.4 ohms-m para la grava mojada y 1.22×10^4 para la grava seca.



NOMENCLATURA

Simbolo	Descripción
T	Transformador de 1500
TI	Transformador de 1500
OT	Operador de 1500
OT-10	Operador de 1500
OT-20	Operador de 1500
OT-30	Operador de 1500
OT-40	Operador de 1500
OT-50	Operador de 1500
OT-60	Operador de 1500
OT-70	Operador de 1500
OT-80	Operador de 1500
OT-90	Operador de 1500
OT-100	Operador de 1500
OT-110	Operador de 1500
OT-120	Operador de 1500
OT-130	Operador de 1500
OT-140	Operador de 1500
OT-150	Operador de 1500
OT-160	Operador de 1500
OT-170	Operador de 1500
OT-180	Operador de 1500
OT-190	Operador de 1500
OT-200	Operador de 1500

PLANTA

NOTAS

1. Verificar en el terreno las distancias mínimas.
2. Verificar en el terreno las distancias mínimas.
3. Verificar en el terreno las distancias mínimas.
4. Verificar en el terreno las distancias mínimas.
5. Verificar en el terreno las distancias mínimas.
6. Verificar en el terreno las distancias mínimas.
7. Verificar en el terreno las distancias mínimas.
8. Verificar en el terreno las distancias mínimas.
9. Verificar en el terreno las distancias mínimas.
10. Verificar en el terreno las distancias mínimas.

DISTANCIAS MÍNIMAS EN AIRE POR CÁLCULO PARA 115 KV	
Distancia entre fases 1-2 y 2-3	11.5m
Distancia entre fases 1-3	13.0m
Distancia entre fases 1-2 y 2-3	13.0m

DISTANCIAS MÍNIMAS EN AIRE POR CÁLCULO PARA 13.8 KV	
Distancia entre fases 1-2 y 2-3	4.5m
Distancia entre fases 1-3	5.0m
Distancia entre fases 1-2 y 2-3	5.0m

SIMBOLOGIA

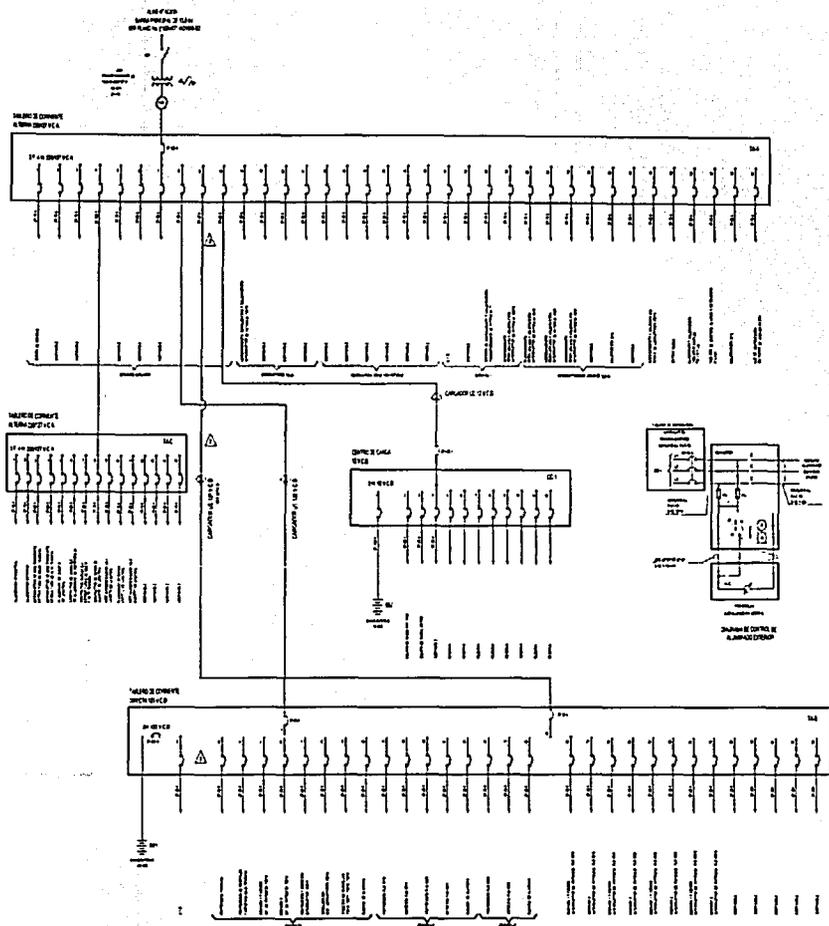


TESIS CON FALLA DE ORIGEN

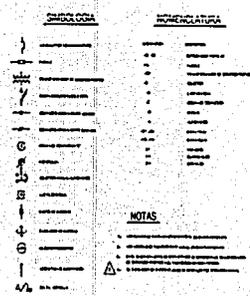
72-2

PROYECTO: SUBSTACION FLORES MAGON BCO. 1
115/13.8 KV

TITULO: DISPOSICION GENERAL DE EQUIPOS PLANT

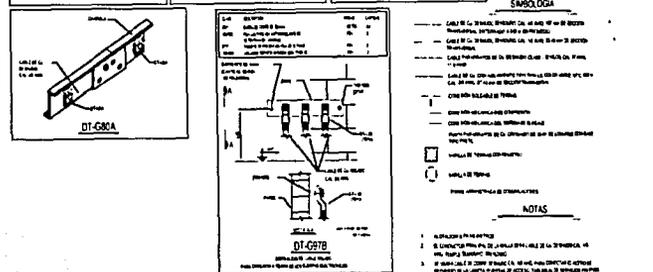
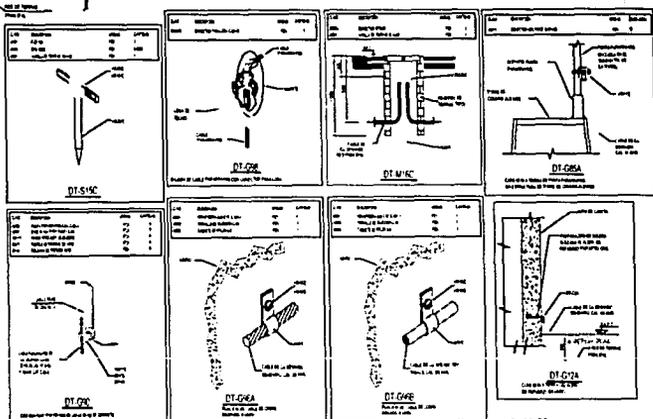
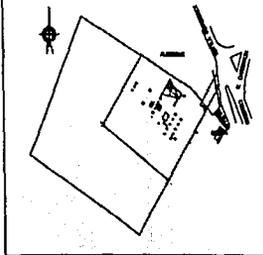
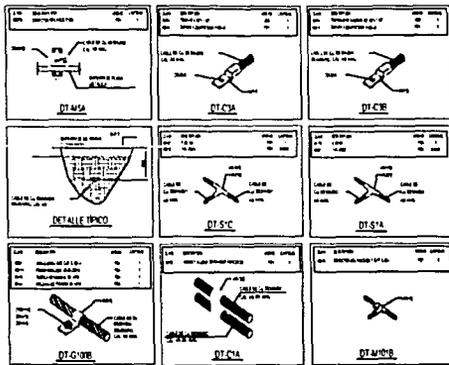
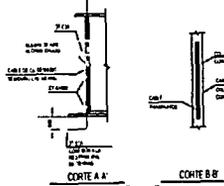
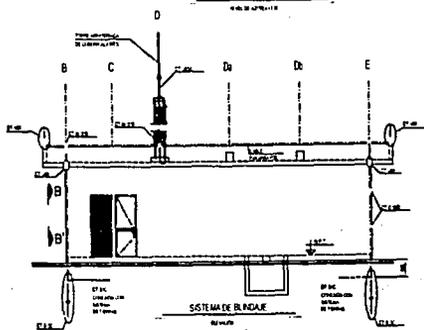
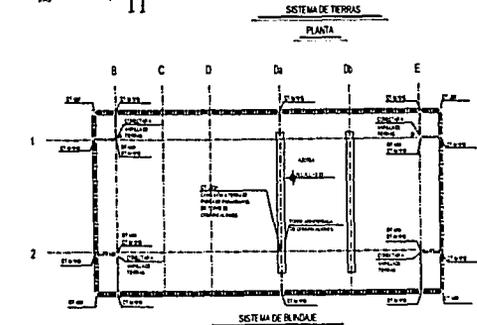
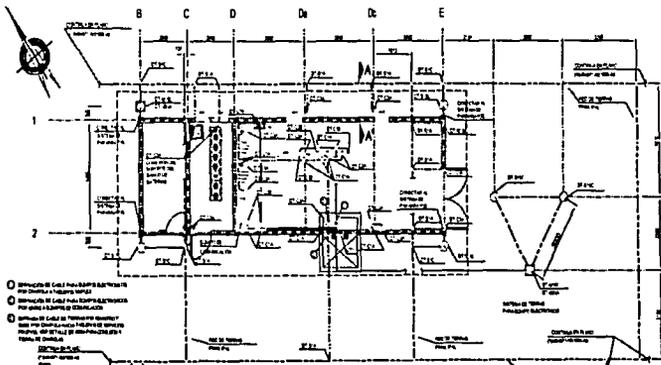


SIMBOLOGIA



**TESIS CON
FALTA DE ORIGEN**

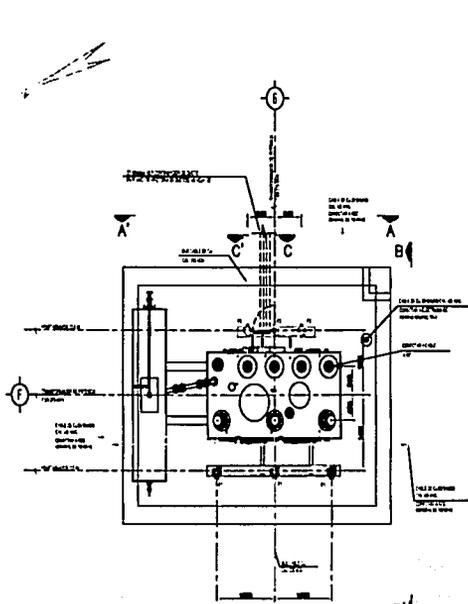
72-3



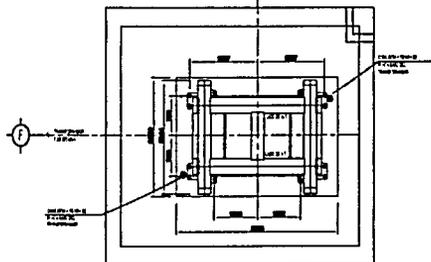
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

PROYECTO: S.E FLORES MAGON BCO.
115/13.8 KV
 TITULO: RED DE TIERRAS Y BUNDAJE
CAsETA DE CONTROL

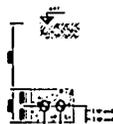
1-2-81



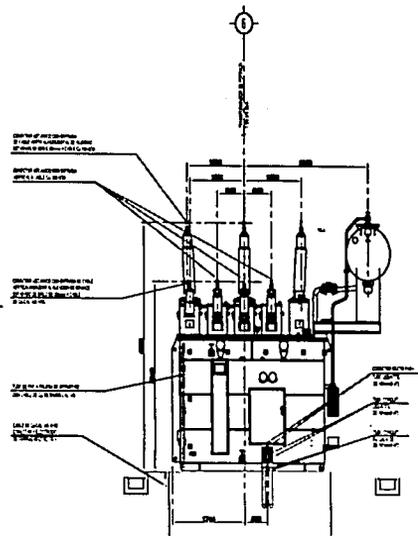
PLANTA



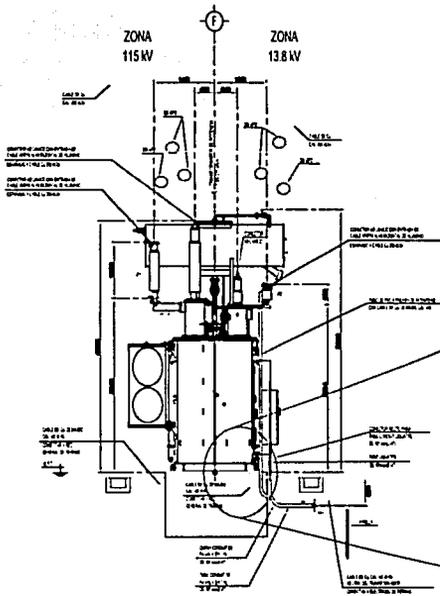
PLANTILLA DE TRANSFORMADOR



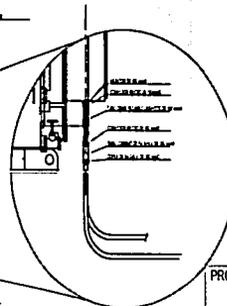
CORTE C-C



CORTE A-A



CORTE B-B

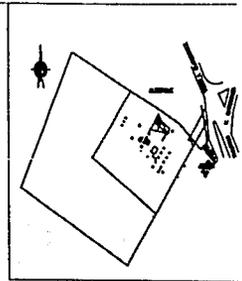


NOTAS GENERALES

1. DETALLE DE MONTAJE DE TRANSFORMADOR
2. DETALLE DE MONTAJE DE TRANSFORMADOR
3. DETALLE DE MONTAJE DE TRANSFORMADOR
4. DETALLE DE MONTAJE DE TRANSFORMADOR
5. DETALLE DE MONTAJE DE TRANSFORMADOR

NOMENCLATURA

- 1. TRANSFORMADOR
- 2. TRANSFORMADOR
- 3. TRANSFORMADOR
- 4. TRANSFORMADOR
- 5. TRANSFORMADOR
- 6. TRANSFORMADOR

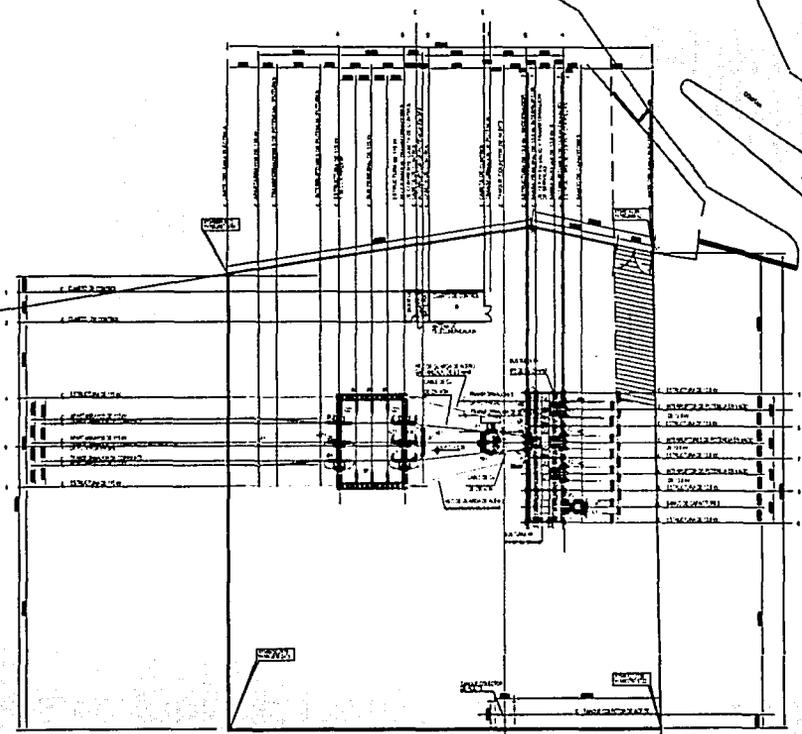
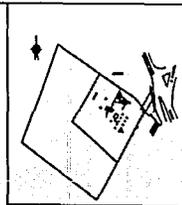


TESIS CON FALLA DE ORIGEN

72-8

PROYECTO: S.E. FLORES MAGON BCO.1
 115/13.8 KV
 TITULO: DETALLE DE MONTAJE DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



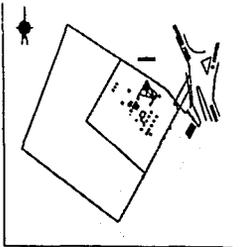
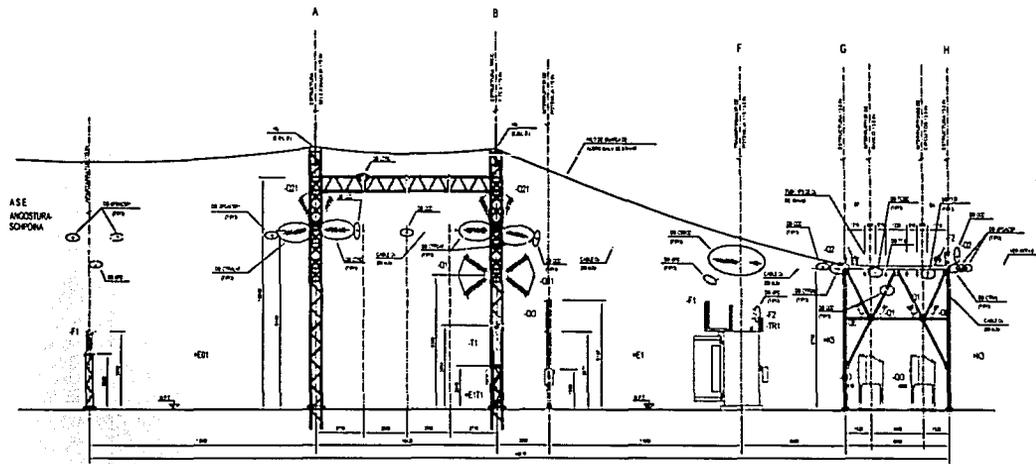
REVISADO POR: [Signature]

- LEYENDA
- 1. MOTOR
 - 2. CARGA
 - 3. TRANSFORMADOR
 - 4. CABLEADO
 - 5. INTERRUPTOR
 - 6. CONTACTOR
 - 7. RELÉ
 - 8. FUSIBLE
 - 9. BARRIL
 - 10. BARRIL
 - 11. BARRIL
 - 12. BARRIL
 - 13. BARRIL
 - 14. BARRIL
 - 15. BARRIL
 - 16. BARRIL
 - 17. BARRIL
 - 18. BARRIL
 - 19. BARRIL
 - 20. BARRIL
 - 21. BARRIL
 - 22. BARRIL
 - 23. BARRIL
 - 24. BARRIL
 - 25. BARRIL
 - 26. BARRIL
 - 27. BARRIL
 - 28. BARRIL
 - 29. BARRIL
 - 30. BARRIL
 - 31. BARRIL
 - 32. BARRIL
 - 33. BARRIL
 - 34. BARRIL
 - 35. BARRIL
 - 36. BARRIL
 - 37. BARRIL
 - 38. BARRIL
 - 39. BARRIL
 - 40. BARRIL
 - 41. BARRIL
 - 42. BARRIL
 - 43. BARRIL
 - 44. BARRIL
 - 45. BARRIL
 - 46. BARRIL
 - 47. BARRIL
 - 48. BARRIL
 - 49. BARRIL
 - 50. BARRIL

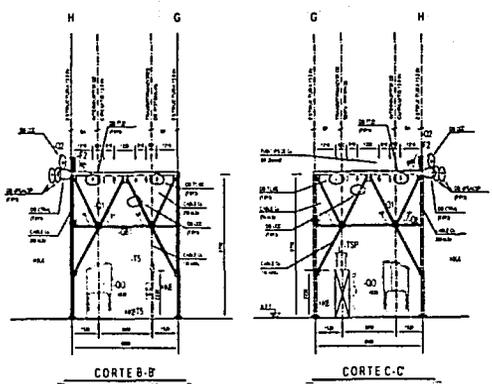
- NOTAS
1. VERificar el estado de los cables de los motores.
 2. Verificar el estado de los interruptores y contactores.
 3. Verificar el estado de los fusibles y relés.
 4. Verificar el estado de los barriles y cables.
 5. Verificar el estado de los motores y cargas.
 6. Verificar el estado de los transformadores.
 7. Verificar el estado de los cables de los transformadores.
 8. Verificar el estado de los cables de los interruptores y contactores.
 9. Verificar el estado de los cables de los fusibles y relés.
 10. Verificar el estado de los cables de los barriles y cables.
 11. Verificar el estado de los cables de los motores y cargas.
 12. Verificar el estado de los cables de los transformadores.
 13. Verificar el estado de los cables de los interruptores y contactores.
 14. Verificar el estado de los cables de los fusibles y relés.
 15. Verificar el estado de los cables de los barriles y cables.
 16. Verificar el estado de los cables de los motores y cargas.
 17. Verificar el estado de los cables de los transformadores.
 18. Verificar el estado de los cables de los interruptores y contactores.
 19. Verificar el estado de los cables de los fusibles y relés.
 20. Verificar el estado de los cables de los barriles y cables.
 21. Verificar el estado de los cables de los motores y cargas.
 22. Verificar el estado de los cables de los transformadores.
 23. Verificar el estado de los cables de los interruptores y contactores.
 24. Verificar el estado de los cables de los fusibles y relés.
 25. Verificar el estado de los cables de los barriles y cables.
 26. Verificar el estado de los cables de los motores y cargas.
 27. Verificar el estado de los cables de los transformadores.
 28. Verificar el estado de los cables de los interruptores y contactores.
 29. Verificar el estado de los cables de los fusibles y relés.
 30. Verificar el estado de los cables de los barriles y cables.
 31. Verificar el estado de los cables de los motores y cargas.
 32. Verificar el estado de los cables de los transformadores.
 33. Verificar el estado de los cables de los interruptores y contactores.
 34. Verificar el estado de los cables de los fusibles y relés.
 35. Verificar el estado de los cables de los barriles y cables.
 36. Verificar el estado de los cables de los motores y cargas.
 37. Verificar el estado de los cables de los transformadores.
 38. Verificar el estado de los cables de los interruptores y contactores.
 39. Verificar el estado de los cables de los fusibles y relés.
 40. Verificar el estado de los cables de los barriles y cables.
 41. Verificar el estado de los cables de los motores y cargas.
 42. Verificar el estado de los cables de los transformadores.
 43. Verificar el estado de los cables de los interruptores y contactores.
 44. Verificar el estado de los cables de los fusibles y relés.
 45. Verificar el estado de los cables de los barriles y cables.
 46. Verificar el estado de los cables de los motores y cargas.
 47. Verificar el estado de los cables de los transformadores.
 48. Verificar el estado de los cables de los interruptores y contactores.
 49. Verificar el estado de los cables de los fusibles y relés.
 50. Verificar el estado de los cables de los barriles y cables.

7-9

PROYECTO: S.E FLORES MAGON BCC
115/13.8 KV
TITULO: ARREGLO GENERAL PLAN

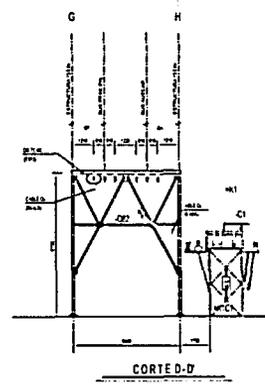


CORTE A-A

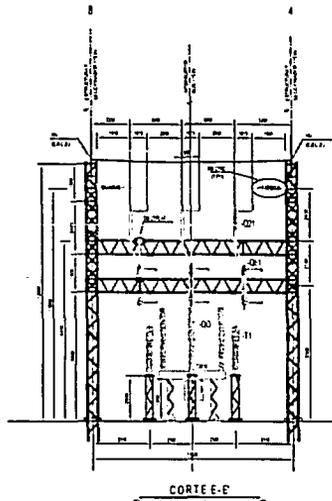


CORTE B-B

CORTE C-C



CORTE D-D



CORTE E-E

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

SIMBOLOGIA:

Estructura de Acero
 Estructura de Concreto

NOVENCLATURA:

1. Estructura de Acero
 2. Estructura de Concreto
 3. Estructura de Madera
 4. Estructura de Aluminio
 5. Estructura de Plástico
 6. Estructura de Fibra de Vidrio
 7. Estructura de Otros Materiales
 8. Estructura de Otros Materiales
 9. Estructura de Otros Materiales
 10. Estructura de Otros Materiales
 11. Estructura de Otros Materiales
 12. Estructura de Otros Materiales
 13. Estructura de Otros Materiales
 14. Estructura de Otros Materiales
 15. Estructura de Otros Materiales
 16. Estructura de Otros Materiales
 17. Estructura de Otros Materiales
 18. Estructura de Otros Materiales
 19. Estructura de Otros Materiales
 20. Estructura de Otros Materiales

DISTANCIAS MÍNIMAS EN AIRE POR CÁLCULO PARA 115 KV	
Distancia entre fases de 115 KV	11.00
Distancia entre fases de 115 KV y tierra	11.00
Distancia entre conductores de 115 KV y tierra	11.00

DISTANCIAS MÍNIMAS EN AIRE POR CÁLCULO PARA 132 KV	
Distancia entre fases de 132 KV	12.00
Distancia entre fases de 132 KV y tierra	12.00
Distancia entre conductores de 132 KV y tierra	12.00

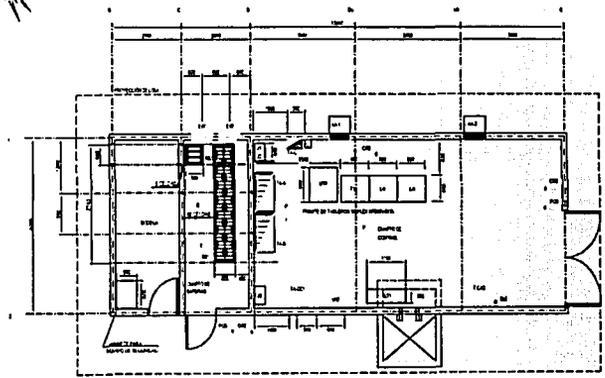
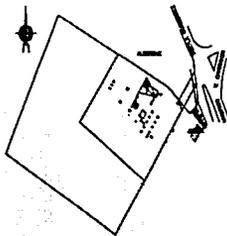
NOTAS:

1. Estructura de Acero
2. Estructura de Concreto
3. Estructura de Madera
4. Estructura de Aluminio
5. Estructura de Plástico
6. Estructura de Fibra de Vidrio
7. Estructura de Otros Materiales
8. Estructura de Otros Materiales
9. Estructura de Otros Materiales
10. Estructura de Otros Materiales
11. Estructura de Otros Materiales
12. Estructura de Otros Materiales
13. Estructura de Otros Materiales
14. Estructura de Otros Materiales
15. Estructura de Otros Materiales
16. Estructura de Otros Materiales
17. Estructura de Otros Materiales
18. Estructura de Otros Materiales
19. Estructura de Otros Materiales
20. Estructura de Otros Materiales

PROYECTO: S.E FLORES MAGON BCO.1
 115/13.8 KV

TITULO: DISPOSICION DE EQUIPOS
 CORTE

01-21



- SÍMBOLOS**
- C CONTACTOR MAGNETICO PARA ALAMBRAO EXTERIOR
 - TABLEAU DE SERVIDORES PROPIOS
 - TABLEAU DE CONTROL
 - TABLEAU DE DISTRIBUCION
 - EXTRACTOR DE VENTILACION
 - EXTRACTOR PORTATIL DE CO2 1000
 - INDICA CAPACIDAD EN %
 - EXTRACTOR PORTATIL DE POLVO BLANCO SECOS 4 x 4000
 - INDICA CAPACIDAD EN %
 - DETECTOR DE HUMO TIPO IONIZACION
 - DETECTOR DE HUMO TIPO FOTOELECTRICO
 - MEDICOR DE NIVEL DE HUMIDIDAD
 - DETECTOR DE TEMPERATURA
 - BOQUINA CON LUZ ESTEREOGRAFICA
 - NIVEL DE PISO TERMINADO VER NOTA 7

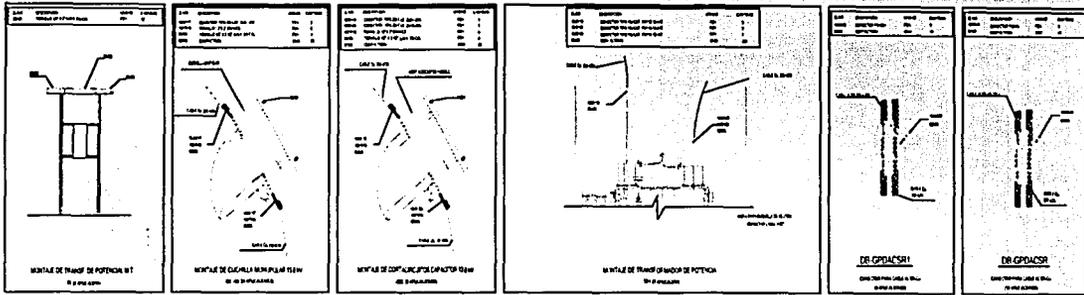
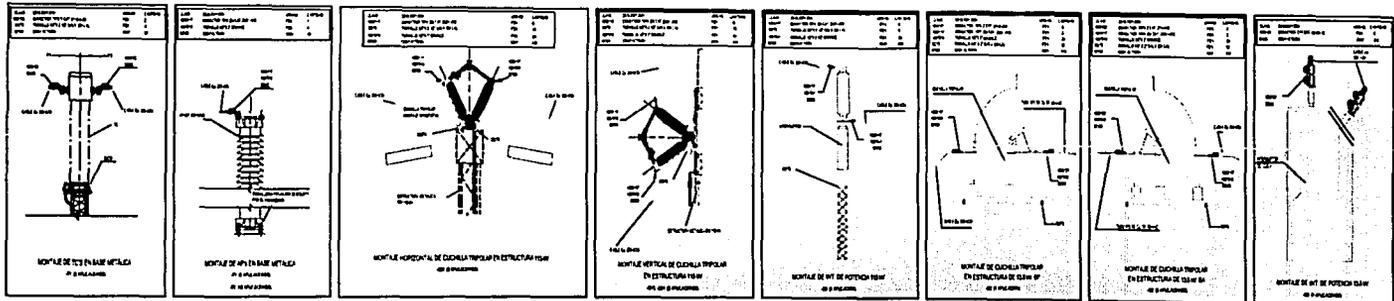
- NOMENCLATURA**
- AA UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO TIPO VENTANA
 - EA1 EXTRACTOR DE AIRE
 - TA SECION DE TABLEAU DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION PPM SIMPLE INTEGRADO PARA TENSORIDAD DE POTENCIA DE 9.375 MVA 115/13.8 KV Y BANCO DE CAPACITORES EN 13.8 KV
 - LA SECION DE TABLEAU DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION PPM SIMPLE INTEGRADO PARA 2 ALIMENTADORES DE 13.8 KV
 - LAH SECION DE TABLEAU DE CONTROL, PROTECCION Y MEDICION PPM SIMPLE INTEGRADO PARA 1 ALIMENTADOR DE 13.8 KV
 - TA.A TABLEAU DE SERVIDORES PROPIOS 200/277 V.C.A. AUTOSUPORTADO TIPO L 3 FASES 4 POLOS CONSTRUCCION NEMA 1 SERVICIO INTERIOR
 - TA.B TABLEAU DE SERVIDORES PROPIOS 120 V.C.D. AUTOSUPORTADO TIPO L SERVICIO INTERIOR, CONSTRUCCION NEMA 1
 - TA.C TABLEAU DE ALAMBRAO TIPO 1 SERVIDORES GENERALES 200/277 V.C.A. SERVICIO PUNTO 3 FASES 4 POLOS CONSTRUCCION NEMA 1 42 POLOS
 - DT1 GABINETE DE TABLEAS
 - BT CARGADOR DE BATERIAS 12 V.C.D. 35 ACD AUTOMATICO
 - LT2 CAPACIDAD DE BATERIAS 12 V.C.D. 15 ACD AUTOMATICO
 - BT1 BANCO DE BATERIAS 12 V.C.D. 144 AA 60 CELDAS
 - BT2 BANCO DE BATERIAS 12 V.C.D. 144 AA 60 CELDAS
 - TCAD TABLEAU DE CONTROL DE ALAMBRAO Y DE RECCION
 - CCD GABINETE DE CONTROL PARA BANCO DE CAPACITORES EN 13.8 KV
 - UTR UNIDAD TERMINAL REMOTA
 - BE BOQUINA CON LUZ ESTEREOGRAFICA

- NOTAS**
1. ACCIONES EN MANUTEN
 2. SE DEBE COLOCAR EN LAS PUEBLAS DE ACCESO AL CUARTO DE CONTROL HORAS DE MANUTEN Y TIEMPO
 3. PARA LA SALIDA DE BATERIAS SE DEBE ENCONTAR LOS SERVIDORES PROPIOS DE ACUERDO A LA ESPECIFICACION DE HUBO EN LOS CUAL SON "NO USAR EQUIPO QUE PRODUCE CHISPA" "NO USAR EQUIPO DE LUZ" "NO USAR EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL" "SALIDA DE EMERGENCIA" "LUZ DE EVACUACION"
 4. PARA CUALQUIER ACCIONES Y DETALLES DEL SISTEMA DEBEN INCLUIR LOS CUALQUIER SERVIDORES PROPIOS DE CONTROL DE ALAMBRAO Y DE RECCION, CASI EN UN RACK
 5. LEER LOS TIEMPOS DE RESPUESTA DEL EXTERIOR DEL CUARTO DE CONTROL CUANDO SE REALICE EN UN CAMBIO PARA SERVICIO DE EMERGENCIA
 6. LA PUERTA DEL CUARTO DE BATERIAS DEBE SOPORTAR EL PUNDO POR UN TIEMPO DE OCHO HORAS
 7. PARA EL NIVEL DE PISO TERMINADO SE PLANO CIVIL (1) CONTACTA A OTRO PUNTO

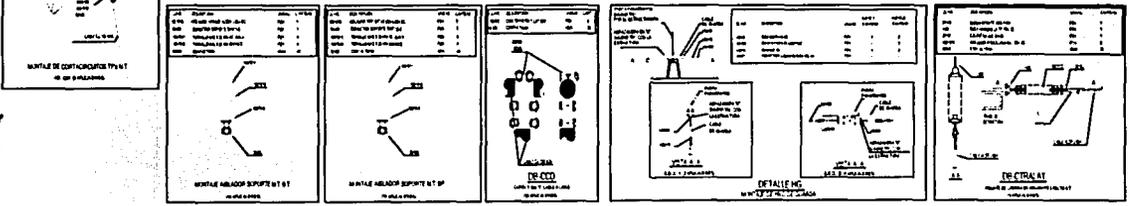
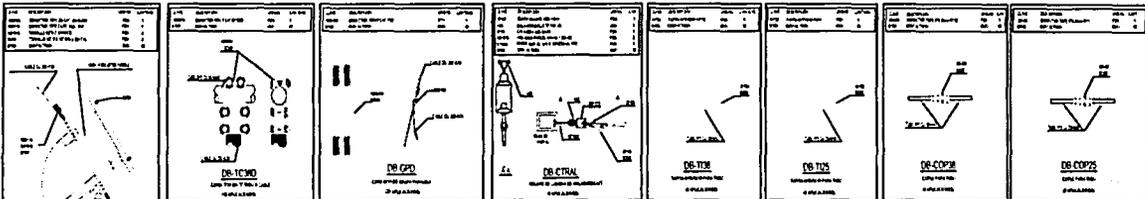
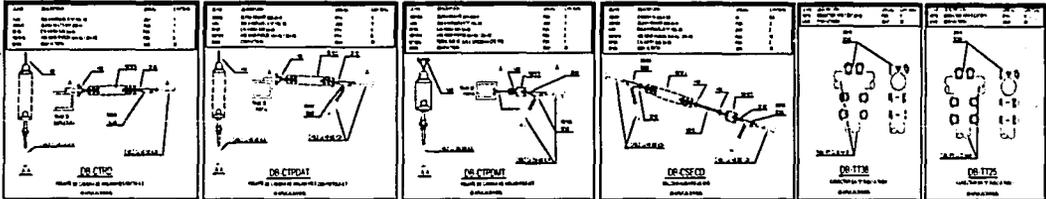
TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

72-13

PROYECTO: S.E FLORES MAGON BCO.1
 115/13.8 KV
 TITULO: DISPOSICION DE EQUIPOS
 CASETA DE CONTROL



NOTAS:
 1. CONSULTAR ESPECIFICACIONES Y ESTÁNDARES
 2. CONSULTAR
 3. CONSULTAR



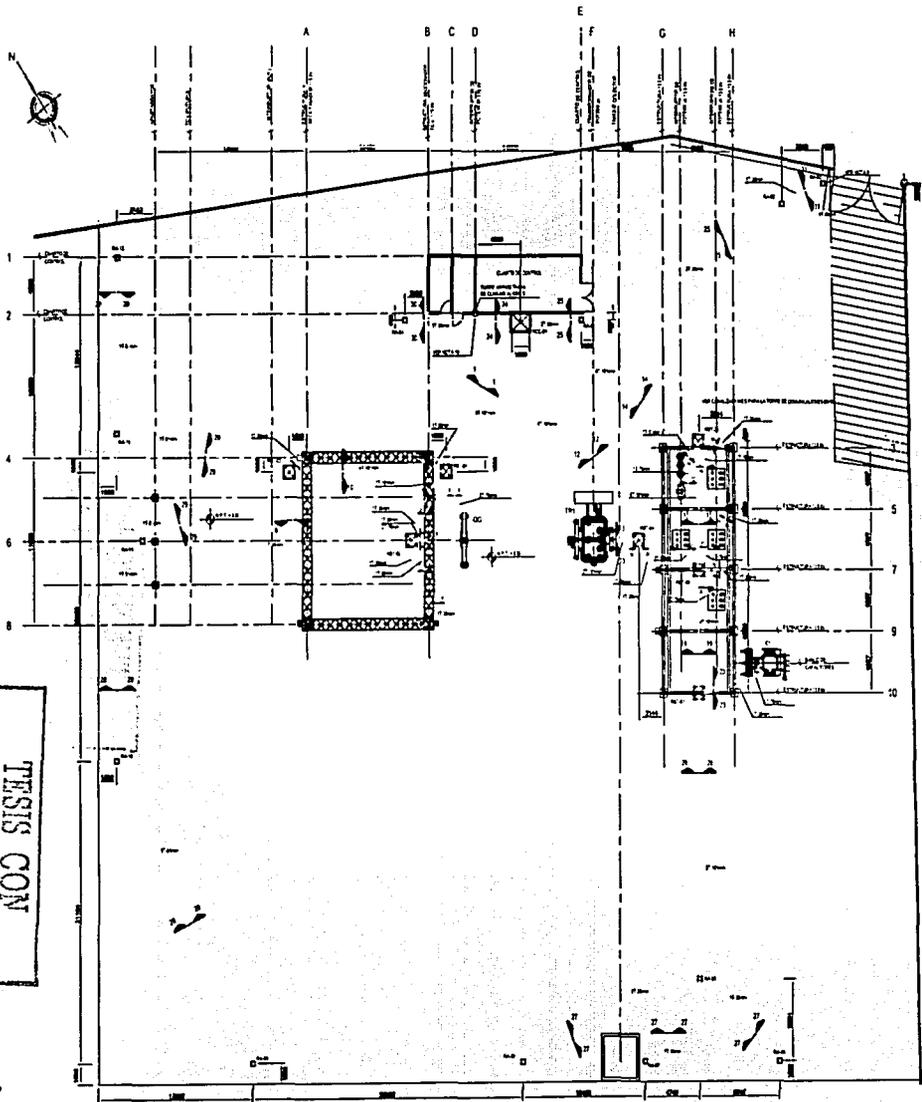
TESIS CON FALTA DE ORIGEN

PROYECTO: S.E. FLORES MAGON BCO.1
 115/13.8 KV
 TITULO: DETALLE DE MONTAJE HERRAJES Y CONECTORES

78-15

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

72-17



SIMBOLOGIA

- LINEA DE DUCTO
- VALVULA
- ...

NOTAS

1. ACCIONES DE...
2. LA TRAYECTORIA...
3. LA TRAYECTORIA...
4. LA TRAYECTORIA...
5. LA TRAYECTORIA...
6. LA TRAYECTORIA...
7. LA TRAYECTORIA...
8. LA TRAYECTORIA...
9. LA TRAYECTORIA...
10. LA TRAYECTORIA...

PROYECTO: S.E FLORES MAGON BCO.1
115/13.8 KV

TITULO: TRAYECTORIA DE
DUCTOS 1 DE 2 Y 2 DE 2

NOTAS

1. Sección de corte en el plano de simetría de la pieza.
2. Sección de corte en el plano de simetría de la pieza.
3. Sección de corte en el plano de simetría de la pieza.
4. Sección de corte en el plano de simetría de la pieza.
5. Sección de corte en el plano de simetría de la pieza.



CORTE 1-1



CORTE 2-2



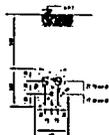
CORTE 3-3



CORTE 4-4



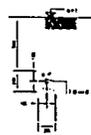
CORTE 5-5



CORTE 6-6



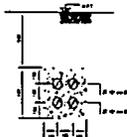
CORTE 7-7



CORTE 8-8



CORTE 9-9



CORTE 10-10



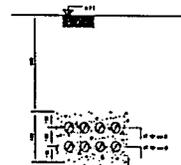
CORTE 11-11



CORTE 12-12



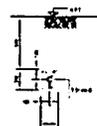
CORTE 13-13



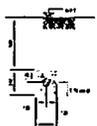
CORTE 14-14



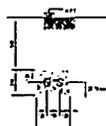
CORTE 15-15



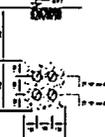
CORTE 16-16



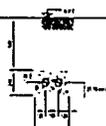
CORTE 17-17



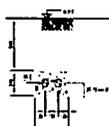
CORTE 18-18



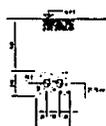
CORTE 19-19



CORTE 20-20



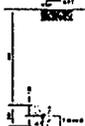
CORTE 21-21



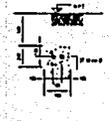
CORTE 22-22



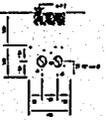
CORTE 23-23



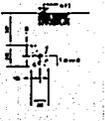
CORTE 24-24



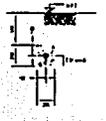
CORTE 25-25



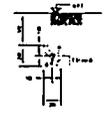
CORTE 26-26



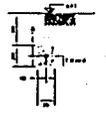
CORTE 27-27



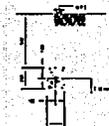
CORTE 28-28



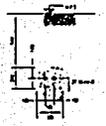
CORTE 29-29



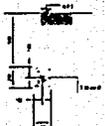
CORTE 30-30



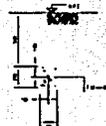
CORTE 31-31



CORTE 32-32



CORTE 33-33



CORTE 34-34



CORTE 35-35

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

IV. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

Durante la planeación de un proyecto y como base de éste se toma en cuenta los equipos que podrán ser utilizados de acuerdo a las necesidades del lugar donde se ubicará la subestación, tanto en demanda como en el aspecto climático, ambiental, sin olvidar la experiencia que se tiene con determinados equipos, es por eso la intención de dar a conocer este capítulo donde se describen detalladamente las necesidades y características que necesitan todos los equipos de la subestación Flores Magón, las cuales deben ser cumplidas por la contratista y vigilar su cumplimiento por la supervisión.

La importancia de este capítulo es tal que de ello depende que la subestación opere de una manera correcta, ya que si un equipo está fuera de las características que se piden podría alterar el buen funcionamiento de los demás y así sucesivamente.

Las características particulares que se mostrarán a continuación son:

- Diseño electromecánico y civil.
- Obra civil, electromecánica y puesta a punto.
- Equipo de servicios propios.
- Tablero de control, protección, medición y mantenibilidad para su uso en subestaciones de distribución.
- Transformadores de corriente de 0.6 a 115 kv.
- Transformadores de potencial inductivos de 6.9 a 85 kv.
- Transformadores de potencia para subestaciones de distribución.
- Interruptores de potencia para distribución de 15.5 a 123 kv.
- Apartarrayos tipo estación de óxido de zinc para sistemas de 13.8 a 400 kv.
- Bancos de capacitores tipo subestación.
- Equipos de comunicaciones y control.
- Cuchillas desconectoras de 15.5 a 123 kv.
- Sistemas integrales de seguridad física en subestaciones eléctricas de potencia.
- Sistemas para la prevención, control y extinción de incendios en subestaciones eléctricas.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4.1. DISEÑO ELECTROMECAÁNICO

1. TRAYECTORIA DE TRINCHERAS Y DUCTOS (Complementario).
Sí requiere.
En base al diseño de la subestación y al equipo suministrado se diseñarán los bancos de ductos definitivos así como la acometida al gabinete de control de cada equipo, y a la caseta de control.
2. RED DE TIERRAS. (Complementario)
Sí requiere.
Será responsabilidad del adjudicatario la realización del correspondiente Estudio de Resistividad del terreno, que le permita diseñar la red de tierras definitiva de la subestación, la cual deberá tener una resistencia de tierras de 1 Ω en época de lluvias y 4 Ω en época de estiaje, además de cumplir con la especificación CFE 00J00-01
3. ALUMBRADO EXTERIOR. (Complementario)
Sí requiere.
Será responsabilidad del adjudicatario el diseño definitivo.
4. ACOMETIDAS.
No requiere.
Se refiere al diseño de los enlaces entre las estructuras de remate de las líneas de transmisión en la colindancia del predio hasta el punto donde acometerán a las bahías correspondientes; todos los materiales requeridos para su ejecución (estructuras, conductores, aisladores, herrajes, etc.) deberán ser considerados en los alcances de suministro.
5. CONDUCTORES, AISLADORES, HERRAJES Y CONECTORES.
Sí requiere.
El conductor que se utilizará en los buses de 115 kV será cable COBRE de 250 KCM, el conductor que se utilizará en barras de Media Tensión será tubo de cobre de 38 mm de diámetro para la barra principal y para la barra auxiliar de 25 mm. Las derivaciones a equipos en 115 kV será con cable de cobre de 250 KCM y en Media Tensión cable de cobre de 250 KCM. En el bus de transformación, como mínimo CU-250 KCM o el calibre que según el diseño se requiera.
6. CABLES DE POTENCIA Y TERMINALES.
No requiere.
7. ARREGLO GENERAL CASETA DE CONTROL (Complementario).
Sí requiere.
Adicionalmente al plano de disposición de equipos en el interior de la caseta de control, se deberán entregar planos independientes donde se incluyan los siguientes diseños: alumbrado interior, aire acondicionado, arreglo de charolas, acceso de trincheras, interconexión de

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

ducterías o tableros de C.A. y C.D., bancos de batería y el diseño necesario para la correcta operación del equipo que se instalará.

8. SERVICIOS PROPIOS DE C.A. Y C.D.
Sí requiere.
Se deberán entregar planos independientes donde se indique lo siguiente: diagrama unifilar y trifilar de servicios propios, detalle de ductería, arreglo e interconexión mecánica y eléctrica de los tableros de CA y CD.
9. LISTA DE CABLES DE CONTROL, PROTECCIÓN, MEDICIÓN Y FUERZA.
Sí requiere.
10. LISTA DE CABLES DE COMUNICACIONES.
Sí requiere. (Complementario)
Se deberán anexar las características del equipo que deberá suministrar, pero el adjudicatario tendrá que realizar el diseño necesario para la instalación de ese equipo y para el enlace correcto con los repetidores existentes en la zona de distribución y con la terminal maestra.
11. LISTA DE CABLES DE CONTROL SUPERVISORIO.
Sí requiere.
12. PROYECTO DE COMUNICACIONES.
Sí requiere. (Complementario.)
13. SISTEMA CONTRA INCENDIO.
Sí requiere.
De acuerdo con las Características Particulares de sistemas para la Prevención, Control y Extinción de Incendios en Subestaciones Eléctricas.
14. SISTEMA DE SEGURIDAD FÍSICA.
Sí requiere.
De acuerdo con las Características Particulares para sistemas Integrales de Seguridad Física en Subestaciones Eléctricas de Distribución.
15. CRONOGRAMA DE DISEÑO ELECTROMECAÁNICO.
Sí requiere.
16. MEMORIAS DE CÁLCULO.
Sí requiere.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4.2. DISEÑO CIVIL

1. TERRACERÍAS.
Sí requiere.
2. PISOS TERMINADOS.
No requiere.
Se deberán considerar pisos con terminado de concreto en el área eléctrica y en el área de maniobras, en el resto del área se debe considerar acabado de calcreto y grava.
3. CAMINOS DE ACCESO.
No requiere.
4. ACCESOS PERIMETRALES E INTERIORES.
Sí requiere.
Se refiere al acceso de la carretera a la puerta principal de la subestación
5. CARRIL DE DESACELERACIÓN.
No requiere.
6. CIMENTACIONES MAYORES.
No requiere.
7. CIMENTACIONES MENORES.
Sí requiere. (Complementario)
Es responsabilidad del adjudicatario diseñar las cimentaciones con base al equipo que suministre.
8. DRENAJES.
Sí requiere.
El drenaje deberá ser superficial por gravedad dentro de la subestación y el desalojo de las aguas pluviales las diseñará el adjudicatario.
9. TRINCHERAS Y DUCTOS.
Sí requiere (Complementario.)
Es responsabilidad del adjudicatario el diseño definitivo basándose en las necesidades del cableado del equipo que suministrará así como el detallado de la llegada de los ductos tanto a registros como a equipo y caseta de control.
10. CASETA DE CONTROL (Complementario).
Sí requiere.
Se deberán de considerar las adecuaciones y detalles (alumbrado, aire acondicionado, arreglo de charolas accesos a trincheras y considerar que la torre de comunicaciones se montará sobre el techo de la caseta.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

11. SISTEMA CONTRA INCENDIO.
 Sí requiere. (Complementario.)
De acuerdo con las Características Particulares de sistemas para la Prevención, Control y Extinción de Incendios en Subestaciones Eléctricas.
12. SEGURIDAD FÍSICA.
 Sí requiere. (Complementario)
El adjudicatario diseñará la cimentación y lo necesario para que el equipo mencionado en las características particulares para sistemas integrales de seguridad física en subestaciones eléctricas de distribución, operen correctamente.
13. CRONOGRAMA DE DISEÑO CIVIL.
 Sí requiere.
14. MEMORIAS DE CÁLCULO.
 Sí requiere.
15. PLANOS DE INGENIERÍA DEFINITIVOS DE CONSTRUCCIÓN Y DETALLE (Como fue construido)
 Sí requiere

En lo aplicable, todos los conceptos de Diseño Electromecánico y Civil incluidos en estas Características Particulares deberán cumplir con lo establecido en los siguientes documentos:

- Especificación "Especificaciones Generales para la Construcción de Subestaciones".
- Especificación CFE C0000-13 "Edificios y Casetas para Subestaciones Eléctricas".
- "Guía para la prevención control y extinción de Incendios en Subestaciones de Distribución"
- "Criterios de Diseño para Implementación de Sistemas de Seguridad Física en Subestaciones Telecontroladas".

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4.3. OBRA CIVIL

1. DESMONTE Y DESPALME.
Sí requiere.
2. TERRACERÍAS.
Sí requiere.
3. CAMINOS DE ACCESO.
No requiere.
4. ACCESOS PERIMETRALES E INTERIORES.
Sí requiere.
5. CARRIL DE DESACELERACIÓN.
No requiere.
6. PISOS TERMINADOS.
Sí requiere.
7. CIMENTACIONES MAYORES.
Sí requiere.
8. CIMENTACIONES MENORES.
Sí requiere.
9. CASETA DE CONTROL.
Sí requiere.
Se refiere a la obra civil propia de la caseta de control así como la requerida por los equipos asociados a la caseta de control.
10. TRINCHERAS Y DUCTOS PARA CABLES.
Sí requiere.
11. SISTEMA DE DRENAJE.
Sí requiere.
12. SISTEMA CONTRA INCENDIO.
Sí requiere.
13. SISTEMA DE SEGURIDAD FÍSICA.
Sí requiere.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

14. ESTACIONAMIENTO.

No requiere.

Se refiere al área de estacionamiento techado cuya ubicación deberá ser cercana a la caseta de control de la subestación, previéndose el espacio suficiente para estacionar un mínimo de 2 vehículos.

15. MEDIDAS DE IMPACTO AMBIENTAL.

Sí requiere.

Se refiere a los conceptos indicados en los documentos "RESOLUCIÓN APROBATORIA EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL" y "TÉRMINOS QUE DEBERÁN ACATAR LOS CONTRATISTAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS, DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO EN LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE".

16. RETIRO Y REUBICACIÓN DE OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES.

No requiere. (la subestación es nueva)

4.4. OBRA ELECTROMECAÁNICA

1. MONTAJE DE ESTRUCTURAS MAYORES Y MENORES.

Sí requiere.

2. MONTAJE, TENDIDO Y CONECTADO DE ACOMETIDAS.

No requiere.

3. MONTAJE, TENDIDO Y CONECTADO DE CONDUCTORES, AISLADORES, HERRAJES Y CONECTORES.

Sí requiere.

4. MONTAJE, TENDIDO Y CONECTADO DE CABLES DE POTENCIA.

No requiere.

5. MONTAJE DE GABINETES DE CONTROL LOCAL.

No requiere.

6. MONTAJE DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA.

Sí requiere.

7. MONTAJE DE INTERRUPTORES DE POTENCIA EN A.T. Y M.T.

Sí requiere.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

8. MONTAJE DE CUCHILLAS DESCONECTADORAS EN A.T. Y M.T. DE OPERACIÓN EN GRUPO Y OPERACIÓN EN PERTIGA
 Sí requiere.
9. MONTAJE DE TC'S DE A.T.
 Sí requiere.
10. MONTAJE DE APARTARRAYOS DE A.T. Y M.T.
 Sí requiere.
11. MONTAJE DE BANCOS DE CAPACITORES EN A.T. Y M.T.
 Sí requiere. (únicamente en media tensión)
12. MONTAJE DE TABLEROS BLINDADOS TIPO METAL-CLAD.
 No requiere.
13. MONTAJE DE EQUIPO MENOR.
 Sí requiere.
14. MONTAJE DE CCF DE POTENCIA DE M.T.
 Sí requiere.
15. COLOCACIÓN DE SISTEMA DE TIERRAS.
 Sí requiere.
16. MONTAJE DE GABINETES DE TABLILLAS.
 Sí requiere.
Se refiere a los gabinetes y tablllas centralizadores de TC's y TP's, así como el gabinete y tablillas de interfase dentro de la caseta de control.
17. MONTAJE DE CHAROLAS.
 Sí requiere.
18. MONTAJE DE EQUIPO DE SERVICIOS PROPIOS.
 Sí requiere.
19. MONTAJE DE TABLEROS DE PROTECCIÓN CONTROL Y MEDICIÓN TIPO SIMPLEX.
 Sí requiere.
20. MONTAJE COMPLEMENTARIO DEL EQUIPO PARA EL CONTROL SUPERVISORIO.
 Sí requiere.
21. MONTAJE DE EQUIPO DE COMUNICACIÓN.
 Sí requiere.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

22. MONTAJE DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO.

Sí requiere.

23. INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR.

Sí requiere.

24. MONTAJE DE EQUIPO DIVERSO.

Sí requiere.

Se refiere a todos aquellos equipos incluidos en el alcance de suministro y que no se hayan indicado específicamente en el presente documento.

25. TENDIDO Y CONECTADO DE CABLES DE PROTECCIÓN, CONTROL Y MEDICIÓN.

Sí requiere.

26. TENDIDO Y CONECTADO DE CABLES DE COMUNICACIÓN.

Sí requiere.

27. TENDIDO Y CONECTADO DE CABLES DE CONTROL SUPERVISORIO.

Sí requiere.

28. MONTAJE DE SISTEMA CONTRA INCENDIO.

Sí requiere.

29. SISTEMA DE SEGURIDAD FÍSICA.

Sí requiere.

30. RETIRO Y REUBICACIÓN DE OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES.

No requiere.

4.5. PUESTA A PUNTO Y PARTICIPACIÓN EN LA PUESTA EN SERVICIO.

1. PUESTA A PUNTO DE INTERRUPTORES DE POTENCIA EN ALTA Y MEDIA TENSIÓN.

Sí requiere.

2. PUESTA A PUNTO DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

Sí requiere.

3. PUESTA A PUNTO DE CUCHILLAS SECCIONADORAS EN ALTA Y MEDIA TENSIÓN.

Sí requiere.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4. PUESTA A PUNTO DE TABLEROS DE PROTECCION CONTROL Y MEDICION TIPO SIMPLEX.
 Sí requiere.
5. PUESTA A PUNTO DE BANCOS DE CAPACITORES EN MEDIA TENSIÓN.
 Sí requiere.
6. PUESTA A PUNTO DE TRANSFORMADOR DE SERVICIOS PROPIOS.
 Sí requiere.
7. PUESTA A PUNTO DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE Y POTENCIAL EN ALTA Y MEDIA TENSIÓN.
 Sí requiere.
8. PUESTA A PUNTO DE APARTARRAYOS EN ALTA Y MEDIA TENSIÓN.
 Sí requiere.
9. PUESTA A PUNTO DE CABLES DE POTENCIA.
 No requiere.
10. PUESTA A PUNTO EQUIPO MISCELÁNEO. (Banco de Baterías, Tableros CA y CD, etc.)
 Sí requiere.
11. PUESTA A PUNTO DE ALUMBRADO EXTERIOR.
 Sí requiere.
12. PUESTA A PUNTO DE CCF DE POTENCIA DE M.T.
 Sí requiere.
13. PARTICIPACIÓN EN PUESTA EN SERVICIO DE LA SUBESTACIÓN.
 Sí requiere.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4.6. EQUIPO DE SERVICIOS PROPIOS

TABLEROS DE SERVICIOS PROPIOS DE C.A.

Cantidad: 1 (una) pieza.

Tablero de servicios propios de 220/127 VCA, Tipo II, tres fases cuatro hilos, autoportado, servicio interior, construcción NEMA 1, con acceso para los cables por la parte superior exclusivamente, diseñado para una altura de operación de 1000 msnm, temperatura máxima de 32° C, aceleración horizontal máxima de 0.3 G formado por las siguientes secciones:

- Una sección C2 (para circuitos derivados) y deberá incluir un interruptor principal termomagnético de 125 A.

La sección anterior deberá cumplir con la Especificación CFE V6100-23, y será adecuada con base en el Diagrama Unifilar de Servicios Propios.

TABLEROS DE SERVICIOS PROPIOS DE C.D.

Cantidad: 1 (una) pieza.

Tablero de servicios propios de 125 VCD, Tipo I, autoportado, servicio interior, Construcción NEMA 1, con acceso para los cables por la parte superior exclusivamente, diseñado para una altura de operación de 1000 msnm, temperatura máxima de 32° C, aceleración horizontal máxima de 0.3 G. formado por las siguientes secciones:

- Una sección D1. (barra de circuitos derivados de CD)

La sección anterior deberá cumplir con la Especificación CFE V6600-22, y será adecuada con base en el Diagrama Unifilar de Servicios Propios.

TRANSFORMADOR DE SERVICIOS PROPIOS

Cantidad: 1 (una) pieza.

Transformador de distribución trifásico con capacidad de 45 kVA, 60 Hz, tensión primaria 13.8 kV y tensión secundaria 220/127 V, conexión delta estrella, clase de enfriamiento OA, cuatro derivaciones en el devanado de alta tensión de 2,5% de ajuste cada una (dos arriba y dos debajo de la tensión nominal), impedancia mínima de 4% servicio intemperie, diseñado para una altitud hasta de 1000 msnm, distancia de fuga de boquillas de 20 mm/kV de fase a fase, NBAI en el devanado primario 110 kV, las características restantes de acuerdo con la Especificación CFE-K0000-01.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

BANCOS Y CARGADORES DE BATERÍAS

Cantidad: (1) banco.

Banco de baterías para 125 VCD, tipo plomo ácido, capacidad total de 144 A-h, formado por 60 celdas, régimen de descarga de 8 horas, incluye bastidor de montaje; completo, con los accesorios, partes de repuesto y demás características indicadas en la Especificación CFE-V7100-19.

Cantidad: (2) piezas.

Cargador de baterías automático tipo rectificador de onda completa filtrado y regulado; para cargar un banco de baterías de 125 VCD, 144 A-h, régimen de descarga de 8 horas; tensión de alimentación 220 VCA, trifásico, 60 Hz, diseñado para suministrar tanto carga de igualación como de flotación, con capacidad de 50 ACD y tiempo de recarga no mayor de 24 horas, completo con gabinete autosoportado y todos los accesorios, refacciones y demás características indicadas en la especificación CFE-V7200-48.

CORTACIRCUITOS FUSIBLES

- 3 (tres) piezas.- Cortacircuitos fusibles con tensión nominal de 15.5 kV, corriente nominal 100 A, nivel básico de aislamiento al impulso 110 kV, corriente interruptiva nominal asimétrica 20 kA, elemento fusible 1 A, para conectar los Transformadores de Potencial Inductivo a la barra de 13.8 kV, completo con accesorios, partes de repuesto y demás características señaladas en la Especificación CFE-V4100-28.
- 3 (tres) piezas.- Cortacircuitos fusibles con tensión nominal de 15.5 kV, corriente nominal 100 A, nivel básico de aislamiento al impulso 110 kV, corriente interruptiva nominal asimétrica 20 kA, elemento fusible 3 A, para conectar el transformador de servicios propios a la barra de 13.8 kV, completo con accesorios, partes de repuesto y demás características señaladas en la Especificación CFE-V4100-28

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4.7. TABLEROS DE CONTROL, PROTECCIÓN, MEDICIÓN Y MANTENIBILIDAD PARA SU USO EN SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN

Correspondiente a la Especificación CFE V6700-41

DESCRIPCIÓN GENERAL

1 (UNA) PIEZA . Sección de Tablero que proporcione las funciones de Control, Protección, Medición (PCM SIMPLEX INTEGRADO L4I) para: 1 alimentador en 13.8 kv, cumpliendo con la especificación CFE-V6700-41.

PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LOS EQUIPOS

ALTITUD DE OPERACIÓN:	1000	msnm
HUMEDAD RELATIVA MÁXIMA REGISTRADA:	75	%
TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL:	32	°C
TEMPERATURA MÍNIMA ANUAL:	19	°C
NIVEL DE CONTAMINACIÓN:	LIGERA	
TIPO DE SERVICIO:	INTERIOR	

DATOS DE LA INSTALACIÓN

- ALIMENTADORES DE RED (BAJA TENSIÓN):
 - Cantidad: 1 PIEZA(S)
 - Tensión nominal: 13.8 kv
- DIAGRAMA UNIFILAR: Ver el Diagrama Unifilar Simplificado.

GARANTÍAS DE FUNCIONAMIENTO

Sección de Tablero PCM tipo simplex Integrado; Descripción corta (L4I) ; con equipo de protección, control y medición para 1 Alimentadores en media tensión. Lo ofertado deberá incluir todas las funciones de control y adquisición de datos, protección y medición, así como las funciones complementarias de oscilografía, registro de eventos, localización de fallas, registro de fallas, y Software de explotación de cada uno de los dispositivos del equipamiento. Todo lo anterior debe cumplir con las especificaciones correspondientes de cada dispositivo de protección, control y medición, así como con la especificación de tableros CFE-V6700-41.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA

3. El dimensionamiento de la Sección forma parte del diseño incluido en el alcance de los trabajos, y deberá realizarse con base en las funciones de control y adquisición de datos, protección y medición, así como las funciones complementarias, oscilografía, registro de eventos, localización de fallas, registro de fallas, indicadas en la Especificación CFE V6700-41 y en estas Características Particulares, considerando además un 20% de capacidad adicional para cada una de las secciones especificadas.
4. La Sección de tablero de Control, Protección, Medición ofertado deberá considerar las previsiones de modularidad para expansiones necesarias en el sistema, como consecuencia de las eventuales ampliaciones futuras que experimente esta subestación.
5. Los Dispositivos a utilizar deben cumplir con las pruebas prototipo indicadas en las Especificaciones CFE V6700-55

ALCANCE DE LOS TRABAJOS

La sección de Tablero de Control, Protección, Medición ofertado incluye: diseño, fabricación, hardware, software (con sus licencias respectivas), firmware, pruebas de funcionalidad y de aceptación, empaque, embarque, embalaje, transporte, puesta a punto, puesta en servicio, garantías, planos, catálogos, instructivos; de acuerdo a lo indicado en la Especificación CFE V6700-41. No se incluyen en el alcance de este suministro partes de repuesto ni herramientas especiales.

TIEMPOS DE ENTREGA

Los tiempos de entrega deberán cumplir con los programas de ejecución que proponga el licitante y apruebe CFE.

DESCRIPCIÓN CORTA DEL EQUIPO:
SECCION DE TABLERO DE TIPO SIMPLEX INTEGRADO L4I
(PARA UN ALIMENTADOR)

NOMBRE DE LA INSTALACIÓN	CANTIDAD
FLORES MAGÓN BANCO 1	1

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

TABLEROS DE CONTROL, PROTECCIÓN, MEDICIÓN PARA SU USO EN SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN

Correspondiente a la Especificación CFE V6700-41

DESCRIPCIÓN GENERAL

1 (una) PIEZA Sección de Tablero que proporcione las funciones de Control, Protección, Medición (PCM SIMPLEX INTEGRADO T3I) para: 1, transformador(es) de potencia de 9.375 MVA y un banco de capacitores de 600 kVAR en 13.8 kV. cumpliendo con la especificación CFE-V6700-41

PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LOS EQUIPOS

ALTITUD DE OPERACIÓN:	<u>1000</u>	Msnm
HUMEDAD RELATIVA MÁXIMA REGISTRADA:	<u>75</u>	%
TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL:	<u>32</u>	°C
TEMPERATURA MÍNIMA ANUAL:	<u>19</u>	°C
NIVEL DE CONTAMINACIÓN:	<u>LIGERA</u>	
TIPO DE SERVICIO:	<u>INTERIOR</u>	

DATOS DE LA INSTALACIÓN

6. EQUIPO DE TRANSFORMACIÓN DE POTENCIA:

a). Cantidad:	<u>1</u>	PIEZA(S)
b). Capacidad:	<u>9.375</u>	MVA
c). Tensiones nominales:	<u>115/13.8</u>	kV

7. BANCOS DE CAPACITORES:

a). Alta tensión:	Cantidad: <u>--</u>	<u>--</u>	MVAr
b). Baja tensión:	Cantidad: <u>1</u>	<u>0.6</u>	MVAr

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

GARANTÍAS DE FUNCIONAMIENTO

Sección de Tablero PCM tipo Simplex Integrado; Descripción corta (T3I) ; con equipo de protección, control y medición para subestaciones para 1 Transformador incluyendo control de banco de capacitores, Lo ofertado deberá incluir todas las funciones de control y adquisición de datos, protección y medición, así como las funciones complementarias de oscilografía, registro de eventos, localización de fallas, registro de fallas, y Software de explotación de cada uno de los dispositivos del equipamiento. Todo lo anterior debe cumplir con las especificaciones correspondientes de cada dispositivo de protección control y medición, así como con la especificación de tableros CFE-V6700-41.

FUNCIONES ADICIONALES REQUERIDAS

FUNCIONES DE CONTROL AUTOMÁTICO ESPECIALES.

4. Conexión-Desconexión de Banco de Capacitores SI X NO ___
Tipo de Control: VOLTAJE
5. Arranque y paro de motoventiladores SI X NO ___

6. Otras funciones de control especiales (indicar):
El tablero PCM ofertado deberá tener la capacidad para manejar las señales de los diferentes sensores
de Seguridad Física en Subestaciones Eléctricas de Potencia, y de Sistemas para la Prevención, Control y
Extinción de Incendios en Subestaciones Eléctricas.

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA

7. El dimensionamiento de la sección de Tablero forma parte del diseño incluido en el alcance de los trabajos, y deberá realizarse con base en las funciones de control y adquisición de datos, protección y medición, así como las funciones complementarias, oscilografía, registro de eventos, localización de fallas, registro de fallas, indicadas en la Especificación CFE V6700-41 y en estas Características Particulares, considerando además un 20% de capacidad adicional para cada una de las secciones especificadas.
8. La sección de Tablero de Control, Protección, Medición ofertado deberá considerar las provisiones de modularidad para expansiones necesarias en el sistema, como consecuencia de las eventuales ampliaciones futuras que experimente esta subestación.
9. Los Dispositivos a utilizar deben cumplir con las pruebas prototipo indicadas en las Especificaciones CFE V6700-55

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

ALCANCE DE LOS TRABAJOS

El alcance de los trabajos de la sección de tablero de Control, Protección, Medición ofertado incluye: diseño, fabricación, hardware, software (con sus licencias respectivas), firmware, pruebas de funcionalidad y de aceptación, empaque, embarque, embalaje, transporte, puesta a punto, puesta en servicio, garantías, planos, catálogos, instructivos; de acuerdo a lo indicado en la Especificación CFE V6700-41. No se incluyen en el alcance de este suministro partes de repuesto ni herramientas especiales.

TIEMPOS DE ENTREGA

Los tiempos de entrega deberán cumplir con los programas de ejecución que proponga el licitante y apruebe CFE.

DESCRIPCIÓN CORTA DEL EQUIPO:

SECCION DE TABLERO DE PCM TIPO SIMPLEX INTEGRADO T3I

NOMBRE DE LA INSTALACIÓN	CANTIDAD
FLORES MAGON BANCO 1	1

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4.8. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE DE 0.6 A 115 kV

Correspondientes a la Especificación CFE VE100-49

CARACTERÍSTICAS GENERALES

(3) pieza(s).- Transformador de corriente, para servicio intemperie con aislamiento interno a base de ACEITE Y PAPEL IMPREGNADO y aislador externo de PORCELANA, clase de aislamiento 550 kV; relación de transformación 300X600/5/5/5 con 3 devanados en el secundario, dos para protección clase C-200 y uno para medición con clase y precisión de 0.3 (B0.1 a B2.0) para utilizarse en sistemas de 115 kV, con NBI de 550 kV; distancia de fuga 20 mm/kV; criterio de fase-fase (2460 mm), altitud de operación hasta 1000 msnm, con conectores para recibir cable de cobre y aluminio de 160.6 mm² a 613 mm² (4/0 a 795 kcm) de sección transversal.

PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LOS EQUIPOS

ALTITUD DE OPERACIÓN:	<u>0 - 1000</u>	Msnm
TEMPERATURA MÁXIMA:	<u>32</u>	°C
ACELERACIÓN HORIZONTAL MÁXIMA:	<u>0.3</u>	G
VELOCIDAD DE VIENTO:	<u>95</u>	km/h
CONDICIONES ESPECIALES DE SERVICIO:	<u>Ninguna</u>	

GARANTÍAS DE FUNCIONAMIENTO

1.	CANTIDAD DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE:	DE	<u>3 (tres)</u>	PIEZA(S)
2.	NÚMERO DE DEVANADOS			
	a). Primarios:		<u>1</u>	
	b). Secundarios (núcleos):		<u>3</u>	
	- Para medición:		<u>1</u>	
	- Para protección:		<u>2</u>	
3.	CARGA Y CLASE DE EXACTITUD:			
	- Para medición:		<u>0.3(B0.1 a B2.0)</u>	
	- Para protección:		<u>C-200</u>	

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBSTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBSTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4. CORRIENTE NOMINAL PRIMARIA:
- a). Relación simple: ---- A rcm
- b). Doble relación (conexión serie-paralelo): 300 X 600 A rcm
5. CORRIENTE TÉRMICA DE CORTO CIRCUITO
 (duración de 1 s): 31.5 kA rcm
LA CORRIENTE DINÁMICA DE CORTO CIRCUITO SERÁ DE UN VALOR CRESTA IGUAL A 2,5 VECES EL VALOR DE LA CORRIENTE TÉRMICA DE C.C.
-
6. FACTOR DE CAPACIDAD TÉRMICA DE LA CORRIENTE NOMINAL: 1,2
7. RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN: 300X600/5/5/5 A
8. TENSIONES NOMINALES:
- a). Tensión nominal del sistema: 115 kV rcm
- b). Tensión máxima del sistema: 123 kV rcm
- c). Tensión nominal de Aislamiento del T.C.: 123 kV rcm
9. VALORES DE PRUEBAS DIELÉCTRICAS:
- AISLAMIENTO EXTERNO**
- a). Tensión al Impulso, onda completa: 550 kV cresta
- b). Potencial Aplicado a 60 Hz durante 1 min.: 230 kV rcm
- AISLAMIENTO INTERNO**
- Devanado primario**
- a). Tensión al Impulso, onda completa: 550 kV cresta
- b). Potencial Aplicado a 60 Hz durante 1 min.: 230 kV rcm
- Devanado secundario**
- a). Potencial Aplicado a 60 Hz durante 1 min.: 3 kV rcm
10. DISTANCIA DE FUGA MÍNIMA AISLAMIENTOS EXTERNOS:
- a). Distancia de fuga unitaria: 20 mm/kV f-f
- b). Distancia de fuga total: 2460 mm
11. ALTURA APROXIMADA DE LA CIMENTACIÓN O BASE:
 La necesaria para garantizar una altura de seguridad mínima de 4.2 m entre partes vivas y piso.
Y que la parte inferior del aislador este a 2.3 m. Como mínimo del piso
-
12. CONECTORES TERMINALES DE LÍNEA: RECTOS

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

- a) Para recibir cable o barra (descripción del cable o barra): CABLE ACSR 795 KCM
Y/O CU-500 KCM
- b) Para llegada del cable o barra: (horizontal o vertical) HORIZONTAL

OTRAS CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

NOTA 1.

Deberá suministrarse un gabinete de tabllas centralizador por cada juego tripolar de transformadores de corriente.

TIEMPOS DE ENTREGA

Los tiempos de entrega deberán cumplir con los programas de ejecución que proponga el licitante y apruebe la CFE.

DESCRIPCIÓN CORTA DEL EQUIPO:

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE STC-550-115-300X600-5/5/5

NOMBRE DE LA INSTALACIÓN	CANTIDAD
S.E. FLORES MAGÓN BCO.1	3

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4.9. TRANSFORMADORES DE POTENCIAL INDUCTIVOS DE 6.9 A 85 kV Correspondiente a la Especificación CFE VE000-29

CARACTERÍSTICAS GENERALES

3 (TRES) pieza(s).- Transformador de potencial inductivo, monofásico, tensión nominal de 15.5 kV, NBI aislamiento externo 110 kV, relación de transformación 8400/120 (RTP 70:1) clase de exactitud 0.3W, X,Y,Z, capacidad térmica total mínima 300 VA, distancia de fuga mínima de 20 mm/kV de fase a fase (310 mm).

PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LOS EQUIPOS

ALTITUD DE OPERACIÓN:	<u>0 - 1000</u>	msnm
TEMPERATURA MÁXIMA:	<u>32</u>	°C
ACELERACIÓN HORIZONTAL MÁXIMA:	<u>0.3</u>	G
VELOCIDAD DE VIENTO:	<u>95</u>	km/h
CONDICIONES ESPECIALES DE SERVICIO:	<u>NINGUNA</u>	

GARANTÍAS DE FUNCIONAMIENTO

- | | | | |
|----|---|-------------------|--------------------------------|
| 1. | CANTIDAD DE TRANSFORMADORES DE POTENCIAL: | <u>3</u> | PIEZA(S) |
| 2. | TIPO DE TRANSFORMADOR DE POTENCIAL: | <u>INDUCTIVO</u> | (INDUCTIVO
○
CAPACITIVO) |
| 3. | SERVICIO: | <u>INTEMPERIE</u> | |
| 4. | NÚMERO DE FASES: | <u>1 (UNA)</u> | |
| 5. | NÚMERO DE DEVANADOS: | | |
| | a). Primarios: | <u>1 (UNO)</u> | |
| | b). Secundarios: | <u>1(UNO)</u> | |

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

6. TENSIONES NOMINALES:

Para el Sistema:

- | | | |
|----------------------------------|------|--------|
| a). Tensión nominal del Sistema: | 13.8 | kV rcm |
| b). Tensión máxima del Sistema: | 15.5 | kV rcm |

Para el transformador de potencial:

- | | | |
|--|------|--------|
| a). Tensión nominal de Aislamiento del T.P.: | 15.5 | kV rcm |
|--|------|--------|

Primarios.

- | | | |
|--|-----|----|
| b). Tensión nominal del primario de fase a tierra y entre fases: | 8.4 | kV |
|--|-----|----|

c). Conexión:

Fase a tierra (estrella)

Secundarios.

- | | | |
|--------------------------------|-------|---|
| d). Tensión del Devanado "X" : | 120 | V |
| e). Tensión del Devanado "Y" : | ----- | V |

7. CARGA Y CLASE DE EXACTITUD:

- | | | |
|--|----------------|--|
| a). Devanado "X" : | 0.3 W, X, Y, Z | |
| b). Devanado "Y" : | ----- | |
| c). Otro devanado: | ----- | |
| d). Carga total simultánea en los devanados secundarios: | 300 | |

8. CAPACIDAD TÉRMICA:

300 VA

9. RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN:

70:1

10. VALORES DE PRUEBAS DIELECTRICAS:

A. Aislamientos externos:

- | | | |
|--|-----|-----------|
| a). Tensión al impulso, onda completa: | 110 | kV cresta |
| b). Tensión de aguante en seco a 60 Hz durante 1 min.: | 50 | kV rcm |

B. Aislamientos internos:

Devanado Primario

- | | | |
|--|-----|-----------|
| a). Tensión de aguante en seco a 60 Hz durante 1 min.: | 50 | kV cresta |
| b). Impulso por rayo: | 110 | kV rcm |

11. DISTANCIA DE FUGA MÍNIMA UNITARIA:

20 mm/kV f-f

12. DISTANCIA DE FUGA MÍNIMA TOTAL:

310 mm

13. ALTURA APROXIMADA DE LA CIMENTACIÓN O BASE:

De acuerdo al diseño de la S.E.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

14. CONECTORES TERMINALES DE LÍNEA:	
a). Para recibir cable o barra: (descripción del cable o barra)	Cable cobre hasta 250 kcm
b). Para llegada del cable o barra: (horizontal o vertical)	Vertical
15. CONECTOR PARA PUESTA A TIERRA, CALIBRE Y MATERIAL:	4/0 de cobre

OTRAS CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

NOTA 1.

Deberá suministrarse un gabinete centralizador de tabllas con protección a base de fusibles por cada juego tripolar.

TIEMPOS DE ENTREGA

Los tiempos de entrega deberán cumplir con el programa de ejecución propuesto por el Licitante y aprobados por la CFE.

DESCRIPCIÓN CORTA DEL EQUIPO:
TP INTEMPERIE 15-8400/120

NOMBRE DE LA INSTALACIÓN	CANTIDAD
S.E. FLORES MAGÓN BCO.1 Y MVAR	3

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4.10. TRANSFORMADORES DE POTENCIA PARA SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN Correspondiente a la Especificación CFE K0000-13

CARACTERÍSTICAS GENERALES

1 (UNA) Unidad.- Transformador de potencia trifásico 60 Hz, de 7.5/9.375 MVA de capacidad, con enfriamiento OA/FA, relación de transformación 115 / 13.8 kV, elevación de temperatura a 55° C sobre una temperatura ambiente promedio de 30° C, altitud de operación 0 a 1 000 msnm, con aislamiento diseñado para operar en forma continua a una elevación de temperatura de 65° C, con un incremento de capacidad del 12%, conexión DELTA en A.T., y ESTRELLA en M.T., con neutro sólidamente aterrizado, NBAI de 550 kV, para los devanado primario, NBAI 110 kV, para el devanado secundario; NBAI de 550 kV, para las boquillas del devanado primario, distancia de fuga 20 mm//kV (2460 mm) criterio fase-fase; NBAI 110 kV para las boquillas del devanado secundario y neutro; distancia de fuga de 20 mm/kV (310 mm) criterio fase-fase; en las boquillas de A.T. se debe tener conectores mecánicos adecuados para recibir cable de cobre y aluminio de 160.6 a 613 mm² (4/0 a 795 kcm) de sección transversal, y en las boquillas del devanado secundario de 160.6 a 613 mm² (4/0 a 795 kcm) de sección transversal, con un transformador de corriente para protección clase C-400 en Xo, y un transformador de corriente para medición clase 0.3(B0.1 a B2.0), en cada una de las boquillas X₁, X₂ y X₃; cambiador de derivaciones sin carga en alta tensión, con un paso arriba y tres pasos abajo del voltaje nominal de 2.5% cada uno.

PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LOS EQUIPOS

ALTITUD DE OPERACIÓN:	<u>0 - 1000</u>	msnm
TEMPERATURA MÁXIMA:	<u>40</u>	°C
ACELERACIÓN HORIZONTAL MÁXIMA:	<u>0.3</u>	G
VELOCIDAD DE VIENTO:	<u>95</u>	km/h
CONDICIONES ESPECIALES DE SERVICIO:	<u>NINGUNA</u>	

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

GARANTÍAS DE FUNCIONAMIENTO

<p>1. TIPO DE EQUIPO (Transformador/Autotransformador) <u>TRANSFORMADOR</u></p> <p>2. CANTIDAD DE UNIDADES <u>1 (UNO)</u></p> <p>3. ELEVACIÓN DE TEMPERATURA EN DEVANADOS <u>55 °C</u> (sobre temperatura ambiente de 30 °C)</p> <p>4. CONEXIONES DE LOS DEVANADOS: Alta tensión (H): <u>DELTA</u> Baja tensión (X): <u>ESTRELLA</u> Terciario (Y): <u>-----</u></p> <p>5. SE REQUIERE QUE LOS AISLAMIENTOS DEL TRANSFORMADOR SEAN PARA OPERAR EN FORMA CONTINUA A UNA ELEVACIÓN DE 65°C SOBRE UNA TEMPERATURA AMBIENTE DE 40°C, CON INCREMENTO DE CAPACIDAD DEL 12% SOBRE LOS KVA NOMINALES A 55°C.</p>	<p>6. No. DE DEVANADOS <u>2 (DOS)</u></p> <p>7. ALTITUD DE OPERACIÓN <u>1000</u> Msnm</p> <p>8. No. DE FASES : <u>3 (TRES)</u></p> <p>9. TENSIÓN NOMINAL DE LOS DEVANADOS: Alta tensión (H): <u>115</u> kV Baja tensión (X): <u>13.8Y/7.967</u> kV Terciario (Y): <u>-----</u> kV</p> <p>10. PASO DE ENFRIAMIENTO EN EL CUAL DEBEN GARANTIZARSE LAS PÉRDIDAS TOTALES: <u>ÚLTIMO PASO DE ENFRIAMIENTO</u></p>
---	---

11. CAPACIDAD CONTINUA Y CLASE DE ENFRIAMIENTO *

CLASE DE ENFRIAMIENTO	CAPACIDAD DE LOS DEVANADOS (KVA)		
	ALTA TEN. (H)	BAJA TEN. (X)	TERCIARIO (Y)
OA	7500	7500	-----
FA	9375	9375	-----
FA	-----	-----	-----

• Considerando la altura de operación sobre el nivel del mar.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

12. NIVELES DE AISLAMIENTO Y VALORES DE PRUEBAS DIELECTRICAS

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	DEVANADOS		
		ALTA TENSION (H)	BAJA TENSION (X)	TERCIARIO (Y)
Clase de aislamiento	kV rms	121	15	-----
Prueba de Impulso Onda Completa	kV cresta	550	110	-----
Prueba de Impulso Onda Cortada	kV cresta	605	121	-----
Prueba de Transitorio de Maniobra	kV cresta	-----	-----	-----
Potencial Inducido Nivel 1 hora/Nivel realce	kV rms	105/120	-----	-----
Potencial Aplicado	kV rms	230	34	-----

13. DESPLAZAMIENTO ANGULAR:

H-30-X

14. IMPEDANCIAS GARANTIZADAS (a tensión nominal, 75° C y sobre la base de la capacidad indicada)

- De Alta Tensión a Baja Tensión:

H - X: 9.0 %

Base: 7500 kVA

- De Alta Tensión a Terciario:

H - Y: ----- %

Base: ----- kVA

- De Baja Tensión a Terciario:

X - Y: ----- %

Base: ----- Kva

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO Y FABRICACIÓN

15. 4 DERIVACIONES SIN CARGA DE 2.5% CON BASE EN LA TENSION NOMINAL:
UNO ARRIBA: _____ Y TRES ABAJO: _____
Deriv. Máxima 117.875 kV Deriv. Nominal 115.000 kV Deriv. Mínima 106.375 kV
16. CAMBIADOR DE DERIVACIONES BAJO CARGA EN MEDIA TENSION (si o no): NO
No. TOTAL DE POSICIONES: ----- ARRIBA ----- ABAJO
DE UN ----- % DE LA NOMINAL
17. EL VOLANTE DEL CAMBIADOR DE DERIVACIONES DEBE MONTARSE EN AL CUBIERTA DEL TANQUE.
18. TENSION DE ALIMENTACION DEL EQUIPO AUXILIAR DEL TRANSFORMADOR:
125 VCD 220/127 VCA
19. RESISTENCIAS CALEFACTORAS DE LOS GABINETES DE CONTROL:
CON TENSION DE: 220/127 VCA
Y POTENCIA DE: El fabricante deberá calcular la potencia que se requiera para garantizar que las condiciones de operación sean conforme a lo solicitado.
20. LOCALIZACION DEL GABINETE DE CONTROL (En el segmento uno u otra localización):
SEGMENTO 1
21. SE REQUIERE OPERACION EN PARALELO (si o no): NO
QUE IMPLICA: -----
22. CALIBRE MINIMO DE LOS CONECTORES DE PUESTA A TIERRA DEL TANQUE:
CABLE DE COBRE 4/0 AWG
23. EL SISTEMA DE CONSERVACION DE ACEITE DEBE SER DEL TIPO:
Tanque conservador con bolsa elástica para evitar el contacto aceite-aire ambiente y sistema deshidratador a base de sílica gel (inciso 9.2.b de la especificación CFE K0000-13)
24. SE REQUIERE QUE LAS CONEXIONES DEL DEVANADO TERCIARIO SALGA AL EXTERIOR (si o no):
NO APLICA

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBSTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

25. BOQUILLAS DE ALTA TENSIÓN, BAJA TENSIÓN, TERCIARIO Y NEUTROS:

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	ALTA TENSIÓN		BAJA TENSIÓN		TERCIARIO
		LÍNEA	NEUTRO	LÍNEA	NEUTRO	
Tipo			----	CONDEN	CONDEN	-----
Corriente Nominal	A	800	----	800	800	
Clase de Aislamiento	kV	115	-----	15	15	-----
Nivel Básico de Aislamiento al impulso	kV	550	-----	110	110	-----
Prueba de Baja Frecuencia en húmedo 10 s	kV	230	-----	45	45	-----
Prueba de Baja Frecuencia en seco, 1 min	kV	260	-----	50	50	-----
Por transitorio de Maniobra en húmedo	kV	-----	-----	-----	-----	-----
Distancia de Fuga Unitaria	mm/kV f-f	20	-----	20	20	-----
Distancia de Fuga Total	mm	2460	-----	310	310	-----
Tensión Máxima de Sistema	kV	123	-----	15.5	15.5	-----

26. CONECTORES DE LAS BOQUILLAS

CARACTERÍSTICAS	ALTA TENSIÓN		BAJA TENSIÓN		TERCIARIO
	LÍNEA	NEUTRO	LÍNEA	NEUTRO	
Cantidad	3	-----	3	1	-----
Tipo (Recto, Expansión, etc.)	Con base en el diseño de la Subestación	-----	Con base en el diseño de la Subestación	recto flexible	-----
Material y Calibre del conductor que recibe el conector		-----		Cobre calibre mínimo 4/0	-----

NOTA: El tamaño de los conductores deberá confirmarse posteriormente durante la aprobación de planos.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

27. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE TIPO BOQUILLA

BOQUILLA	CANTIDAD	RELACIÓN MÚLTIPLE	RELACIÓN ÚNICA	PRECISIÓN
H1 - H2 - H3	-----	-----	-----	-----
X1 - X2 - X3	3(1F)	600/5	-----	0.3(B0.1 a B2.0)
Xo	1	600/5	-----	C-400

28. MÉNSULAS PARA APARTARRAYOS : SÍ
 El transformador deberá contar con un juegos de ménsulas para montaje de los apartarrayos, próximas a las boquillas de alta tensión.

ACCESORIOS ESPECIALES

29. DETECTORES DE TEMPERATURA :
 Sí, 2 piezas según inciso 9.19 de la Especificación CFE K0000-13
30. RUEDAS : NO

PARTES DE REPUESTO

31. PARTES DE REPUESTO ADICIONALES REQUERIDAS: NO

OTRAS CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

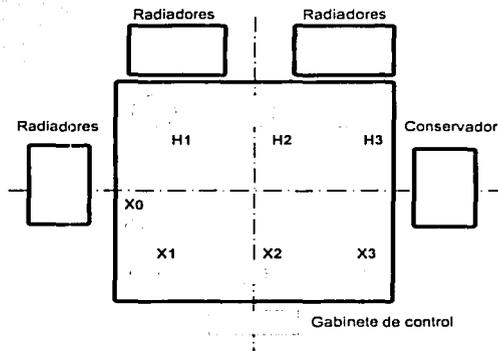
NOTA 1.

La siguiente figura muestra el arreglo físico aproximado que deberá tener el equipo aquí especificado.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

VISTA EN PLANTA



NOTA 2.

Los niveles de aislamiento externos especificados deben mantenerse a la altitud de 1000 msnm; las pruebas del equipo deben adecuarse para verificar este requisito.

NOTA 3.

Los factores de evaluación y penalización para transformadores de potencia, con base en lo establecido en la Especificación CFE K0000-03, son los vigentes al momento de la licitación.

K_v = Costo de un kW de pérdidas en vacío, expresado en \$/kW

K_c = Costo de un kW de pérdidas debidas a la carga, expresado en \$/kW

K_{e1} = Costo de un kW de pérdidas de enfriamiento en la etapa 1, expresado en \$/kW

K_{e2} = Costo de un kW de pérdidas de enfriamiento en la etapa 2, expresado en \$/kW

Los valores monetarios correspondientes a estos factores están incluidos en estas Bases de Licitación.

TIEMPOS DE ENTREGA

Los tiempos de entrega deberán cumplir con los programas de ejecución que proponga el licitante y apruebe la CFE.

DESCRIPCIÓN CORTA DEL EQUIPO:

TRANSFORMADOR DE POTENCIA ST-7.5-115-13.8/550-110

NOMBRE DE LA INSTALACIÓN	CANTIDAD
S.E. FLORES MAGÓN BCO.1	1

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4.11. INTERRUPTORES DE POTENCIA PARA DISTRIBUCIÓN DE 15,5 A 123 kV Correspondiente a la Especificación CFE V5000-15

CARACTERÍSTICAS GENERALES

1 (UNA) pieza Interruptor de potencia tripolar del tipo tanque intemperie, con medio de extinción del arco en vacío tensión nominal de 15.5 kV, corriente nominal de 1250 A, capacidad interruptiva 25 kA, NBI 110 kV, 60 Hz, tensión de control 125 VCD, tensión de fuerza y calefacción 220/127 VCA. Distancia de fuga mínima 20 mm/kV de fase a fase (310 mm), mecanismo de energía almacenada a base de resorte; con 6 (SEIS) transformadores de corriente para protección, relación de transformación 1200/5, clase C-200.

PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LOS EQUIPOS

ALTITUD DE OPERACIÓN:	<u>0 - 1000</u>	Msnm
TEMPERATURA MÁXIMA:	<u>32</u>	°C
ACELERACIÓN HORIZONTAL MÁXIMA:	<u>0.3</u>	G
VELOCIDAD DE VIENTO:	<u>95</u>	km/h
CONDICIONES ESPECIALES DE SERVICIO:	<u>NINGUNA</u>	

GARANTÍAS DE FUNCIONAMIENTO

1. CANTIDAD DE INTERRUPTORES:	<u>1(UNA)</u>	PIEZA(S)
2. MEDIO DE EXTINCIÓN DEL ARCO:	<u>EN VACIO</u>	
3. TENSIÓN NOMINAL DEL INTERRUPTOR:	<u>15.5</u>	kV
4. CORRIENTE NOMINAL:	<u>1250</u>	A
5. DISTANCIA DE FUGA MÍNIMA UNITARIA:	<u>20</u>	mm/kV f-f
6. DISTANCIA DE FUGA MÍNIMA TOTAL:	<u>310</u>	mm
7. TENSIÓN DE:		

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

- | | | | |
|--|--|--|--------|
| a). | Control y relevadores, bobinas, señalización, etc. : | <u>125</u> | VCD |
| b). | Equipos auxiliares, motores, contactores, etc.: | <u>220/127</u> | VCA |
| c). | Resistencias calefactoras | <u>220/127</u> | VCA |
| <hr/> | | | |
| 8. | NÚMERO DE MECANISMOS DE OPERACIÓN: | <u>UNO COMUN PARA LOS TRES POLOS.</u> | |
| <hr/> | | | |
| 9. | SECUENCIA NOMINAL DE OPERACIÓN: | <u>Inciso 6.13. de la Especificación
A - 0.3 seg - CA - 3 min - CA</u> | |
| <hr/> | | | |
| 10. | DISTANCIA MÍNIMA ENTRE FASES (entre partes vivas): | <u>con base al diseño</u> | |
| <hr/> | | | |
| 11. | ALTURA APROXIMADA DE LA CIMENTACIÓN O BASE:
LA NECESARIA PARA GARANTIZAR UNA ALTURA DE SEGURIDAD MÍNIMA DE 3.0 METROS, ENTRE PARTES VIVAS Y PISO. | | |
| <hr/> | | | |
| 12. | DESCRIPCIÓN Y TIPO DE CONECTORES TERMINALES:
RECTO PARA RECIBIR CABLE DE COBRE DE 500 KCM. | | |
| <hr/> | | | |
| 13. | CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES DE CORRIENTE: | | |
| a). | Cantidad: | <u>6 (SEIS)</u> | piezas |
| b). | Ubicación: | <u>UNO EN CADA BOQUILLA DEL INTERRUPTOR</u> | |
| c). | Relación de transformación: | <u>1200/5 relación múltiple</u> | |
| d). | Carga y clase de exactitud: | | |
| | Para protección: | <u>6 (piezas) C-200</u> | |
| | Para medición: | <u>-----</u> | |
| <hr/> | | | |
| 14. | SE DEBEN SUMINISTRAR RESISTENCIAS DE PREINSERCIÓN (si o no): | <u>NO</u> | |
| <hr/> | | | |
| En caso de suministrarse deben cumplir con las siguientes características: | | | |
| a). | Rango de la resistencia: | <u>-----</u> | ohms |
| b). | Número de pasos de la resistencia: | <u>-----</u> | |
| c). | Tiempo mínimo de preinserción: | <u>-----</u> | ms |
| d). | Capacidad térmica: | <u>-----</u> | W |
| <hr/> | | | |
| 15. | SE DEBEN SUMINISTRAR ACCESORIOS CONTRA SISMOS (si o no): | <u>NO</u> | |
| <hr/> | | | |
| 16. | SE REQUIEREN PARTES DE REPUESTO (si o no): | <u>NO</u> | |

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

17. PRUEBAS PROTOTIPO MÍNIMO A CUMPLIR:
- Impulso de Rayo, Onda 1.2 X 50 microsegundos
 - Tensión aplicada en seco 60s y
 - Tensión aplicada en húmedo
 - Pruebas de contaminación artificial
 - en un solo Polo en el caso de Interruptor con
 - Polos independientes, con un nivel de 40 kg de NaCl, de acuerdo con las
 - Normas IEC 815 e IEC 507
 - Prueba sobre circuitos auxiliares y de control
 - Elevación de temperatura
 - Medición de la resistencia del circuito principal
 - Verificación de la corriente sostenida de corta duración
 - Pruebas para verificar el comportamiento mecánico a temperatura ambiente
 - Ciclo básico de prueba de corto-circuito
 - Ciclo No. 1 al 10% de la corriente de interrupción
 - Ciclo No. 2 al 30% de la corriente de interrupción
 - Ciclo No. 3 al 60% de la corriente de interrupción
 - Ciclo No. 4 al 100% de la corriente de interrupción
 - Ciclo No. 5 al 100% de la corriente de interrupción aplicable a interruptores con
 - intervalo a tiempo "t" menor 80 ms
 - Pruebas de falla en línea corta (Aplicable a Interruptores > 52 kV)
 - Pruebas para verificar la corriente interruptiva en oposición de fases
 - Pruebas de interrupción de corrientes capacitivas
 - Pruebas de interrupción en pequeñas corrientes inductivas

TIEMPOS DE ENTREGA

Los tiempos de entrega deberán cumplir con los programas de ejecución que proponga el licitante y apruebe la CFE.

DESCRIPCIÓN CORTA DEL EQUIPO:
INTERRUPTOR DE POTENCIA SI-110-VAC-3-15.5-25-1250

NOMBRE DE LA INSTALACIÓN	CANTIDAD
S.E FLORES MAGÓN BCO.1	1

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4.12. APARTARRAYOS TIPO ESTACIÓN DE ÓXIDO DE ZINC PARA SISTEMAS DE 13.8 A 400 kV

Correspondiente a la Especificación CFE VA400-17

CARACTERÍSTICAS GENERALES

6 (SEIS) pieza(s).- Apartarrayos de óxido de zinc, clase estación para un sistema de 115 kV, tensión de designación 96 kV, tensión máxima de operación continua (MCOV) 77 kV, corriente de descarga nominal 10 kA, nivel de aislamiento al impulso 550 kV cresta, distancia de fuga mínima 20 mm/kV de fase a fase (2460 mm), diseñado para una altitud de operación de 1000 msnm.

PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LOS EQUIPOS

ALTITUD DE OPERACIÓN:	<u>0 - 1000</u>	Msnm
TEMPERATURA MÁXIMA:	<u>32</u>	°C
ACELERACIÓN HORIZONTAL MÁXIMA:	<u>0.3</u>	G
VELOCIDAD DE VIENTO:	<u>95</u>	km/h
CONDICIONES ESPECIALES DE SERVICIO:	<u>NINGUNA</u>	

GARANTÍAS DE FUNCIONAMIENTO

1.	CANTIDAD DE APARTARRAYOS DE OXIDO DE ZINC:	<u>6 (SEIS)</u>	PIEZA(S)
2.	TENSIÓN MÁXIMA DEL SISTEMA:	<u>123</u>	Kv
3.	TENSIÓN NOMINAL DE APARTARRAYOS:	<u>96</u>	kV rcm
4.	TENSIÓN MÁXIMA A FRENTE DE ONDA:	<u>275</u>	kV cresta
5.	DISTANCIA DE FUGA MÍNIMA UNITARIA:	<u>20</u>	mm/kV f-f
6.	DISTANCIA DE FUGA MÍNIMA TOTAL	<u>2460</u>	Mm
7.	CONECTOR TERMINAL DE LINEA PARA RECIBIR CABLE:	CON BASE AL DISEÑO	

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

8. TIPO DE CONECTOR:

RECTO

OTRAS CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

NOTA 1.

Los valores para las pruebas de impulso y potencial aplicado a la porcelana deberán cumplir con lo establecido en la norma ANSI C62.11 y mantenerse a la altitud de 1000 msnm; las pruebas del equipo deben adecuarse para verificar este requisito.

NOTA 2.

La capacidad mínima de disipación de la energía de las sobretensiones por maniobra de interruptores debe ser de 4,3 kJ/kV, basado en la tensión nominal del apartarrayos.

TIEMPOS DE ENTREGA

Los tiempos de entrega deberán cumplir con los programas de ejecución que proponga el licitante y apruebe la CFE.

DESCRIPCIÓN CORTA DEL EQUIPO:

APARTARRAYOS CLASE ESTACIÓN ASOM -96-E

NOMBRE DE LA INSTALACIÓN	CANTIDAD
FLORES MAGON BCO.1	6

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

APARTARRAYOS TIPO ESTACIÓN DE ÓXIDO DE ZINC PARA SISTEMAS DE 13,8 A 400 kV

Correspondiente a la Especificación CFE VA400-17

CARACTERÍSTICAS GENERALES

12 (DOCE) pieza(s).- Apartarrayos de óxido de zinc, clase estación para un sistema de 13.8 kV, tensión de designación 12 kV, tensión máxima de operación continua (MCOV) 10 kV, corriente de descarga nominal 10 kA, nivel de aislamiento al impulso 110 kV cresta, distancia de fuga mínima 20 mm/kV de fase a fase (310 mm), diseñado para una altitud de operación de 1000 msnm.

PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LOS EQUIPOS

ALTITUD DE OPERACIÓN:	<u>0 - 1000</u>	Msnm
TEMPERATURA MÁXIMA:	<u>32</u>	°C
ACELERACIÓN HORIZONTAL MÁXIMA:	<u>0.3</u>	G
VELOCIDAD DE VIENTO:	<u>95</u>	km/h
CONDICIONES ESPECIALES DE SERVICIO:	NINGUNA	

GARANTÍAS DE FUNCIONAMIENTO

1.	CANTIDAD DE APARTARRAYOS DE OXIDO DE ZINC:	<u>12 (DOCE)</u>	PIEZA(S)
2.	TENSIÓN MÁXIMA DEL SISTEMA:	<u>15.5</u>	KV
3.	TENSIÓN NOMINAL DE APARTARRAYOS:	<u>12</u>	KV rcm
4.	TENSIÓN MÁXIMA A FRENTE DE ONDA:	<u>-----</u>	Kv cresta
5.	DISTANCIA DE FUGA MÍNIMA UNITARIA:	<u>20</u>	Mm/kV f-f
6.	DISTANCIA DE FUGA MÍNIMA TOTAL	<u>310</u>	Mm
7.	CONECTOR TERMINAL DE LINEA PARA RECIBIR CABLE:	<u>Con base al diseño</u>	

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

8. TIPO DE CONECTOR:

RECTO

OTRAS CARACTERISTICAS PARTICULARES

NOTA 1.

Los valores para las pruebas de impulso y potencial aplicado a la porcelana deberán cumplir con lo establecido en la norma ANSI C62.11 y mantenerse a la altitud de 1000 msnm; las pruebas del equipo deben adecuarse para verificar este requisito.

NOTA 2.

La capacidad mínima de disipación de la energía de las sobretensiones por maniobra de interruptores debe ser de 4,3 kJ/kV, basado en la tensión nominal del apartarrayos.

TIEMPOS DE ENTREGA

Los tiempos de entrega deberán cumplir con los programas de ejecución que proponga el licitante y apruebe la CFE.

DESCRIPCIÓN CORTA DEL EQUIPO:

APARTARRAYOS CLASE ESTACIÓN ASOM-12-E.

<i>NOMBRE DE LA INSTALACIÓN</i>	<i>CANTIDAD</i>
FLORES MAGON BCO.1	12

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4.13. BANCOS DE CAPACITORES TIPO SUBESTACIÓN

Correspondiente a la especificación CFE V8000-52

CARACTERÍSTICAS GENERALES

1 (UN) banco.- Banco de capacitores tipo subestación de 0.6 MVar, tensión nominal 13.8 kV, trifásico, conectado en estrella con neutro flotante, formado por 6 unidades monofásicas de 100 kVar, de 8.32 kV, NBI 110 kV cresta, distancia de fuga mínima de 20 mm/kV de fase a fase (310 mm), diseñado para una altitud de operación de 1000 msnm, completo con accesorios y equipo de desconexión.

PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LOS EQUIPOS

TEMPERATURA MÁXIMA:	<u>32</u>	°C
ACELERACIÓN HORIZONTAL MÁXIMA:	<u>0.3</u>	G
VELOCIDAD DE VIENTO:	<u>95</u>	km/h
NIVEL DE CONTAMINACIÓN:	<u>LIGERA</u>	
DISTANCIA DE FUGA UNITARIA:	<u>20 mm/ KV referido a la tensión máxima del sistema entre fase y fase.</u>	
CONDICIONES ESPECIALES DE SERVICIO:	<u>NINGUNA</u>	

DATOS DEL SISTEMA

1.	Tensión nominal entre fases:	<u>13.8</u>	KV
2.	Tensión máxima de sistema:	<u>15.5</u>	KV
3.	Frecuencia:	<u>60</u>	Hz
4.	Tipo de conexión a tierra del neutro de los Transformadores de Potencia:	<u>SÓLIDO A TIERRA</u>	
5.	Nivel de aislamiento al impulso:	<u>110</u>	kV cresta

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES (CAPACITORES MONOFÁSICOS)

22.	Tensión nominal entre terminales:	<u>8.32</u>	KV
23.	Capacidad individual (de la unidad):	<u>100</u>	KVAr
24.	Nivel de aislamiento al impulso:	<u>125</u>	KV cresta
25.	Tolerancia en potencia:	<u>+15</u>	%
26.	Tolerancia en voltaje:	<u>+10</u>	%
27.	Protección individual con fusible:	<u>Sí, tipo expulsión</u>	
28.	Dispositivo interno de descarga:	<u>SI</u> <u>CFE</u> <u>V8000-</u> <u>52</u>	
29.	Especificación CFE		

DESCONECTADOR EN ACEITE DE OPERACIÓN ELÉCTRICA

30.	Características del desconectador en aceite de operación eléctrica		
a).	Tipo:	<u>14.4 -T</u>	
b).	Especificación:	<u>CFE V4500-</u> <u>09</u>	
c).	Tensión nominal:	<u>14.4</u>	Kv
d).	Corriente nominal:	<u>400</u>	A
e).	Capacidad interruptiva:	<u>400</u>	A capacitivos
f).	Nivel de aislamiento al impulso:	<u>110</u>	KV cresta

CORTACIRCUITOS FUSIBLES DE POTENCIA

31.	Características de los cortacircuitos fusibles de potencia generales del banco		
a).	Cantidad:	<u>3</u> <u>(TRES)</u>	
b).	Tipo:	<u>MONOFASICO</u>	
c).	Tensión nominal:	<u>14.4</u>	Kv
d).	Corriente nominal:	<u>200</u>	A
e).	Corriente interruptiva:	<u>20</u>	KA simétricos
f).	Nivel de aislamiento al impulso:	<u>110</u>	KV cresta
g).	Forma de operación:	<u>Con pértiga</u>	
h).	Especificación CFE:	<u>CFE V4100-28</u>	
i).	Fusible:	De las características requeridas para el banco (propuesto por el fabricante)	

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

APARTARRAYOS

- 32.- Características de los apartarrayos del banco
- | | | |
|--|------------------------|--------------------|
| a). Cantidad por banco: | <u>3</u> | PIEZA(S) |
| b). Tipo: | <u>ESTACIO</u> | |
| | <u>N</u> | |
| c). Especificación CFE: | <u>VA400-17</u> | |
| d). Tensión de designación: | <u>12</u> | kV rcm |
| e). Tensión Máxima de operación continua (MCOV): | <u>10</u> | KV |
| g). Corriente de descarga nominal: | <u>10</u> | KA |
| h). Distancia de fuga mínima: | <u>20mm/kv(310 mm)</u> | criterio fase-fase |

ACCESORIOS Y REFACCIONES REQUERIDOS PARA LOS BANCOS

33. Accesorios requeridos:
- | | | | | |
|--|---|-------------------------------------|----|-------------------------------------|
| a). Protección por desbalance causado por falla de unidades: | SI | <input checked="" type="checkbox"/> | NO | <input type="checkbox"/> |
| Tipo: | <u>Conjunto divisor de potencial resistivo-relevador</u> | | | |
| Relevador: | <u>64 N</u> | | | |
| Ubicación: | <u>Integrado al gabinete de control local</u> | | | |
| Divisor de potencial resistivo: | <u>Tensión nominal de 15.5 KV cresta, para una altitud de operación de 1000 mmsm.</u> | | | |
| b). Protección central del banco por sobrecarga o cortocircuito: | SI | <input type="checkbox"/> | NO | <input checked="" type="checkbox"/> |
| c). Reactor limitador: | SI | <input type="checkbox"/> | NO | <input checked="" type="checkbox"/> |
| d). Gabinete de control local | SI | <input checked="" type="checkbox"/> | NO | <input type="checkbox"/> |
| e). Instrumentos para control remoto desde cuarto de control: | SI | <input checked="" type="checkbox"/> | NO | <input type="checkbox"/> |
| f). Número de conectores para la conexión exterior del banco: | <u>3</u> | (uno por fase) | | |
| g). Cuchilla tetrapolar para descargar a tierra el banco: | SI | <input checked="" type="checkbox"/> | NO | <input type="checkbox"/> |
| h). Previsión para acometida de conductores de CFE: | SI | <input checked="" type="checkbox"/> | NO | <input type="checkbox"/> |

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

34. SE REQUIEREN PARTES DE REPUESTO (si o no): NO

OTRAS CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

NOTA 1.

El control para conexión-desconexión del banco de capacitores operará con las variables **tensión** mediante un equipo de control programable, con ajustes independientes para la conexión y desconexión del banco instalado en el gabinete de control local.

NOTA 2.

El gabinete de control local debe ser tipo intemperie y deberá contener la protección por desbalance, el control automático y el control local del banco.

NOTA 3.

En caso de que las estructuras de estos bancos de capacitores sean de acero, éstas deberán fabricarse de hierro con doble galvanizado en caliente.

TIEMPOS DE ENTREGA

Los tiempos de entrega deberán cumplir con los programas de ejecución que proponga el licitante y apruebe CFE.

DESCRIPCIÓN CORTA DEL EQUIPO:

BANCO DE CAPACITORES PARA SUBESTACIONES 13.8-600

NOMBRE DE LA INSTALACIÓN	CANTIDAD
S.E FLORES MAGON, BCO.1	1

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4.14. EQUIPOS DE COMUNICACIONES Y CONTROL

1. 2 (Dos) pieza.- Equipo de radiocomunicación en la banda de VHF para voz, tipo base, potencia de salida de 60 W de RF, rango de frecuencia de 150-174 MHz, 0,35 μ V de sensibilidad EIA SINAD, estabilidad en frecuencia 0,0005 %, rango de temperatura de operación de 0 a 50 °C, fuente de alimentación para 127 VCA y 13.8 VCD. Con sintetización de frecuencias. Con ancho de banda \leq 2 Mhz en recepción. Con el software necesario para programación de frecuencias mediante PC compatible. Con accesorios y cables necesarios. Con rastreador para cuatro canales. Con micrófono tipo escritorio. Con manual de servicio.
2. Unidad Terminal remota en gabinete autosoportado con puertos para comunicarse y recibir información de los equipos inteligentes suministrados con el tablero PCM, con 2 canales de comunicación, uno con protocolo DNP 3.0 nivel 2 y el otro con protocolo Harris 5000. Debe contar con posibilidad de reportar eventos en forma secuencial, por lo que deberá contar con reloj interno. Alimentación: Principal: 125 VCD Respaldo: 127 VCA. Capacidad de crecimiento de por lo menos un 20% programable en todas sus funciones a través de software con el siguiente equipamiento: entradas digitales optp acopladas con protección contra transitorios, programables como estados, detección de cambio momentáneo, secuencia de eventos ó acumulador de puntos. Entradas Analógicas de +/- 1 ma de C.D. Salidas de control dobles abrir-cerrar con relevador tipo electromecánico con contactos secos de 10 a a 125 VCD con duración del pulso programable. Salidas de control tipo latch con capacidad de los contactos secos del relevador de 10A 125 VCD
Almacenamiento de al menos 200 alarmas y/o cambios de estado sin limite de tiempo. Capacidad de 96 entradas digitales, 32 entradas analógicas, 24 puntos de control abrir-cerrar y 15 salidas de control latch. Debe incluir modem programable de 300 a 1200 bauds que cumpla con los estándares CCITT- V21 y V23, y Bell 103 y 202. Temperatura de operación de 0 a 55 °C.
3. Torre y sistema radiante para comunicación VHF-UHF (voz y datos), incluyendo:
 - a) Torre para radiocomunicación VHF, UHF.
 - Arriostrada de 30 m de altura.
 - De acero galvanizado "hot dip".
 - Diseñada para soportar vientos de 95 km/h y sin carga de hielo.
 - Con sistemas de tierras contra descargas atmosféricas.
 - Con sistema de iluminación reglamentaria.
 - Pintado con los colores reglamentarios.
 - Con accesorios de instalación.
 - b) Cable coaxial tipo "foam heleax" de 1/2" de diámetro, para UHF (100 m), con conectores hembra tipo L44N, (4 pieza) herrajes de fijación, etc.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

- c) 2 (Dos) pieza.- Antena omnidireccional tipo taco de billar, para operar en el rango de frecuencias de VHF (155-164 Mhz), con ganancia de 5.00 dB, impedancia de 50 Ohm y terminación de conector macho tipo "N".
4. Banco de baterías para 12 VCD nominal, tipo plomo-ácido libres de mantenimiento, capacidad total 144 A-h formado por 6 celdas. Régimen de descarga de 8 horas, incluye bastidor de montaje; completo con los accesorios, partes de repuesto y demás características indicadas en la especificación CFE-V7100-19.
5. Cargador de baterías automático tipo rectificador de onda completa filtrado y regulado; para cargar un banco de baterías de 12 VCD nominal, 144 A-h, régimen de descarga de 8 horas, tensiones de alimentación 220 VCA 2 fases, 60 Hz, diseñado para suministrar tanto carga de igualación como de flotación, con capacidad de 25 ACD y tiempo de recarga no mayor de 24 horas, completo con gabinete y todos los accesorios, refacciones y demás características indicadas en la especificación CFE-V7200-48.
6. Centro de carga monofásico 240 VCA máximos, 10 kA de capacidad interruptiva, 8 circuitos, montaje embutir, completo, de acuerdo con lo que se indica en el Diagrama Unifilar de Servicios Propios.

OTRAS CARACTERÍSTICAS:

- Las cantidades y características aquí especificadas son resultado de la ingeniería preliminar y de la experiencia de CFE en proyectos similares. Sin embargo, los Licitantes se obligan a cumplir con los servicios solicitados y con la calidad establecida, por lo que, los Licitantes deberán realizar el proyecto correspondiente previamente a la presentación de sus Ofertas y a modificar posteriormente cantidades y características como resultado del mismo, sin costo adicional al cotizado originalmente.
- El adjudicatario elaborará y entregará a CFE los siguientes planos: Esquemático general del sistema de comunicaciones; alambrado entre equipos de comunicación, equipos de protección y equipos de control supervisorio que correspondan. Se deberá entregar un juego impreso de estos planos y los archivos de los mismos en disquetes elaborados en AUTOCAD Versión 13 o superior.
- El adjudicatario elaborará y entregará a CFE los protocolos de pruebas en fábrica de los equipos, así como los protocolos de puesta en servicio en campo de los mismos.
- El adjudicatario deberá entregar a CFE los manuales de operación, instalación, puesta en servicio y mantenimiento de cada uno de los equipos de comunicación y medición incluidos en el suministro, ya sea en forma impresa o en disquete.
- Es responsabilidad del adjudicatario considerar todo lo necesario para la correcta puesta en operación del equipo de comunicaciones que suministre.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

3. ALTITUD DE OPERACIÓN DE DISEÑO:	<u>0 - 1000</u>	Msnm
4. TENSIÓN NOMINAL DE CUCHILLAS:	<u>15.5</u>	Kv
5. VALORES DE PRUEBAS DIELECTRICAS:		
a). Nivel básico de aislamiento al impulso:		
- Cerrada a tierra y entre polos:	<u>110</u>	kV cresta
- Entre terminales con cuchillas abiertas:	<u>125</u>	kV cresta
b). Tensión de aguante a 60 Hz en seco 1 minuto:		
- Cerrada a tierra y entre polos:	<u>50</u>	KV
- Entre terminales con cuchillas abiertas:	<u>55</u>	KV
c). Tensión de aguante a 60 Hz en húmedo 1 minuto:		
- Cerrada a tierra y entre polos:	<u>45(10 seg)</u>	KV
- Entre terminales con cuchillas abiertas:	<u>50 (10 seg)</u>	KV
6. CORRIENTE NOMINAL:	<u>1250</u>	A
7. CORRIENTE SOSTENIDA DE CORTA DURACIÓN (1 s):	<u>38.1</u>	KA
8. VALOR DE CRESTA DE LA CORRIENTE SOSTENIDA:	<u>95.21</u>	KA
9. DISTANCIA DE FUGA MÍNIMA UNITARIA:	<u>20</u>	'mm/kV f- f
10. DISTANCIA DE FUGA MÍNIMA TOTAL:	<u>310</u>	'mm
11. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE FASES (entre partes vivas, cuchilla abierta):	Con base en el Diseño.	
12. TENSIÓN DE:		
a). Equipo eléctrico del mecanismo de operación:	<u>-----</u>	VCA
b). Control y señalización:	<u>-----</u>	VCD
13. RESISTENCIAS CALEFACTORAS:		
a). Tensión nominal:	<u>-----</u>	VCA
b). Potencia nominal:	<u>-----</u>	W
14. TIPO DE MONTAJE(horizontal o vertical):	<u>HORIZONTAL</u>	
15. MOTOR ELÉCTRICO DEL MECANISMO DE OPERACIÓN:		
a). Tensión nominal:	<u>-----</u>	VCA

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

- b). Número de fases
- c). Frecuencia nominal: Hz
- 16 ALTURA APROXIMADA DE LA CIMENTACIÓN O BASE: 7.0 M
- 17 ALTURA DE MONTAJE DEL GABINETE SOBRE EL NIVEL DEL PISO: m
- 18 GABINETE COMÚN O MAESTRO:
- a). De montaje independiente (sí o no): NO
- b). Integrado al gabinete de la fase: NO
- 19 DESCRIPCIÓN Y TIPO DE CONECTORES TERMINALES:
 RECTOS PARA COBRE HASTA 500 KCM Y/O CABLE ACSR
 CALIBRE HASTA 795 KCM
- 20 CARACTERÍSTICAS DE LAS CUCHILLAS Y MECANISMOS DE PUESTA A TIERRA:
- a). Tensión nominal de la cuchilla de puesta a tierra: kV
- b). Corriente nominal de la cuchilla de puesta a tierra: A
- c). Tiempo de duración de la corriente sostenida: s
- d). Número de mecanismos de operación de puesta a tierra:
- 22 SE REQUIEREN PARTES DE REPUESTO (sí o no): NO

TIEMPOS DE ENTREGA

Los tiempos de entrega deberán cumplir con los programas de ejecución que proponga el licitante y apruebe la CFE.

DESCRIPCIÓN CORTA DEL EQUIPO: **CUCHILLA DESCONECTADORA CSA-110-3-15.5-1250-MH**

NOMBRE DE LA INSTALACIÓN	CANTIDAD
S.E. FLORES MAGON BCO.1	4

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

CUCHILLAS DESCONECTORAS DE 15.5 A 123 kV Correspondiente a la especificación CFE V4200-25

CARACTERÍSTICAS GENERALES

24 (veinticuatro) PIEZAS.-Cuchilla desconectadora unipolar, apertura VERTICAL Tipo CSP, montaje vertical tensión nominal 15.5 kV, nivel básico de aislamiento al impulso 110 kV, corriente nominal 1250 A, corriente de corta duración 38.1 kA, operación individual con pertiga. Distancia de fuga mínima de 20 mm/kV de fase a fase (310 mm), montaje sobre una estructura a una altura aproximada de 4.50 m.

PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LOS EQUIPOS

ALTITUD DE OPERACIÓN:	<u>0 - 1000</u>	Msnm
TEMPERATURA MÁXIMA:	<u>32</u>	°C
ACELERACIÓN HORIZONTAL MÁXIMA:	<u>0.3</u>	G
VELOCIDAD DE VIENTO:	<u>95</u>	Km/h
CONDICIONES ESPECIALES DE SERVICIO:	<u>NINGUNA</u>	

GARANTÍAS DE FUNCIONAMIENTO

1. CANTIDAD DE CUCHILLAS DESCONECTORAS UNIPOLARES: 24 (veinticuatro) PIEZA(S)
2. TIPO DE CONSTRUCCIÓN:(apertura horizontal o vertical)
VERTICAL
3. ALTITUD DE OPERACIÓN DE DISEÑO: 0 - 1000 Msnm
4. TENSIÓN NOMINAL DE CUCHILLAS: 15.5 Kv
5. VALORES DE PRUEBAS DIELECTRICAS:

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

a).	Nivel básico de aislamiento al impulso:		
-	Cerrada a tierra y entre polos:	110	kV cresta
-	Entre terminales con cuchillas abiertas:	125	kV cresta
b).	Tensión de aguante a 60 Hz en seco 1 minuto:		
-	Cerrada a tierra y entre polos:	50	KV
-	Entre terminales con cuchillas abiertas:	55	KV
c).	Tensión de aguante a 60 Hz en húmedo 1 minuto:		
-	Cerrada a tierra y entre polos:	45(10 Seg)	KV
-	Entre terminales con cuchillas abiertas:	50(10seg)	KV
6.	CORRIENTE NOMINAL:	1250	A
7.	CORRIENTE SOSTENIDA DE CORTA DURACIÓN (1 s):	38.1	KA
8.	VALOR DE CRESTA DE LA CORRIENTE SOSTENIDA:	95.21	KA
9.	DISTANCIA DE FUGA MÍNIMA UNITARIA:	20	mm/kV f-f
10.	DISTANCIA DE FUGA MÍNIMA TOTAL:	310	mm
11.	TIPO DE MONTAJE(horizontal o vertical):	VERTICAL	
12.	ALTURA APROXIMADA DE LA CIMENTACIÓN O BASE:	4.5	m
13.	DESCRIPCIÓN Y TIPO DE CONECTORES TERMINALES: RECTOS PARA COBRE HASTA 500 KCM Y/O CABLE ACSR CALIBRE HASTA 795 KCM Ó SEGÚN DISEÑO		
14.	SE REQUIEREN PARTES DE REPUESTO (sí o no):	NO	

TIEMPOS DE ENTREGA

Los tiempos de entrega deberán cumplir con los programas de ejecución que proponga el licitante y apruebe la CFE.

DESCRIPCIÓN CORTA DEL EQUIPO: CUCHILLA DESCONECTADORA CSP-110-1-15,5-1250-MV

NOMBRE DE LA INSTALACIÓN	CANTIDAD
S.E. FLORES MAGON BCO.1 Y MVAR	24

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

CUCHILLAS DESCONECTADORAS DE 15,5 A 123 kV Correspondiente a la especificación CFE V4200-25

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Cuchilla desconectadora tripolar, apertura lateral central Tipo CSV, montaje HORIZONTAL tensión nominal 123 kV, nivel básico de aislamiento al impulso 550 kV, corriente nominal 1250 A, corriente de corta duración 25.0 kA, sin cuchilla de puesta a tierra. Distancia de fuga mínima de 20 mm/kV de fase a fase (2460 mm), montaje sobre una estructura a una altura aproximada de 10 m, operación en grupo, aislamiento de porcelana :

(2) pza(s) • Manual en Grupo
(-----)pza(s) • Motorizadas , tensión de control: -----VCD

PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LOS EQUIPOS

ALTITUD DE OPERACIÓN: 1000 Msnm
TEMPERATURA MÁXIMA: 32 °C
ACELERACIÓN HORIZONTAL MÁXIMA: 0.3 G
VELOCIDAD DE VIENTO: 95 km/h
CONDICIONES ESPECIALES DE SERVICIO: NINGUNA

GARANTÍAS DE FUNCIONAMIENTO

- CANTIDAD DE CUCHILLAS DESCONECTADORAS TRIPOLARES:
 - Sin cuchillas y mecanismo de puesta a tierra: 2(DOS) PIEZA(S)
 - Con cuchillas y mecanismo de puesta a tierra: 2(DOS) PIEZA(S)
 - Total sin y con cuchillas y mecanismo de puesta a tierra: 2(DOS) PIEZA(S)
- TIPO DE CONSTRUCCIÓN:(apertura horizontal o vertical)
Apertura lateral central tipo "V"
- ALTITUD DE OPERACIÓN DE DISEÑO: 0-1000 msnm

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4.	TENSIÓN NOMINAL DE CUCHILLAS:	<u>123</u>	kV
5.	VALORES DE PRUEBAS DIELECTRICAS:		
	a). Nivel básico de aislamiento al impulso:		
	- Cerrada a tierra y entre polos:	<u>550</u>	kV cresta
	- Entre terminales con cuchillas abiertas:	<u>630</u>	kV cresta
	b). Tensión de aguante a 60 Hz en seco 1 minuto:		
	- Cerrada a tierra y entre polos:	<u>230</u>	kV
	- Entre terminales con cuchillas abiertas:	<u>265</u>	kV
	c). Tensión de aguante a 60 Hz en húmedo 1 minuto:		
	- Cerrada a tierra y entre polos:	<u>230</u>	kV
	- Entre terminales con cuchillas abiertas:	<u>265</u>	kV
6.	CORRIENTE NOMINAL:	<u>1250</u>	A
7.	CORRIENTE SOSTENIDA DE CORTA DURACIÓN (1 s):	<u>25</u>	kA
8.	VALOR DE CRESTA DE LA CORRIENTE SOSTENIDA:	<u>62.5</u>	kA
9.	DISTANCIA DE FUGA MÍNIMA UNITARIA:	<u>20</u>	mm/kV f-f
10.	DISTANCIA DE FUGA MÍNIMA TOTAL:	<u>2460</u>	mm
11.	DISTANCIA MÍNIMA ENTRE FASES (entre partes vivas, cuchilla abierta):	Con base en el diseño .	
12.	TENSIÓN DE:		
	a). Equipo eléctrico del mecanismo de operación:	<u>-----</u>	VCA
	b). Control y señalización:	<u>-----</u>	VCD
13.	RESISTENCIAS CALEFACTORAS:		
	a). Tensión nominal:	<u>-----</u>	VCA
	b). Potencia nominal:	<u>-----</u>	W
14.	TIPO DE MONTAJE(horizontal o vertical):	<u>HORIZONTAL</u>	
15.	MOTOR ELÉCTRICO DEL MECANISMO DE OPERACIÓN:		
	a). Tensión nominal:	<u>-----</u>	VCA
	b). Número de fases	<u>-----</u>	
	c). Frecuencia nominal:	<u>-----</u>	Hz
16.	ALTURA APROXIMADA DE LA CIMENTACIÓN O BASE:	<u>10.0</u>	M

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

- 17 ALTURA DE MONTAJE DEL GABINETE SOBRE EL NIVEL DEL PISO: ----- m
- 18 GABINETE COMÚN O MAESTRO:
 a). De montaje independiente (si o no): NO
 b). Integrado al gabinete de la fase: NO
- 19 DESCRIPCIÓN Y TIPO DE CONECTORES TERMINALES:
 RECTOS PARA CABLE ACSR CALIBRE HASTA 795 Y/O CU-500
 KCM
- 20 CARACTERÍSTICAS DE LAS CUCHILLAS Y MECANISMOS DE PUESTA A TIERRA:
 a). Tensión nominal de la cuchilla de puesta a tierra: ----- kV
 b). Corriente nominal de la cuchilla de puesta a tierra: ----- A
 c). Tiempo de duración de la corriente sostenida: ----- s
 d). Número de mecanismos de operación de puesta a tierra: -----
- 22 SE REQUIEREN PARTES DE REPUESTO (si o no): NO

TIEMPOS DE ENTREGA

Los tiempos de entrega deberán cumplir con los programas de ejecución que proponga el licitante y apruebe la CFE.

DESCRIPCIÓN CORTA DEL EQUIPO : CUCHILLA DESCONECTADORA CSV-550-3-123-1250-MH

NOMBRE DE LA INSTALACIÓN	CANTIDAD
S.E. FLORES MAGON BCO.1	2

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

CUCHILLAS DESCONECTORAS DE 15,5 A 123 kV Correspondiente a la especificación CFE V4200-25

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Cuchilla desconectadora tripolar, apertura lateral central Tipo CSV, montaje VERTICAL tensión nominal 123 kV, nivel básico de aislamiento al impulso 550 kV, corriente nominal 1250 A, corriente de corta duración 25.0 kA, sin cuchilla de puesta a tierra. Distancia de fuga mínima de 20 mm/kV de fase a fase (2460 mm), montaje sobre una estructura a una altura aproximada de 7.0 m, operación en grupo, aislamiento de porcelana :

(2) pza(s) • Manual en Grupo
(-----)pza(s) • Motorizadas , tensión de control: -----VCD

PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE LOS EQUIPOS

ALTITUD DE OPERACIÓN:	<u>0-1000</u>	Msnm
TEMPERATURA MÁXIMA:	<u>32</u>	°C
ACELERACIÓN HORIZONTAL MÁXIMA:	<u>0.3</u>	G
VELOCIDAD DE VIENTO:	<u>95</u>	km/h
CONDICIONES ESPECIALES DE SERVICIO:	<u>NINGUNA</u>	

GARANTÍAS DE FUNCIONAMIENTO

- CANTIDAD DE CUCHILLAS DESCONECTORAS TRIPOLARES:
 - Sin cuchillas y mecanismo de puesta a tierra: 2(DOS) PIEZA(S)
 - Con cuchillas y mecanismo de puesta a tierra: 2(DOS) PIEZA(S)
 - Total sin y con cuchillas y mecanismo de puesta a tierra: 2 (DOS) PIEZA(S)
- TIPO DE CONSTRUCCIÓN:(apertura horizontal o vertical)
apertura lateral central tipo "V"
- ALTITUD DE OPERACIÓN DE DISEÑO: 0-1000 msnm

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4.	TENSIÓN NOMINAL DE CUCHILLAS:	<u>123</u>	kV
5.	VALORES DE PRUEBAS DIELECTRICAS:		
	a). Nivel básico de aislamiento al impulso:		
	- Cerrada a tierra y entre polos:	<u>550</u>	kV cresta
	- Entre terminales con cuchillas abiertas:	<u>630</u>	kV cresta
	b). Tensión de aguante a 60 Hz en seco 1 minuto:		
	- Cerrada a tierra y entre polos:	<u>230</u>	kV
	- Entre terminales con cuchillas abiertas:	<u>265</u>	kV
	c). Tensión de aguante a 60 Hz en húmedo 1 minuto:		
	- Cerrada a tierra y entre polos:	<u>230</u>	kV
	- Entre terminales con cuchillas abiertas:	<u>265</u>	kV
6.	CORRIENTE NOMINAL:	<u>1250</u>	A
7.	CORRIENTE SOSTENIDA DE CORTA DURACIÓN (1 s):	<u>25</u>	kA
8.	VALOR DE CRESTA DE LA CORRIENTE SOSTENIDA:	<u>62.5</u>	kA
9.	DISTANCIA DE FUGA MÍNIMA UNITARIA:	<u>20</u>	mm/kV f-f
10.	DISTANCIA DE FUGA MÍNIMA TOTAL:	<u>2460</u>	mm
11.	DISTANCIA MÍNIMA ENTRE FASES (entre partes vivas, cuchilla abierta):	Con base en el diseño .	
12.	TENSIÓN DE:		
	a). Equipo eléctrico del mecanismo de operación:	<u>-----</u>	VCA
	b). Control y señalización:	<u>-----</u>	VCD
13.	RESISTENCIAS CALEFACTORAS:		
	a). Tensión nominal:	<u>-----</u>	VCA
	b). Potencia nominal:	<u>-----</u>	W
14.	TIPO DE MONTAJE(horizontal o vertical):	<u>VERTICAL.</u>	
15.	MOTOR ELÉCTRICO DEL MECANISMO DE OPERACIÓN:		
	a). Tensión nominal:	<u>-----</u>	VCA
	b). Número de fases	<u>-----</u>	
	c). Frecuencia nominal:	<u>-----</u>	Hz
16.	ALTURA APROXIMADA DE LA CIMENTACIÓN O BASE:	<u>7.0</u>	M

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

- 17 ALTURA DE MONTAJE DEL GABINETE SOBRE EL NIVEL DEL PISO: _____ m
- 18 GABINETE COMÚN O MAESTRO:
 a). De montaje independiente (si o no): _____ NO
 b). Integrado al gabinete de la fase: _____ NO
- 19 DESCRIPCIÓN Y TIPO DE CONECTORES TERMINALES:
 RECTOS PARA CABLE ACSR CALIBRE HASTA 795 KCM Y/O CU-500 KCM
- 20 CARACTERÍSTICAS DE LAS CUCHILLAS Y MECANISMOS DE PUESTA A TIERRA:
 a). Tensión nominal de la cuchilla de puesta a tierra: _____ kV
 b). Corriente nominal de la cuchilla de puesta a tierra: _____ A
 c). Tiempo de duración de la corriente sostenida: _____ s
 d). Número de mecanismos de operación de puesta a tierra: _____
- 21 SE REQUIEREN PARTES DE REPUESTO (si o no): _____ NO

TIEMPOS DE ENTREGA

Los tiempos de entrega deberán cumplir con los programas de ejecución que proponga el licitante y apruebe la CFE.

DESCRIPCIÓN CORTA DEL EQUIPO: CUCHILLA DESCONECTADORA CSV-550-3-123-1250-MV

NOMBRE DE LA INSTALACIÓN	CANTIDAD
S.E. FLORES MAGON BCO.1 Y MVAR	2

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4.16. SISTEMAS INTEGRALES DE SEGURIDAD FÍSICA EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE POTENCIA

1. MURO O CERCA PERIMETRAL.

Cantidad: Con base en el diseño de la subestación.

Ubicación: En todo el perímetro del predio o área eléctrica.

Otras Características: El muro perimetral deberá ser de block macizo con una altura mínima de 3.0 m, medidos desde ambos lados del perímetro, en la parte superior se colocarán soportes galvanizados tipo "Y", en los cuales se instalarán tres hiladas de alambre galvanizado en cada brazo y a lo largo se colocará concertina tipo maze de acero inoxidable.

2. PUERTA DE ACCESO.

Cantidad: 1 (una) puerta.

Ubicación: Se indica en el plano de arreglo general (planta)

Otras Características: La puerta de acceso debe estar formada por un portón construido a base de perfil tubular de acero, conformados por dos hojas cuyas dimensiones serán de 3,00 x 3,00 m (alto x ancho).

La puerta no debe permitir la visibilidad desde la parte exterior. Para evitar el paso por la parte inferior del portón, se debe construir una losa de concreto o asfalto bajo el portón, y la distancia entre el portón y esta losa no debe exceder de 10 cm. En el portón de acceso se deberá prever que una de las hojas cuente con un acceso-hombre

3. SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSOS.

Cantidad: 1 (un) lote

Ubicación: En la puerta de acceso al predio y a la caseta de control.

Otras Características: Se refiere a alarmas audibles-interrumpibles en forma automática después de cinco minutos de sucedido el evento- así como alarmas remotas a través del sistema de control supervisorio de la subestación hacia el centro de control correspondiente.

4. LETREROS DE PREVENCIÓN.

Cantidad: Los necesarios para señalizar todas las áreas en las que sean requeridos.

Ubicación: Tanto en el interior como en el exterior.

Otras Características: Deberán ser de lámina galvanizada calibre No. 14 y contendrán advertencias tanto restrictivas como prohibitivas.

NOTA 1: Todo el cableado de los sensores incluidos en estas Características Particulares deberá centralizarse en un gabinete ubicado en el interior de la Caseta de Control; así mismo deberán considerarse todos los elementos necesarios para el manejo de estas señales en el sistema de Control Supervisorio de esta subestación.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

NOTA 2: En lo aplicable, todos los conceptos incluidos en estas Características Particulares deberán cumplir con lo establecido en el documento "Criterios de Diseño para Implementación del Sistema de Seguridad Física en Subestaciones Telecontroladas".

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

4.17. SISTEMAS PARA LA PREVENCIÓN, CONTROL Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

TRANSFORMADORES DE POTENCIA

1. FOSA DE CAPTACIÓN DE ACEITE.

Cantidad: 1.0 (una) fosa.

Ubicación: En la cimentación de la unidad que se suministrará en el alcance de esta obra, incluye un soporte metálico de rejilla tipo Irving con recubrimiento anticorrosivo.

Otras Características: Capacidad del 20% del volumen del aceite total de la unidad y un sistema de drenaje subterráneo que descargue a un tanque colector, de acuerdo a las normas NFPA 15 y NFPA 851. No debe existir comunicación con trincheras de cables o drenaje pluvial, se adjunta plano de referencia pero el constructor definirá el diseño definitivo con base a dimensiones reales del transformador.

2. TANQUE COLECTOR.

Cantidad: 1.0 (un) tanque colector.

Ubicación: De acuerdo con el plano de arreglo general anexo.

Otras Características: Capacidad del 120% del volumen del aceite total de la unidad conectado a la fosa de captación de la misma, de acuerdo a las normas NFPA 15 y NFPA 851 mediante un sistema de drenaje subterráneo con tuberías de descarga de un diámetro no menor de 25,4 cm. Se deberá incluir un sistema de bombeo automático y cárcamo para extracción del agua de lluvia. Este tanque deberá ser ubicado en un lugar accesible de la Subestación y que no obstruya las maniobras con equipo; se adjunta plano de referencia pero el constructor definirá el diseño definitivo.

3. CABLES DE FUERZA, CONTROL Y SEÑALIZACIÓN.

Cantidad: Con base en el diseño de la subestación.

Ubicación: En trincheras y ductos desde la caseta de control hasta el gabinete de conexiones de la unidad.

Otras Características: Protegido contra la exposición del calor del incendio y contra el escurrimiento de aceite aislante en combustión mediante ductos independientes con sellos cortafuego, evitando trincheras y charolas cercanas.

4. EXTINTORES MÓVILES DE CARRETILLA.

Cantidad: 1.0 (una) pieza.

Ubicación: En la proximidad de la unidad, en un lugar accesible y con el menor riesgo para el personal.

Otras Características: De polvo químico seco ABC de 70 kg clasificado como 4-A:40-B:C; incluye caseta para resguardo de intemperie.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

ÁREA ELÉCTRICA (excepto zona de transformación).

5. EXTINTORES MÓVILES DE CARRETILLA.
Cantidad: 1.0 (un) extintores en bahías de Alta Tensión.
Ubicación: Uno por cada dos bahías.
Otras Características: De polvo químico seco ABC de 70 kg clasificado como 4-A:40-B:C; incluye caseta para resguardo de intemperie.
6. MEDIDAS EN TRINCHERAS Y DUCTOS.
Cantidad: Con base en el diseño de la subestación.
Ubicación: En trincheras, ductos, registros, etc. del área eléctrica.
Otras Características: Se refiere a las medidas indicadas para el cableado de la subestación (cables de fuerza, control y señalización), así como al uso de barreras y sellos corta fuego.

CASETA DE CONTROL.

7. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN NO COMBUSTIBLES.
Cantidad: Con base en el diseño de la subestación.
Ubicación: En caseta de control.
Otras Características: Evitar la instalación de plafones falsos o cualquier tipo de material inflamable.
8. MEDIDAS EN TRINCHERAS Y CHAROLAS EN CASETA DE CONTROL.
Cantidad: Con base en el diseño de la subestación.
Ubicación: En trincheras y ductos de acceso y/o en el interior de la caseta de control .
Otras Características: Se refiere a las medidas indicadas para el cableado en el interior de la caseta de control (cables de fuerza, control y señalización), así como al uso de barreras y sellos corta fuego .
9. LÁMPARAS AUTOMÁTICAS DE EMERGENCIA DE C.D.
Cantidad: 2.0 (dos) unidades.
Ubicación: Con base en el diseño de la subestación.
Otras Características: Cada unidad estará formada por un par de lámparas incandescentes de 40 Watts integradas a un cargador de 12 Volts que permita su operación autónoma al menos durante 4 horas continuas.
10. DETECTORES DE HUMO TIPO IONIZACIÓN Y FOTOELÉCTRICO.
Cantidad: 1.0 (un) detectores de humo tipo ionización; 2 detectores fotoeléctricos.
Ubicación: Próximos a los tableros de servicios propios y cargadores de baterías.
Otras Características: No se deberán instalar detectores en el interior de tableros de PCyM, gabinetes de control local o cualquier otro tablero o gabinete cerrado instalado en la subestación. El sistema de alarma y señalización mandará información al centro de control correspondiente, a través del sistema de control Supervisorío.

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

11. EXTINTORES PORTÁTILES.

Cantidad: 2.0 (dos) extintores de CO₂ y 1.0 (un) extintor de polvo químico seco.

Ubicación: Un extintor de CO₂ y un extintor de polvo químico seco próximos al acceso de la caseta de control; otro extintor de CO₂ se ubicará próximo a los tableros de PCyM y en el extremo opuesto al acceso principal.

Otras Características: Extintores de CO₂ y polvo químico seco ABC de 6 kg, clasificados como 10-B:C y 4-A:40-B:C respectivamente.

CUARTO DE BATERÍAS.

12. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN NO COMBUSTIBLES.

Cantidad: Con base en el diseño de la subestación.

Ubicación: En cuarto de baterías.

Otras Características: Evitar la instalación de plafones falsos o cualquier tipo de material inflamable.

13. PUERTA CORTA FUEGO.

Cantidad: 1.0 (una) puerta.

Ubicación: En el acceso del cuarto de baterías.

Otras Características: Diseñada para soportar fuego por un tiempo mínimo de una hora. El acceso del cuarto de baterías será por fuera e independiente a la caseta de control; no deberá existir puerta de comunicación entre ellos.

14. INSTALACIÓN ELÉCTRICA A PRUEBA DE EXPLOSIÓN.

Cantidad: 1.0 (un) lote.

Ubicación: En el interior del cuarto de baterías.

Otras Características: Unidades de alumbrado a prueba de explosión, con apagadores y contactos instalados en el exterior.

15. SISTEMA DE VENTILACIÓN-EXTRACCIÓN DE AIRE.

Cantidad: 1.0 (un) sistema doble de ventilación-extracción de aire.

Ubicación: En el interior del cuarto de baterías.

Otras Características: Los motores de los ventiladores extractores deben ser del tipo sellado y a prueba de explosión. El extractor principal operará automáticamente ante un nivel de hidrógeno mayor del 1% en volumen; el extractor de respaldo operará automáticamente ante un nivel de hidrógeno mayor del 1% en volumen y/o por falla del extractor principal.

16. SEÑALAMIENTOS PREVENTIVOS.

Cantidad: 6.0 (seis) piezas

Ubicación: En el interior de la sala de baterías y en su puerta de acceso.

Otras Características: Señalamientos preventivos de acuerdo con la Especificación CFE H0000-26 mostrando las siguientes leyendas: "No usar equipo que produzca chispa", "No encender cerillos", "No fumar", "Usar equipo de protección personal", "Salida de emergencia" y "Ruta de evacuación".

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

17. MEDIDORES DE NIVEL DE HIDRÓGENO Y DETECTORES DE TEMPERATURA.
Cantidad: 1.0 (una) pieza.
Ubicación: Instalado a techo en el centro de la sala de baterías.
Otras Características: Medidores de nivel de hidrógeno de estado sólido con celda electrolítica y a prueba de explosión, debe tener contactos ajustables para definir rangos máximo y mínimo de hidrogeno que operen el sistema de ventilación-extracción y manden señal de alarma.
18. EXTINTORES PORTÁTILES.
Cantidad: 1.0 (un) extintor de CO₂ y 1.0 (un) extintor de polvo químico seco.
Ubicación: En el exterior del cuarto de baterías y próximo a su acceso.
Otras Características: De CO₂ y polvo químico seco ABC de 9 kg, colocados por parejas, clasificados como 10-B:C y 4-A:40-B:C respectivamente. Estos extintores deberán estar protegidos contra intemperie.
19. EQUIPO DE SEGURIDAD PARA MENJO DE BANCOS DE BATERIAS.
Cantidad: 1.0 (un) lote Estante cerrado conteniendo un par de guantes, un peto, una careta, colocándose dentro del cuarto de Baterías o en el local destinado para la bodega cuando existe.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBRA ELECTROMECÁNICA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

V. OBRA ELECTROMECÁNICA

5.1. COMPROMISOS REFERENTE A CONSTRUCCIÓN

De acuerdo al contrato el contratista contrae los siguientes compromisos referente a construcción:

√ El contratista debe llevar a cabo la construcción completa, montaje e instalación para nuevas subestaciones y ampliaciones amparadas en los contratos respectivos del paquete 402.

El contratista se obliga a cumplir lo anterior bajo las siguientes condiciones:

- Construir de acuerdo a las especificaciones del contrato.
- Realizar los trabajos de acuerdo al programa de construcción detallado para cada una de las actividades, que para tal efecto presente el contratista.
- Disponer de personal competente para la ejecución de las actividades.
- Utilizar equipo adecuado y suficiente.
- Actualizar semanalmente el programa detallado de actividades.

Estas actividades que se describen a continuación son revisadas por el personal de CFE muy estrictamente ya que montado el equipo se deberá de dar un cierto avance de obra y será responsabilidad del personal de CFE responder de ese equipo después de su montaje.

5.2. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO S.E. FLORES MAGÓN

La subestación consistirá de lo siguiente:

- 1 Bahía de 115 kv para rematar la L.T que enlazará a esta subestación con la SE ANGUSTURA Y SCHPOINA.
- Un transformador trifásico de 7.5/9.375 MVA con tensiones de 115/13.8 kV.
- 3 alimentadores en 13.8 kV.
- Un banco de capacitores de 0.6 MVAR en 13.8 kV.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBRA ELECTROMECAÁNICA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

5.2.1. MONTAJE DE ESTRUCTURAS MAYORES

DESCRIPCIÓN: Se entiende por estructuras mayores a las columnas y traveses que soportan los buses aéreos para su conexión con los diferentes equipos.

EJECUCIÓN: Recibidos y clasificados todos los elementos y terminadas las cimentaciones, se procede al armado y montaje de las mismas, con el equipo y métodos adecuados que garanticen la correcta ejecución del trabajo. Si el supervisor observa defectos en el prearmado o montaje de alguna parte de las estructuras, deberá exigir al constructor realizar las correcciones necesarias hasta dejarlas instaladas a plena satisfacción de CFE. En ningún caso se admitirá la instalación de elementos forzados, defectuosos o que estén sometidos a esfuerzos distintos a los cuales fueron diseñados. Cuando se detecten daños de cualquier tipo (galvanizado, maquinado, etc.) en los elementos y no sea posible su corrección se exigirá al contratista adquirir nuevos elementos.

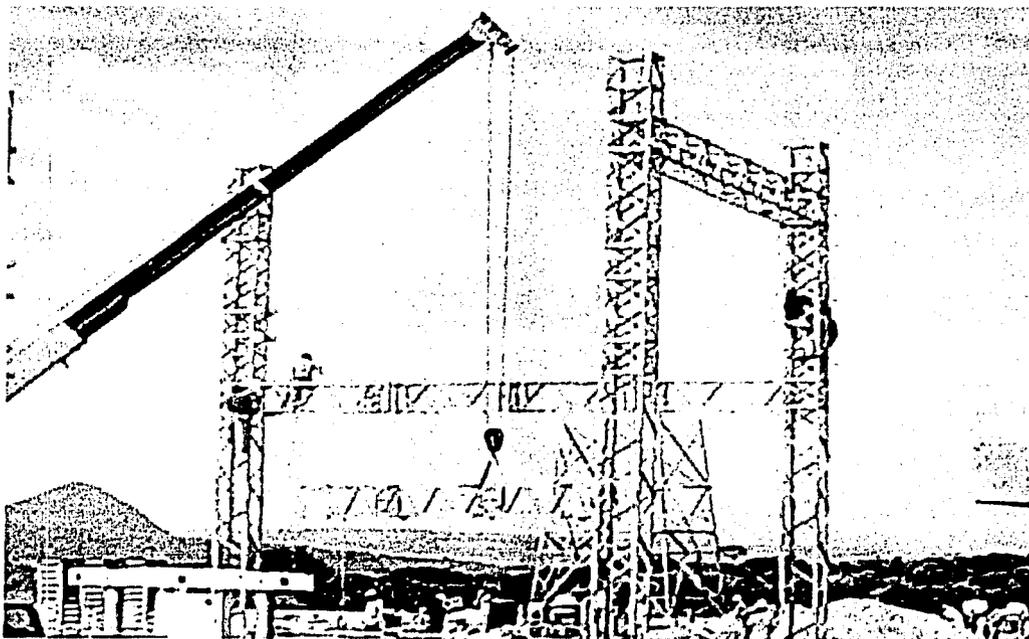


FOTO V.1. MONTAJE DE ESTRUCTURAS MAYORES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBRA ELECTROMECAÁNICA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

5.2.2. MONTAJE, TENDIDO Y CONECTADO DE BUSES

DESCRIPCIÓN: Se entiende por montaje, tendido y conectado de buses a los trabajos para instalar las cadenas de aisladores, herrajes, accesorios, cables conductores, cable de guarda, tubos conductores y demás accesorios que formen las canalizaciones de las distintas áreas de voltaje que componen la Subestación. Incluye el montaje de cadena de aisladores, tendido y tensado de cable conductor y guarda, tendido de tubo conductor, colocación de herrajes y puentes de cable y/o tubo, así como los bajantes y puentes de equipos.

EJECUCIÓN: Se deberá cuidar que los puentes instalados guarden las distancia a tierra y a fase indicados en el proyecto, se limitará al máximo posible los empalmes de cables y en los casos de bus tubular, se evitarán las uniones al centro del claro. Para el tensionado de buses se verificará con un dinamómetro que se tense según datos de proyecto. Las cadenas de aisladores deberán tener la cantidad de aisladores especificadas en el proyecto, para el apriete de conectores y accesorios se verificará su torque mediante un torquímetro o herramienta similar, se deberá también vigilar que los herrajes y aisladores que lleven chavetas estén bien colocadas.



FOTO V.2. MONTAJE, TENDIDO Y CONECTADO DE BUSES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBRA ELECTROMECÁNICA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

5.2.3. MONTAJE DE TRANSFORMADOR

DESCRIPCIÓN: Esta actividad consiste en el montaje y conectado del transformador.

EJECUCIÓN: Para esta actividad todo el equipo y material serán recibidos por el contratista, el cual es responsable de su manejo y montaje, obligándose a responder a entera satisfacción de CFE cualquier daño o pérdida. Se deberán realizar entre otras las siguientes actividades: Revisión interior y exterior; Maniobras para su colocación en sitio; Montaje de boquillas, radiadores, tanque, gabinetes de control y accesorios; Tratamiento preliminar de alto vacío; Tratamiento de secado del aislamiento; Llenado de aceite; Fijación de los gabinetes centralizadores de control y cambiador de derivaciones.

La inspección visual exterior que se realice al transformador deberá ser minuciosa en extremo con el objeto de detectar algún tipo de daño externo, se deberán checar las condiciones de presión, contenido de oxígeno y punto de rocío del nitrógeno o aire seco según sea el caso.

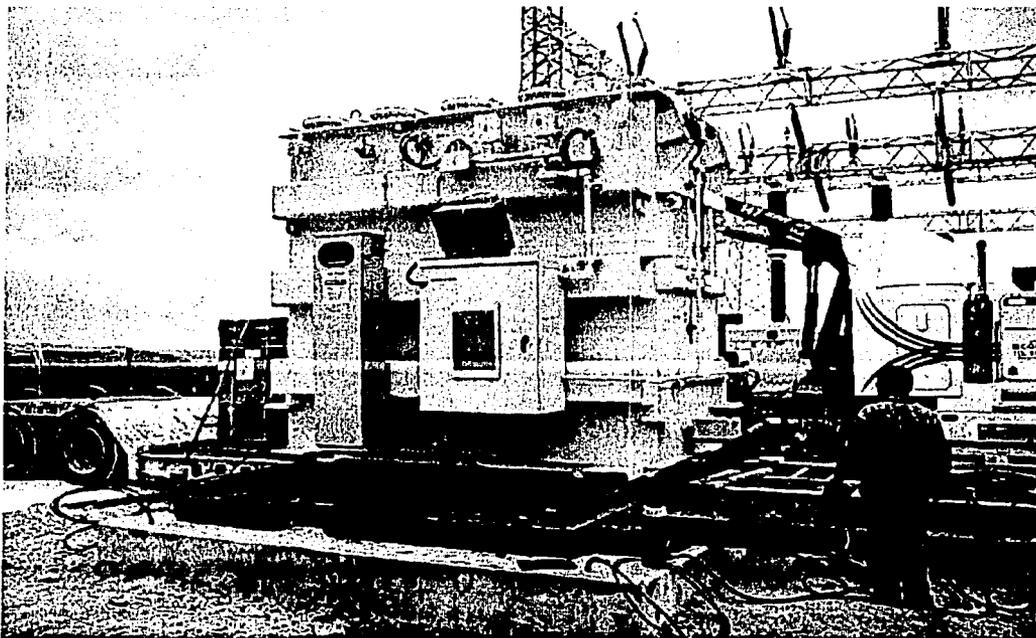


FOTO V.3. MONTAJE DE TRANSFORMADOR

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBRA ELECTROMECAÁNICA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

5.2.4. MONTAJE DE INTERRUPTORES DE POTENCIA

DESCRIPCIÓN: Este procedimiento operativo es aplicable a interruptores tanto de media como de alta tensión con medio de extinción en gas, aceite o vacío. Se entiende por interruptor trifásico al conjunto de tres unidades de ininterrupción que pueden estar integrados en una sólo estructura o bien estar constituido por tres interruptores monofásicos que operan en un sistema trifásico.

EJECUCIÓN: Al recibir los interruptores se deberán inspeccionar cuidadosamente con la finalidad de detectar daños externos, se checarán entre otras cosas las bases de los mismos, tanques o cámaras, interruptores de arco eléctrico, boquillas o columnas de aisladores y accesorios, las cajas en que viene empacados se abren ordenadamente en función del proceso de montaje. Para el montaje de las piezas de los mismos es imprescindible contar con un aparato de elevación adecuado a los pesos y características de las piezas por montar, se deberá tener cuidado en el manejo y transporte de las columnas de aisladores de tal forma que la porcelana y los accesorios no se dañen, para los gabinetes de control se deberá proceder a su montaje de la manera más pronta posible evitando dejarlos expuestos a las inclemencias del tiempo, y en caso de ser necesario conectar sus resistencias calefactoras, el montaje deberá apegarse a lo indicado en los planos e instructivos del fabricante. Los empaques y en general todos los sellos que se utilicen en el montaje de los accesorios deberán estar libres de impurezas que afecten su correcta colocación, el apriete de bridas deberá ser uniforme para que los empaques no se deformen y sellen de manera adecuada.

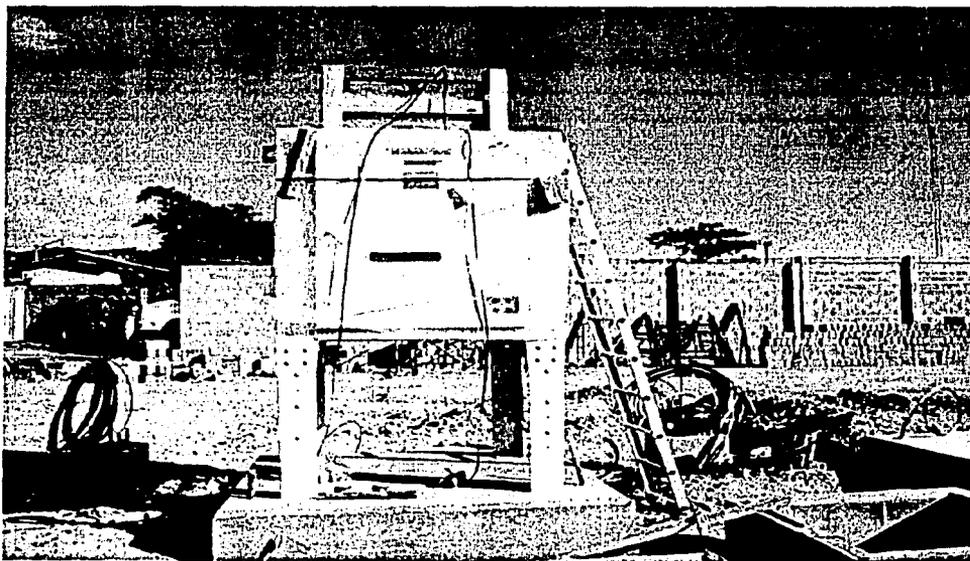


FOTO V.4. MONTAJE DE INTERRUPTORES DE POTENCIA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBRA ELECTROMECAÁNICA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

5.2.5. MONTAJE DE CUCHILLAS DE POTENCIA

DESCRIPCIÓN: Este procedimiento es aplicable a cuchillas desconectadoras tanto de media como de alta tensión. Se entenderá por cuchillas trifásicas al conjunto de tres unidades monopolares que operan simultáneamente en un sistema trifásico.

EJECUCIÓN: Al recibir las cuchillas se verificará minuciosamente el estado de las mismas con la finalidad de detectar daños externos visibles, para el montaje de las piezas se deberá contar con equipo de izaje adecuado a los pesos y características de las piezas por montar, y se apegará estrictamente a los planos e instructivos del fabricante, se deberá tener especial cuidado en el manejo y transporte de las columnas de aisladores, de tal forma que la porcelana y los accionamientos no sufran daños; para el caso de sus gabinetes de control se deberá tener cuidado de no tenerlos expuestos en condiciones climáticas desfavorables, cuidándolos de la humedad o cualquier otra causa que provoque su deterioro.

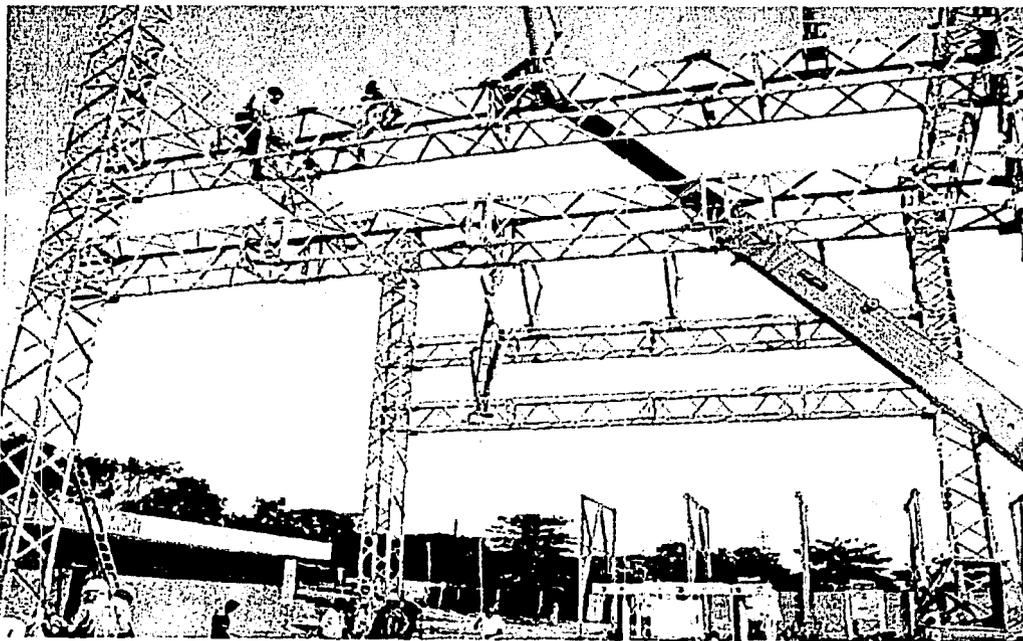


FOTO V.5. MONTAJE DE CUCHILLAS DE POTENCIA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBRA ELECTROMECAÁNICA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

5.2.6. MONTAJE DE EQUIPO MENOR

DESCRIPCIÓN: Se considera la colocación y conexión de los apartarrayos, aisladores soporte tipo columna, transformadores de corriente, dispositivos de potencial y transformadores de potencial monofásicos, tanto de media como de alta tensión.

EJECUCIÓN: Al recibir los equipos se verificará minuciosamente el estado de los mismos con la finalidad de detectar daños externos visibles, para el montaje de dichos equipos se deberá contar con el equipo adecuado, tomando en cuenta los pesos y las características de las piezas por montar, al conectar el equipo con los buses o demás equipos se debe verificar que los conectores estén limpios y se aprieten uniformemente para garantizar su buen contacto.

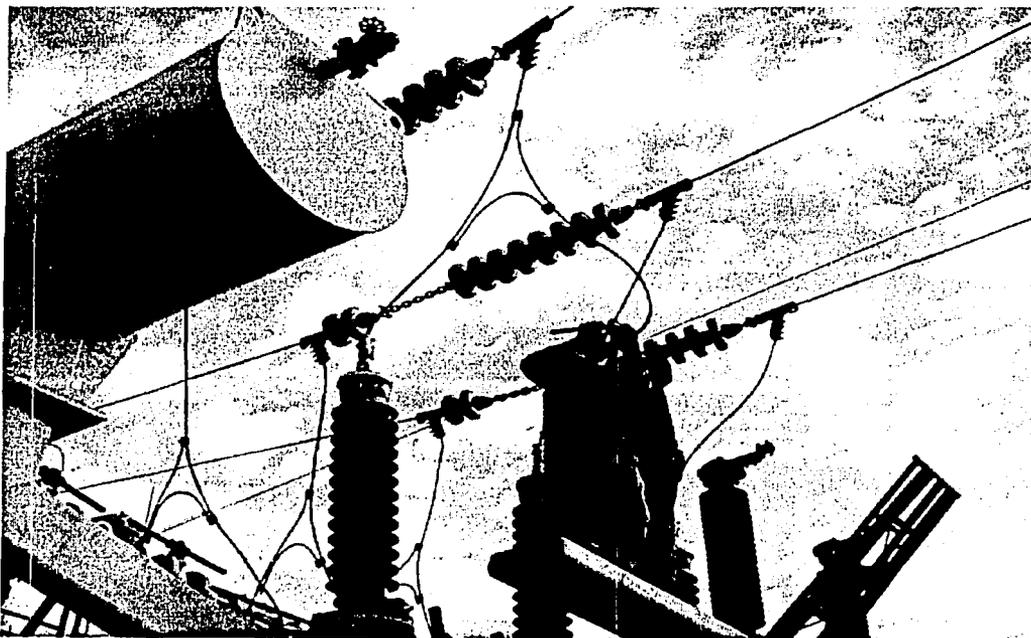


FOTO V.6. MONTAJE DE EQUIPO MENOR

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBRA ELECTROMECÁNICA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

5.2.7. MONTAJE DE TABLEROS DE SERVICIOS PROPIOS

DESCRIPCIÓN: Se entiende por tableros de servicios propios a los centros de carga para corriente alterna y corriente directa, que se montan en la caseta de control.

EJECUCIÓN: El contratista deberá de montarlos en el sitio indicado, fijando los anclajes, así mismo efectuará las conexiones a los tableros de C.A., C.D. y tablero de control, deberá identificar correctamente todos y cada uno de los circuitos de acuerdo a las indicaciones en los planos de proyecto, se deberá vigilar que las zapatas de conexiones queden firmemente apretadas.

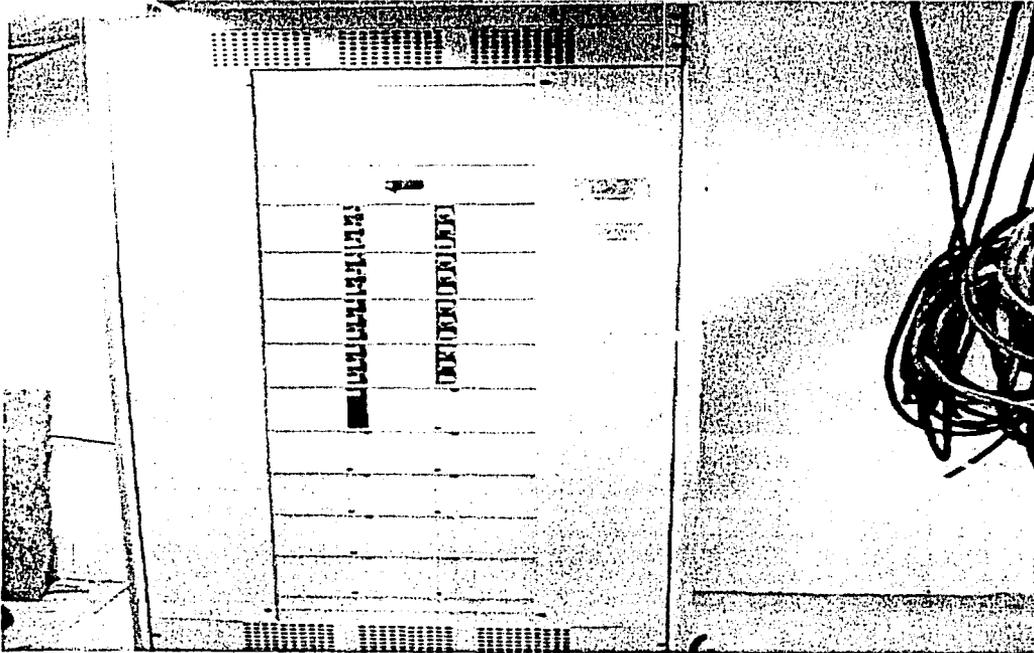


FOTO N.º 7. MONTAJE DE TABLEROS DE SERVICIOS PROPIOS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBRA ELECTROMECAÁNICA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

5.2.8. TENDIDO Y CONECTADO DE CABLE DE CONTROL.

DESCRIPCIÓN: Se entiende por cable de control a los conductores que unen los gabinetes de los equipos que se montan en la parte exterior de la subestación con los instrumentos y aparatos que se localicen en los tableros de control ubicados en el interior de la caseta de control.

EJECUCIÓN: El contratista deberá colocar los cables en los ductos o trincheras siguiendo la trayectoria marcada en el proyecto, una vez tendido el cable, se conectará a los gabinetes de tablillas de interconexión, a las tablillas de los tableros de control y/o servicios propios y gabinetes de control de los equipos, todo esto de acuerdo a las listas de cableado del proyecto. Los cables deberán ser de una sola pieza.



FOTO V.8. TENDIDO Y CONECTADO DE CABLE DE CONTROL

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBRA ELECTROMECÁNICA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

5.2.9. COLOCACIÓN DE SISTEMA DE TIERRAS.

DESCRIPCIÓN: Se entenderá al sistema que consiste en una malla de conductores de cobre desnudos enterrados y conectados entre si y con varillas de puesta a tierra localizados en la periferia e interior del área eléctrica.

EJECUCIÓN: Para la colocación del sistema se deberá trazar la cuadrícula según proyecto efectuando la excavación correspondiente, posteriormente se procederá al tendido del conductor para lo cual se deberá verificar que el mismo sea del calibre indicado en los planos de proyecto, se hincarán las varillas correspondientes y se unirán al conductor mediante soldadura por termofusión exotérmica, se deberá tener especial cuidado en el proceso de soldadura cuidando todos los procedimientos necesarios para llevarla a cabo según instrucciones del fabricante y con la herramienta adecuada, no se permitirán empalmes de ningún tipo, para la fabricación de los registros y sus tapas se deberá apegar a las especificaciones que marca el proyecto, el relleno y compactado de las zanjas se ajustará a lo indicado en el procedimiento constructivo de obra civil.

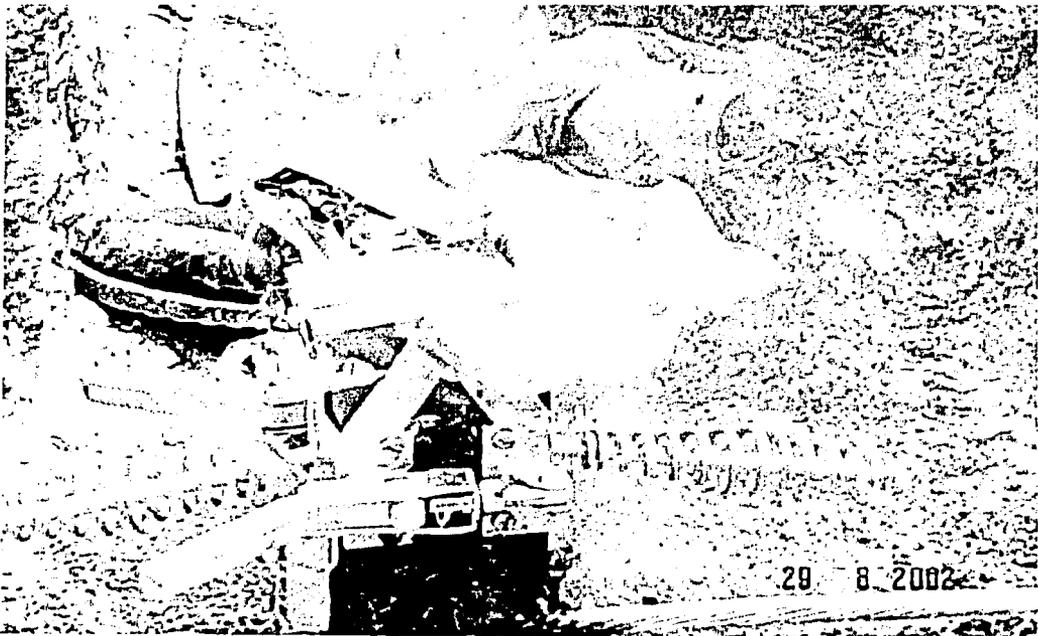


FOTO V.9. COLOCACIÓN DE SISTEMA DE TIERRAS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

VI. PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

6.1 INTRODUCCIÓN.

Son la base para verificar y apoyar los criterios de aceptación o para analizar los efectos, cuando sucedan cambios o variaciones con respecto a los valores iniciales de puesta en servicio.

Se consideran pruebas eléctricas, aquellas que determinan las condiciones en que se encuentra el equipo eléctrico, para determinar su operatividad y son un aspecto importantísimo para la entrada en operación de una subestación, con esto se pretende tener en este capítulo una guía de como son los procedimientos y cuidados que se deben tener para realizar las pruebas en campo.

Al final de este capítulo, se relacionan las pruebas aplicables a cada equipo, en particular a los que se hicieron en la Subestación Flores Magón.

6.2 PRUEBAS DE FÁBRICA.

Las pruebas de fábrica se clasifican en 3 grupos:

a) PRUEBAS DE PROTOTIPO.

Las Pruebas de Prototipo son las que se realizan a diseños nuevos y tienen por finalidad, que cumplan con los valores establecidos en las normas que se aplican y especificaciones para lo cual fueron fabricados los equipos. En estas pruebas entran en función los materiales utilizados para su fabricación.

Las Pruebas de Prototipo comprenden las pruebas de rutina.

b) PRUEBAS DE RUTINA.

Son pruebas que deben efectuarse a cada uno de los equipos, conforme a métodos establecidos en las normas correspondientes, para verificar la calidad del producto y que están dentro de los valores permitidos. Estas pruebas son las que determinan la aceptación o rechazo de los equipos.

c) PRUEBAS OPCIONALES.

Estas pruebas son las que se realizan a los equipos, conjuntamente entre el fabricante y usuario a fin de determinar algunas características particulares del equipo

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

6.2.1 BREVE DESCRIPCIÓN DE ALGUNAS PRUEBAS DE FÁBRICA.

Dentro de las más importantes, se pueden citar las siguientes:

a) **PRUEBA DE IMPULSO POR RAYO.** Consiste en simular en el Laboratorio las condiciones de falla provocadas por descargas atmosféricas en los equipos.

Esta prueba se realiza aplicando al equipo impulsos de onda positiva o negativa, de acuerdo al nivel básico de impulso para cada tensión, en condiciones estándar y de acuerdo a las normas indicadas en las especificaciones.

La curva característica que se asemeja a las condiciones de una descarga atmosférica, es aquella que obtiene su máximo valor de tensión en un tiempo de 1.2 microsegundos y decrece al 50% del valor de tensión en un tiempo de 50 microsegundos, a esta curva se le llama onda completa, ver figura 2.1.

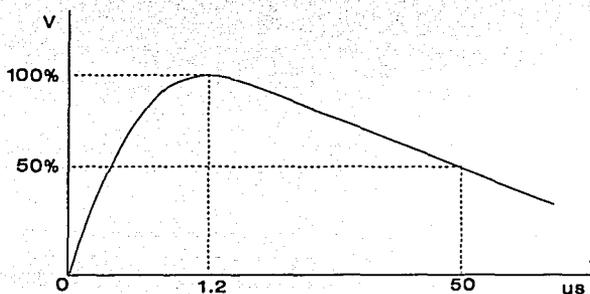


Figura 2.1 Onda completa.
1.2 x 50 microsegundos.

b) **PRUEBA DE POTENCIAL APLICADO.** Consiste en aplicar al equipo un voltaje a la frecuencia de operación del sistema, cuyo valor varía de acuerdo a lo indicado en la norma correspondiente para cada nivel de voltaje (de 180% al 300% del voltaje nominal), su duración es de un minuto.

c) **PRUEBA DE DESCARGAS PARCIALES.** Esta determina la calidad del aislamiento, es útil para detectar porosidades, grietas, burbujas de aire, etc. en el interior de un aislamiento sólido. El resultado de esta prueba está dado en un Picocoulomb.

d) **PRUEBA DE ELEVACIÓN DE TEMPERATURA.** Sirve para verificar que los equipos cumplan con la capacidad de diseño, sin rebasar los límites de temperatura establecidos por las normas correspondientes.

e) **PRUEBA DE POTENCIAL INDUCIDO.** El objetivo es verificar la resistencia del aislamiento entre diferentes partes de un equipo. Como por ejemplo, para transformadores de potencia:

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

entre espiras, entre secciones, entre capas, etc. y el aislamiento de estas partes a tierra que no fueron probadas durante la prueba de potencial aplicado. La prueba consiste en inducir al devanado el 200% de su tensión nominal, por un tiempo, que dependerá de la frecuencia utilizada, la cuál es modificada para no saturar el núcleo.

La referencia de ésta prueba es aplicar el voltaje a 7200 ciclos en un segundo; como no es posible contar con un generador de esa frecuencia, en la práctica, el tiempo de prueba se obtiene dividiendo los 7200 Hz. entre la frecuencia que produzca el generador de inducido con que cuente cada fábrica, por ejemplo, para un generador de 240 Hz. el tiempo será de 30 segundos.

Además de las pruebas mencionadas, existen otras como:
Corto circuito, corriente sostenida de corta duración, resistencia óhmica, etc.

6.3 PRUEBAS DE CAMPO.

Se efectúan a los equipos que se encuentran en operación o en proceso de puesta en servicio y se consideran de la siguiente manera:

- a) Recepción y/o Verificación.
- b) Puesta en Servicio.
- c) Mantenimiento.

a) **RECEPCION Y/O VERIFICACIÓN.** Se realizan a todo el equipo nuevo o reparado, considerando las condiciones de traslado; efectuando primeramente una inspección detallada de cada una de sus partes.

b) **PUESTA EN SERVICIO.** Se realizan a cada uno de los equipos en campo después de haber sido: instalados, ajustados, secados, etc., con la finalidad de verificar sus condiciones para decidir su entrada en operación.

c) **MANTENIMIENTO.** Se efectúan periódicamente conforme a programas y a criterios de mantenimiento elegidos y condiciones operativas del equipo.

6.3.1 RECOMENDACIONES GENERALES PARA REALIZAR PRUEBAS ELÉCTRICAS AL EQUIPO PRIMARIO.

- a) Para equipos en operación y en base a los programas de mantenimiento, tramitar las libranzas respectivas.
- b) Tener la seguridad de que el equipo a probar no este energizado. Verificando la apertura física de interruptores y/o cuchillas seccionadoras.
- c) El tanque o estructura del equipo a probar, debe estar aterrizado.
- d) Aterrice el equipo a probar por 10 minutos aproximadamente para eliminar cargas capacitivas que puedan afectar a la prueba y por seguridad personal.

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

- e) Desconecte de la línea o barra, las terminales del equipo a probar.
- f) En todos los casos, ya sea equipo nuevo, reparado o en operación, las pruebas que se realicen siempre deberán estar precedidas de actividades de inspección.
- g) Preparar los recursos de prueba indispensables como son: Instrumentos, Herramientas, Probetas, Mesas de prueba, etc.
- h) Preparar el área de trabajo a lo estrictamente necesario, delimitar para evitar el paso de personas ajenas a la prueba; procurando se tengan fuentes accesibles y apropiadas de energía.
- i) Colocar él o los instrumentos de prueba sobre bases firmes y niveladas.
- j) Compruebe que las terminales de prueba están en buenas condiciones y que sean las apropiadas.
- k) No aplicar voltajes de prueba, superiores al voltaje nominal del equipo a probar.
- l) Durante las pruebas deberán tomarse todas las medidas de seguridad personal y para el equipo.
- m) Anote las lecturas de la prueba con sus multiplicadores en la hoja de reporte correspondiente y registre también, las condiciones climatológicas.
- n) Al terminar la prueba ponga fuera de servicio el instrumento de prueba y aterrice nuevamente el equipo probado.

6.3.2 PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.

6.3.2.1 TEORÍA GENERAL

La resistencia de aislamiento se define como la resistencia en megaohms que ofrece un aislamiento al aplicarle un voltaje de corriente directa durante un tiempo dado, medido a partir de la aplicación del mismo.

A la corriente resultante de la aplicación de voltaje de corriente directa, se le denomina "Corriente de Aislamiento" y consta de dos componentes principales:

a) La corriente que fluye dentro del volumen de aislamiento es compuesta por:

- i) Corriente Capacitiva.
- ii) Corriente de Absorción Dieléctrica.
- iii) Corriente de conducción irreversible.

i).- **Corriente capacitiva.**- Es una corriente de magnitud comparativamente alta y de corta duración, que decrece rápidamente a un valor despreciable (generalmente en un tiempo máximo de 15 segundos) conforme se carga el aislamiento, y es la responsable del bajo valor inicial de la Resistencia de Aislamiento. Su efecto es notorio en aquellos equipos que tienen

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

capacitancia alta, como transformadores de potencia, máquinas generadoras y cables de potencia de grandes longitudes.

ii).- **Corriente de absorción dieléctrica.**- Esta corriente decrece gradualmente con el tiempo, desde un valor relativamente alto a un valor cercano a cero, siguiendo una función exponencial. Generalmente los valores de resistencia obtenidos en los primeros minutos de una prueba, quedan en gran parte determinados por la Corriente de Absorción. Dependiendo del tipo y volumen del aislamiento, esta corriente tarda desde unos cuantos minutos a varias horas en alcanzar un valor despreciable; sin embargo para efectos de prueba, puede despreciarse el cambio que ocurre después de 10 minutos.

iii).- **Corriente de conducción irreversible.**- Esta corriente fluye a través del aislamiento y es prácticamente constante, predomina después que la corriente de absorción se hace insignificante.

b) **Corriente de Fuga.**- Es la que fluye sobre la superficie del aislamiento. Esta corriente al igual que la Corriente de Conducción irreversible, permanece constante y ambas constituyen el factor primario para juzgar las condiciones del aislamiento.

ABSORCIÓN DIELECTRICA .- La resistencia de aislamiento varía directamente con el espesor del aislamiento e inversamente al área del mismo; cuando repentinamente se aplica un voltaje de corriente directa a un aislamiento, la resistencia se inicia con un valor bajo y gradualmente va aumentando con el tiempo hasta estabilizarse.

Graficando los valores de resistencia de aislamiento contra tiempo, se obtiene una curva denominada de absorción dieléctrica; indicando su pendiente el grado relativo de secado y limpieza o suciedad del aislamiento. Si el aislamiento está húmedo o sucio, se alcanzará un valor estable en uno o dos minutos después de haber iniciado la prueba y como resultado se obtendrá una curva con baja pendiente.

La pendiente de la curva puede expresarse mediante la relación de dos lecturas de resistencia de aislamiento, tomadas a diferentes intervalos de tiempo, durante la misma prueba. A la relación de 60 a 30 segundos se le conoce como "Índice de Absorción", y a la relación de 10 a 1 minuto como "Índice de Polarización".

Los índices mencionados, son útiles para la evaluación del estado del aislamiento de devanados de transformadores de potencia y generadores.

6.3.2.2 FACTORES QUE AFECTAN LA PRUEBA.

Entre los factores que afectan la prueba y tienden a reducir la resistencia de aislamiento de una manera notable son: la suciedad, la humedad relativa, la temperatura y la inducción electromagnética; para la suciedad, elimine toda materia extraña (polvo, carbón, aceite, etc.) que este depositada en la superficie del aislamiento; para la humedad, efectúe las pruebas a una temperatura superior a la de rocío. La resistencia de aislamiento varía inversamente con la temperatura en la mayor parte de los materiales aislantes; para comparar adecuadamente las mediciones periódicas de resistencia de aislamiento, es necesario efectuar las mediciones a la misma temperatura, o convertir cada medición a una misma base.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

Esta conversión se efectúa con la siguiente ecuación:

$$R_c = K_1 (R_t)$$

De donde:

R_c = Resistencia de aislamiento en megohms corregida a la temperatura base.

R_t = Resistencia de aislamiento a la temperatura que se efectuó la prueba.

K_1 = Coeficiente de corrección por temperatura.

La base de temperatura recomendada, es de 20 °C para transformadores y 40 °C para máquinas rotatorias. Para otros equipos, como interruptores, apartarrays, boquillas, pasamuros, etc., no existe temperatura base, ya que la variación de la resistencia con respecto a la temperatura es estable.

Para equipos a probar, que se encuentren bajo el efecto de inducción electromagnética, será necesario acondicionar un blindaje para drenar a tierra las corrientes inducidas que afectan a la prueba.

Una forma práctica para el blindaje, es utilizar malla metálica tipo mosquitero sobre el equipo, soportada con madera y aterrizada en un solo punto.

Para realizar lo anterior, tomar las medidas estrictas de seguridad por la proximidad con otros equipos energizados.

Otro factor que afecta a las mediciones de resistencia de aislamiento y absorción dieléctrica es la presencia de carga previa en el aislamiento. Esta carga puede originarse porque el equipo trabaja aislado de tierra o por una aplicación del voltaje de C.D. en una prueba anterior. Por tanto es necesario que antes de efectuar las pruebas se descarguen los aislamientos mediante una conexión a tierra.

6.3.2.3 MÉTODOS DE MEDICIÓN.

Las mediciones se pueden obtener de la siguiente manera:

- a) Mediante un ohmetro (Megger) de indicación directa.
- b) Mediante un voltmetro y un ampermetro, utilizando una fuente de potencial de corriente directa.

El Megger ha sido el instrumento estándar para la verificación de la resistencia de aislamiento y de estos existen tres tipos: los accionados manualmente, los accionados por motor (ver Fig. 6.2) y los de tipo rectificador.

El primer tipo es satisfactorio para efectuar pruebas de tiempo corto y el tipo motorizado para pruebas en donde es necesario determinar los índices de absorción y polarización. El tipo rectificador no es práctico para cuando se desean conocer los índices mencionados.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

- a) **MÉTODO DE TIEMPO CORTO.**- Consiste en conectar el instrumento al equipo que se va a probar y operarlo durante 60 segundos.
 Este método tiene su principal aplicación en equipos pequeños y en aquellos que no tienen una característica notable de absorción, como son los interruptores, cables, apartarrayos, etc.
- b) **MÉTODO DE TIEMPO-RESISTENCIA O ABSORCIÓN DIELÉCTRICA.**- Consiste en aplicar el voltaje de prueba durante un periodo de 10 minutos, tomando lecturas a 15, 30, 45 y 60 segundos, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 minutos. Su principal aplicación es en transformadores de potencia y en grandes máquinas rotatorias por su características notables de absorción

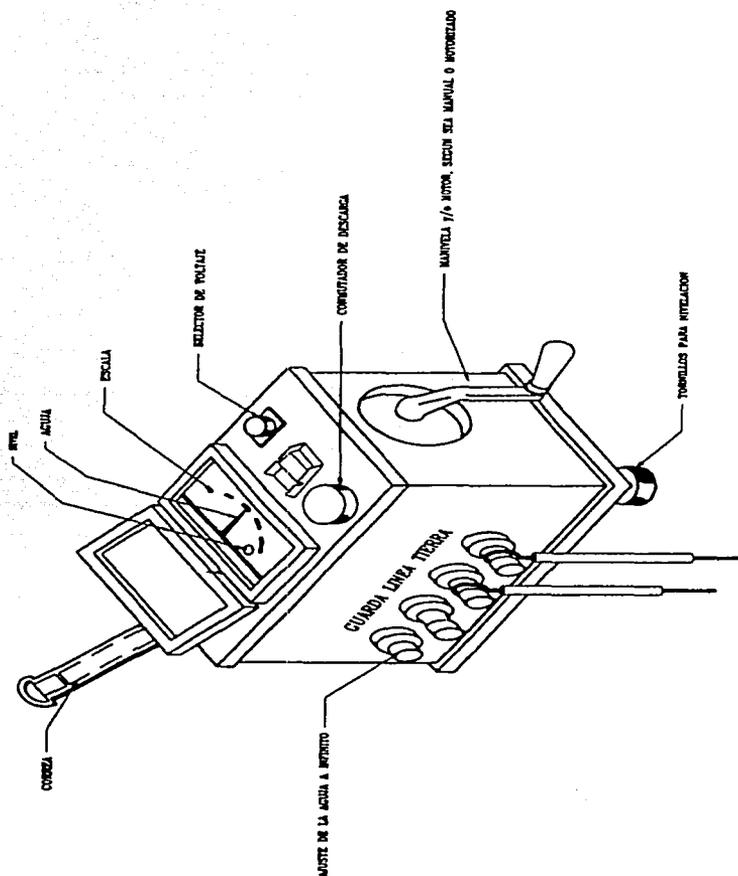


FIG. 2.2 MEGGER DE AISLAMIENTO

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

6.3.2.4 CONSIDERACIONES.

La medición de resistencia de aislamiento, es en sí misma una prueba de potencial, por lo tanto, debe restringirse a valores apropiados que dependan de la tensión nominal de operación del equipo que se va a probar y de las condiciones en que se encuentre su aislamiento. Si la tensión de prueba es alta, se puede provocar fatiga en el aislamiento.

Los potenciales de prueba más comúnmente utilizados son tensiones de corriente directa de 500 a 5,000 volts.

Las lecturas de resistencia de aislamiento disminuyen normalmente al utilizar potenciales altos, sin embargo para aislamiento en buenas condiciones, se obtendrán valores semejantes para diferentes tensiones de prueba.

Si al aumentar el potencial de prueba se reducen significativamente los valores de resistencia de aislamiento, esto nos puede indicar que existen imperfecciones o fracturas en el aislamiento, posiblemente agravadas por suciedad o humedad, aún cuando también la sola presencia de humedad con suciedad puede ocasionar este fenómeno.

6.3.2.5 PRINCIPIO DE OPERACIÓN DEL MEGÓHMETRO.

Aún cuando existe una gran variedad de instrumentos para la medición de la resistencia de aislamiento, puede decirse que la gran mayoría utiliza el elemento de medición de bobinas cruzadas, cuya principal característica es que su exactitud es independiente del voltaje aplicado en la prueba:

El megóhmetro (ver Fig.2.3) consiste fundamentalmente de dos bobinas designadas como A y B montadas en un sistema móvil común con una aguja indicadora unida a las mismas y con libertad para girar en un campo producido por un imán permanente. En el caso del Megger el sistema está sustentado en joyas soportadas en resortes y está exento de las espirales de control que llevan otros aparatos como los amperímetros y voltímetros.

La alimentación de señal a las bobinas se efectúa mediante ligamentos conductores que ofrecen la mínima restricción posible, de tal forma, que cuando el instrumento está nivelado y no se le está alimentando corriente, la aguja indicadora flotará libremente pudiendo quedar en reposo en cualquier posición de la escala.

Adicionalmente al elemento de medición, el megóhmetro tiene un generador de corriente directa accionado manualmente o mediante un motor el cual proporciona el voltaje necesario para efectuar la medición.

La bobina deflectora A está conectada en serie con una resistencia R' , quedando la resistencia bajo prueba conectada entre las terminales línea y tierra del aparato.

Las bobinas A y B están montadas en el sistema móvil con un ángulo fijo entre ellas y están conectadas en tal forma que cuando se les alimenta corriente, desarrollan pares opuestos y tienden a girar el sistema móvil en direcciones contrarias. Por lo tanto, la aguja indicadora se estabilizará en el punto donde los pares se balancean. Cuando el aislamiento es casi perfecto

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

o cuando no se conecta nada a las terminales de prueba no habrá flujo de corriente en la bobina A. Sin embargo, por la bobina B circulará un flujo de corriente y por tal razón, girará en contra de las manecillas del reloj hasta posicionarse sobre el entrehierro en el núcleo de hierro C. En esta posición la aguja indicadora estará sobre la marca del infinito.

Con las terminales de prueba en cortocircuito fluirá una corriente mayor en la bobina A que en la bobina B, por tal motivo un par mayor en la bobina A desplazará el sistema móvil en sentido de las manecillas del reloj, hasta posicionar la aguja indicadora en el cero de la escala. Cuando se conecta una resistencia entre las terminales marcadas como línea y tierra del aparato, fluirá una corriente en la bobina deflectora A y el par correspondiente, desplazará el sistema sacándolo de la posición del infinito hacia un campo magnético que aumenta gradualmente, hasta que se alcanza un balance entre los pares de las dos bobinas. Esta posición depende del valor de la resistencia externa que controla la magnitud relativa de la corriente en la bobina A. Debido a que los cambios en el voltaje afectan las dos bobinas en la misma proporción, la posición del sistema móvil es independiente del voltaje.

La función de la resistencia R' es la de limitar la corriente en la bobina A y evitar se dañe el aparato cuando se ponen en cortocircuito las terminales de prueba.

En la figura 2.3 se muestra como se guarda la terminal de línea mediante una arandela metálica conectada al circuito de guarda, esto evita errores debido a fugas a través de la superficie del aparato entre las terminales de línea y tierra. Básicamente lo que se hace, es proporcionar a la corriente de fuga un camino en derivación hacia la fuente de alimentación, que no pase por la bobina deflectora del aparato.

6.3.2.6 USO DE LA GUARDA.

Generalmente todos los meggers con rango mayor de 1000 megohms están equipados con terminal de guarda. El propósito de esta terminal es el contar con un medio para efectuar mediciones en mallas de tres terminales (ver Fig. 2.4) en tal forma que puede determinarse directamente el valor de una de las dos trayectorias posibles. Además de esta finalidad principal, dicha terminal hace posible que el Megger pueda utilizarse como una fuente de voltaje de corriente directa con buena regulación, aunque con capacidad de corriente limitada.

Concretamente puede decirse que la corriente de fuga de toda componente de un sistema de aislamiento conectada a la terminal de guarda no interviene en la medición.

Así usando las conexiones indicadas en la fig. 2.4, se medirá la resistencia R_{12} directamente ya que las otras dos no entran en la medición por estar conectada la terminal 3 a guarda.

Al usar la terminal de guarda, particularmente en el caso de los instrumentos accionados con motor, o los de tipo rectificador, deberá de tenerse seguridad que no existen posibilidades de que se produzca un brinco eléctrico entre las terminales de la muestra bajo prueba, conectadas a guarda y tierra. Tal situación podría causar arqueo indeseable en el conmutador del generador del instrumento.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

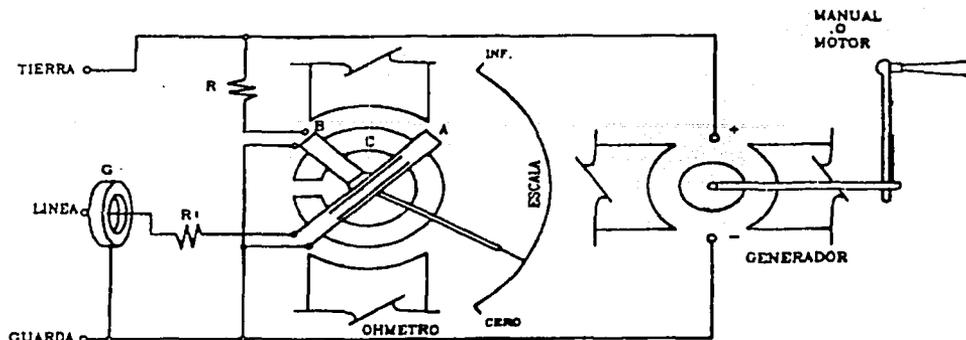


FIGURA 2.3 DIAGRAMA ELEMENTAL DEL MEGGER

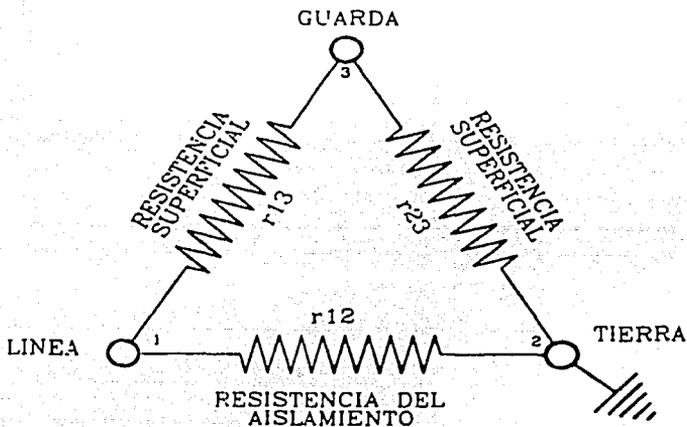


FIGURA 2.4

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

6.3.3 PRUEBA DE FACTOR DE POTENCIA A LOS AISLAMIENTOS.

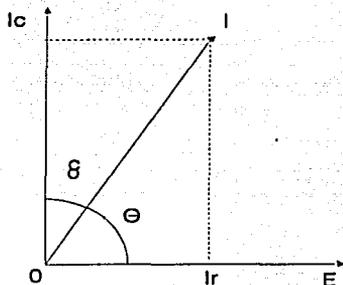
6.3.3.1 TEORÍA GENERAL.

Una de las aplicaciones de esta prueba es la de conocer el estado de los aislamientos, se basa en la comparación de un dieléctrico con un condensador, en donde el conductor energizado se puede considerar una placa y la carcasa o tierra del equipo como la otra placa del capacitor.

El equipo de prueba de aislamiento F.P. mide la corriente de carga y watts de pérdida, en donde el factor de potencia, capacitancia y resistencia de corriente alterna pueden ser fácilmente calculados para un voltaje de prueba dado.

El Factor de Potencia de un aislamiento es una cantidad adimensional normalmente expresada en por ciento, que se obtiene de la resultante formada por la corriente de carga y la corriente de pérdidas que toma el aislamiento al aplicarle un voltaje determinado, es en si, una característica propia del aislamiento al ser sometido a campos eléctricos.

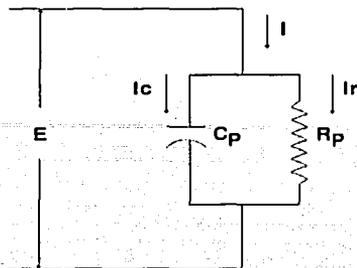
Debido a la situación de no ser aislantes perfectos, además de una corriente de carga puramente capacitiva, siempre los atraviesa una corriente que está en fase con el voltaje aplicado (I_r), a esta corriente se le denomina de pérdidas dieléctricas, en estas condiciones el comportamiento de los dieléctricos queda representado por el siguiente diagrama vectorial.



- I_r = Corriente de pérdidas.
- I_c = Corriente de carga capacitiva.
- I = Corriente resultante de I_c más I_r .
- E = Voltaje aplicado.
- C_p = Capacitancia del aislamiento del espécimen.
- R_p = Resistencia del aislamiento del espécimen.

Figura 2.5. Diagrama vectorial que muestra el comportamiento de un aislamiento al aplicarle un voltaje dado.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR



$$\text{WATTS} = E \times I \times \text{COSENO } \theta$$

$$\text{FACTOR DE POTENCIA} = \text{COSENO } \theta = \frac{\text{WATTS}}{E \cdot I}$$

Figura 2.6. Circuito simplificado equivalente de un dieléctrico.

Para aislamientos con bajo Factor de Potencia, (I_c) e (I) son substancialmente de la misma magnitud y la corriente de pérdidas (I_r) muy pequeña, en estas condiciones el ángulo θ es muy pequeño y el Factor de Potencia estará dado entonces por:

$$\text{FP} = \text{COS } \theta = \text{SEN } \delta \quad \text{y prácticamente} = \text{TAN } \delta$$

De lo anterior se desprende que el Factor de Potencia siempre será la relación de los Watts de pérdidas (I_r), entre la carga en Volts- Amperes del dieléctrico bajo prueba (I).

El método de medida del equipo de prueba, se fundamenta, en un circuito puente de resistencias y capacitores.

Con el conocimiento de los valores de la corriente de carga, el voltaje de prueba y la frecuencia, la capacitancia del aislamiento puede ser determinada de la siguiente manera.

$$X_c = V / I$$

$$C = 1 / \omega \cdot X_c$$

La capacitancia de aislamientos secos no es afectada apreciablemente por la temperatura; sin embargo en los casos de aislamientos húmedos o contaminados, esta tiende a incrementarse con la temperatura.

Tomando en consideración que la reactancia de los aislamientos es predominantemente capacitiva y las pérdidas eléctricas reducidas, la magnitud de la corriente de carga puede calcularse por:

$$I = V \cdot \omega \cdot C \quad \text{ó} \quad VA = V^2 \cdot \omega \cdot C$$

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

Donde:

I = Magnitud de la corriente de carga

V = Potencial aplicado

w = frecuencia angular ($2\pi f$)

C = Capacitancia

De las fórmulas anteriores puede determinarse la máxima capacitancia que un equipo de prueba puede aceptar para obtener mediciones confiables. Por ejemplo:

La máxima capacitancia que un equipo de prueba para 10 KV, puede medir por 15 minutos de prueba, sería:

$$C = I/w \times V = (0.200 \times 10^{12}) / (377 \times 10^4) = 53,000 \text{ picofaradios}$$

Y en forma continua:

$$C = I/w \times V = (0.100 \times 10^{12}) / (377 \times 10^4) = 26,500 \text{ picofaradios}$$

Las boquillas para Transformadores, Interruptores, etc. usualmente tienen capacitancias considerablemente menores que los valores calculados anteriormente.

Los cables de potencia de gran longitud, pueden tener una capacitancia que excedan a los 26,500 picofaradios del medidor, se recomienda hacer el cálculo previo del valor de la capacitancia del cable de que se trate, para poder efectuar la prueba de factor potencia.

En equipos con capacitancias mayores que los valores límites calculados para el medidor de 10 KV, deben ser probados a voltajes menores.

El diagrama simplificado de la Fig. 2.7 nos muestra en una forma muy general la operación del equipo.

De la fuente de alimentación se toma el autotransformador que alimenta a través del switch de reversa cambiando la polaridad al transformador de alto voltaje con lo cual se elimina la interferencia causada por el campo eléctrico de otros equipos energizados.

La alimentación al circuito amplificador puede ser switchheada a las posiciones A, B, C.

En la posición "A" el medidor es ajustado a escala plena por medio del control.

En la posición "B" el medidor registra el voltaje a través de RB el cual es función de la corriente total IT y la lectura que se tiene son miliamperes.

En la posición "C" la entrada al circuito amplificador consiste de ambos voltajes, el voltaje a través de la resistencia RB y el voltaje r, ambos voltajes están en oposición y pueden ser balanceados por el ajuste de R.

No es posible un balance completo, el voltaje a través de RB incluye ambas componentes, en fase (IR) y la componente en cuadratura (IC); mientras en el circuito de referencia el voltaje a través de r está en cuadratura, y se puede variar su valor, por lo tanto se tiene un balance parcial o una lectura mínima la cual es proporcional al voltaje a través de RB, resultando la corriente en fase (IR).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

El producto de la mínima lectura y el multiplicador de watts es igual a los watts de pérdida disipados en el espécimen bajo prueba.

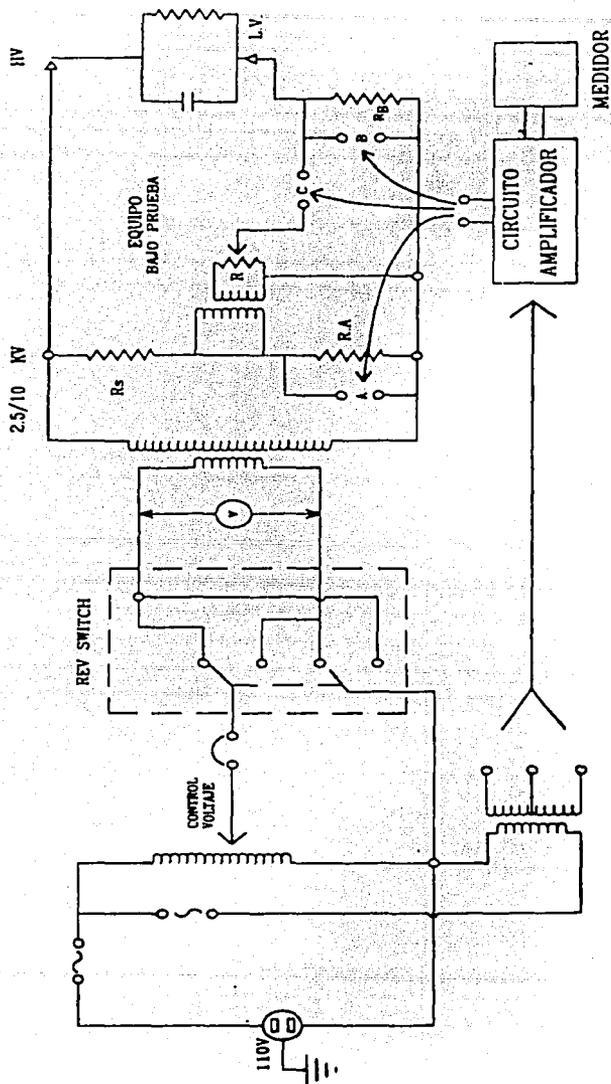


FIG. 2.7 CIRCUITO SIMPLIFICADO DE EQUIPO FP.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

6.3.3.2 OPCIONES DE PRUEBA CON EL EQUIPO F.P.

a).- **ESPECIMEN ATERRIZADO.**- Se prueba en GST (Ground Specimen Test). Cuando el control de LV se coloca en posición GROUND (Figura 2.9(a)), el cable LV es conectado a potencial de tierra. De esta forma el cable LV puede ser utilizado para aterrizar el espécimen bajo prueba. Es también posible aterrizar el espécimen, utilizando la terminal de tierra del cable de alto voltaje (HV), del cual se muestra un detalle en la figura 2.8. Otra forma es aterrizar directamente a tierra.

b).- **ESPECIMEN GUARDADO.**- Se prueba en GST-GUARD. Cuando el control del LV se coloca en posición GUARD (Figura 2.9(b)), el cable LV es conectado a guarda del equipo de prueba, haciendo una comparación entre las figuras 2.9(a) y 2.9(b) se puede observar esta diferencia entre ambos circuitos de medición entre las terminales de alto voltaje y tierra. La simple diferencia entre las dos figuras es la posición de la conexión del cable LV con respecto al medidor de MVA y MW. La conexión a guarda también puede ser posible si se utiliza la terminal de guarda del cable HV.

c).- **ESPECIMEN NO ATERRIZADO.**- Se prueba en UST (Ungrounded Specimen Test). Cuando el control de LV se coloca en posición UST (Figura 2.9(c)), solamente la medición de MVA y MW se efectúa a través del cable LV. Se puede observar como el punto de conexión de guarda y tierra son comunes, de este modo la medición de MVA y MW no es realizada a través de tierra.

CONCLUSIONES:

Primera: Si se utiliza el método GST, lo que no se quiera medir se conecta a guarda.

Segunda: Si se utiliza el método UST, lo que no se quiera medir se conecta a tierra.

6.3.3.3 FACTORES QUE AFECTAN LA PRUEBA.

Entre los factores que afectan la prueba y tienden a aumentar el valor de factor de potencia de los aislamientos de una manera notable son: la suciedad, la humedad relativa, la temperatura y la inducción electromagnética.

6.3.3.4 MÉTODO DE MEDICIÓN.

La prueba consiste en aplicar un potencial determinado al aislamiento que se desea probar, medir la potencia en Watts que se disipa a través de él y medir la carga del mismo en Volts-Amperes. El Factor de Potencia se calcula dividiendo los Watts entre los Volt-Amperes y el resultado se multiplica por 100.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

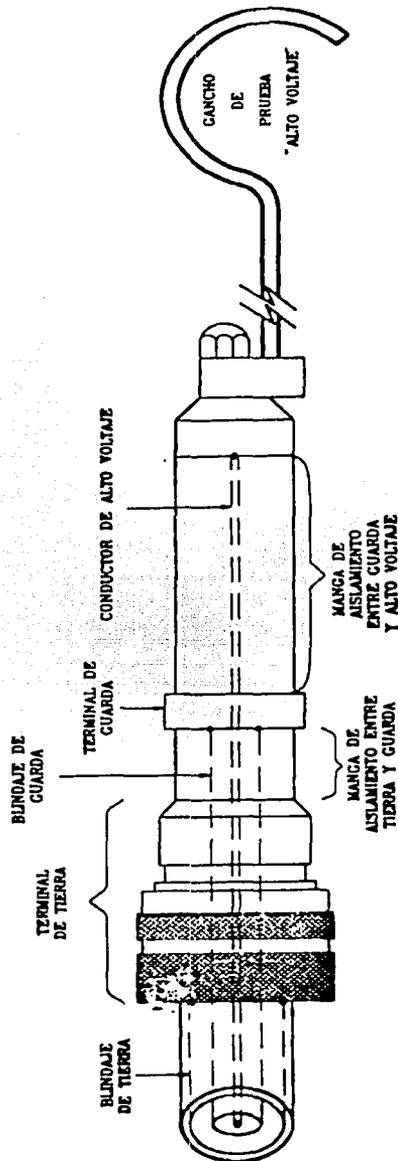


FIG. 2.8 TERMINAL DE ALTO VOLTAJE

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

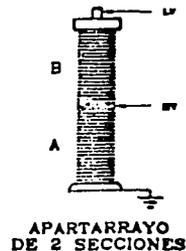
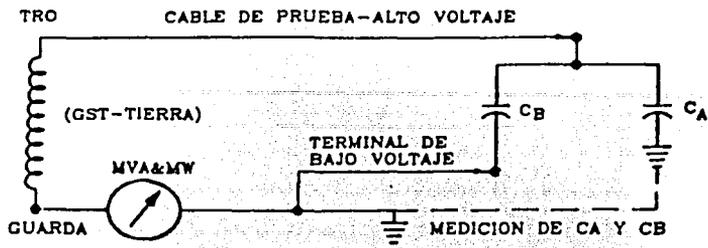


Fig. 2.9a POSICION DEL CABLE DE BAJO VOLTAJE-TIERRA

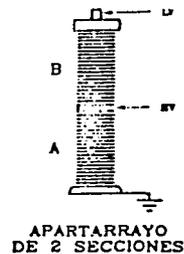
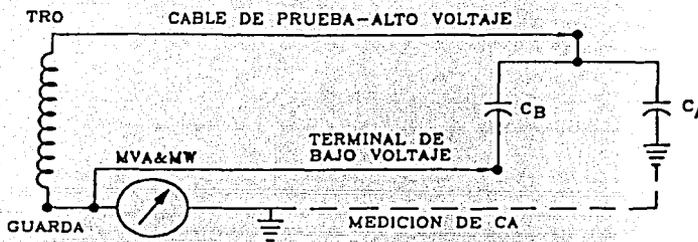


Fig. 2.9b POSICION DEL CABLE DE BAJO VOLTAJE-GUARDA

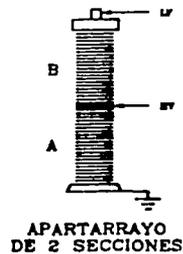
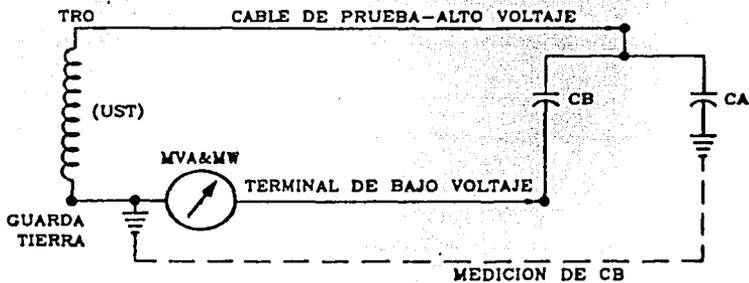


Fig. 2.9c POSICION DEL CABLE DE BAJO VOLTAJE-UST

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

6.3.3.5 CONSIDERACIONES.

Para la interpretación de resultados de prueba, es necesario el conocimiento de valores básicos de Factor de Potencia de materiales aislantes.

Como referencia, se presentan valores de Factor de Potencia y constantes dieléctricas de algunos materiales.

<u>MATERIAL</u>	<u>%FP</u> <u>A 20°C</u>	<u>CONST.</u> <u>DIELEC.</u>
Aire	0.0	1.0
Aceite	0.1	2.1
Papel	0.5	2.0
Porcelana	2.0	7.0
Húle	4.0	3.6
Barniz Cambray	4.0-8.0	4.5
Agua	100.0	81.0

A continuación se indican también ciertos valores de Factor de Potencia de aislamiento de algunos equipos, que se han obtenido en diversas pruebas realizadas.

<u>EQUIPO</u>	<u>%F.P. a</u> <u>20°C</u>
Boquillas tipo condensador en aceite	0.5
Boquillas en compound	2.0
Transformadores en aceite	1.0
Transformadores nuevos en aceite	0.5
Cables con aislamiento de papel	0.3
Cables con aislamiento de barniz cambray	4.0-5.0
Cables con aislamiento de hule	4.0-5.0

El principio fundamental de las pruebas es la detección de algunos cambios de la característica del aislamiento, producidos por envejecimiento y contaminación del mismo, como resultado del tiempo y condiciones de operación del equipo y los producidos por el efecto corona.

6.3.3.6 INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN PARA MEDIDORES DE FACTOR DE POTENCIA.

Las marcas de equipo de prueba que comúnmente se utilizan para medir el factor de potencia de los aislamientos, son: James G. Biddle, Nansen y Doble Engineering.

En este trabajo se describen los medidores de Factor de Potencia que en mayor número de unidades, posee Comisión Federal de Electricidad (Doble Engineering). En el punto 2.3.3.9 se mencionan las instrucciones de comprobación en campo, para el equipo de la DOBLE. Para otras marcas consultar los instructivos correspondientes.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

Una de las aplicaciones de este equipo es la prueba mediante la cual se puede conocer el estado de los aislamientos. La teoría de esta prueba se basa en la comparación de un dieléctrico con un condensador en donde el conductor energizado se puede considerar una placa y la carcasa o tierra del equipo como la otra placa del capacitor.

El equipo de prueba de aislamiento F.P. mide la corriente de carga y watts de pérdida en donde el factor de potencia, capacitancia y resistencia de corriente alterna pueden ser fácilmente calculados para un voltaje de prueba dado.

6.3.3.7 EL MEDIDOR MODELO MEU-2500 MARCA DOBLE ENGINEERING.

En la fig. 2.10 se muestra la carátula de este medidor, misma que incluye los controles indicados en los incisos siguientes:

a) Coloque el medidor de Factor de Potencia sobre una base firme y nivelada, en seguida conecte al medidor sus cables: tierra, HV y LV, cerciorese que el control de voltaje se encuentre en posición cero. Inserte el cable de alimentación de corriente alterna y el cable de extensión de seguridad manual.

b) Conecte el cable de alto voltaje (HV) a la terminal del equipo bajo prueba.

c) Conectar también la terminal de bajo voltaje (LV). El switch selector (LV) se selecciona según la posición deseada (GROUND, GUARD o UST). Si la terminal de bajo voltaje (LV) no se va a usar, el switch (LV) se selecciona en GROUND.

d) Coloque el selector de MVA y MW en su posición central (Check) y el selector de rango en su posición superior (HIGH).

e) Seleccione el máximo multiplicador de MVA y MW (2000).

f) Accione el interruptor de encendido a la posición ON.

g) El interruptor inversor (REV. SWITCH) se coloca en cualquiera de las dos posiciones (izquierda o derecha). La posición central es desconectado (OFF).

h) Cierre el interruptor de seguridad del operador y el interruptor de extensión, con esto se cierra un relevador del equipo, la lámpara indicadora verde se apaga y enciende la lámpara roja. Si esto no sucede, invierta el enchufe de la alimentación de 127 volts, o bien, verifique el correcto aterrizamiento del equipo de prueba.

i) Incremente lentamente el voltaje, girando hacia la derecha la perilla de control de voltaje hasta que el voltmetro indique 2.5 KV. Si durante el ajuste del voltaje, el indicador del medidor tiende a sobrepasar su escala, ajústelo girando hacia la izquierda la perilla (METER ADJ.) de modo que la aguja se mantenga dentro del rango.

Si el interruptor termomagnético se abre antes de alcanzar 1.25 KV, el espécimen se deberá probar abajo de ese rango. Si el interruptor termomagnético se abre entre 1.25 y 2.5 KV, se tendrá que probar un poco abajo y para esto se deben seguir los pasos indicados en "medición abajo de 2.5 KV".

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

- j) Cuando se alcance el voltaje de prueba de 2.5 KV., ajuste el medidor de MVA y MW en 100, girando la perilla de ajuste (METER ADJ.)
- k) Cambie el selector de la posición Check a la posición MVA y seleccione el multiplicador de rango (RANGE) a la posición en la cual se produce la mayor deflexión sobre la escala.
- l) Seleccione el multiplicador de MVA que produzca la mayor deflexión sobre la escala y registre la lectura en el formato. En caso de no poder tomar la lectura, cambie de rango, para esto, coloque el selector en la posición check, y la perilla multiplicadora en su máximo valor, y repita el procedimiento registre la lectura en el formato y anote el multiplicador. La lectura debe ser verificada para ambas posiciones de (REV. SWITCH), si existe alguna diferencia entre estas dos lecturas consulte las instrucciones sobre interferencia electrostática al final de esta sección.
- m) Cambie el interruptor selector a la posición derecha para la medición de MW, no se deberá mover el rango de la escala (High, Med. o Low) que se utilizó para obtener los MVA. El multiplicador de escala propia si se podrá variar. Gire la perilla de ajuste (MW ADJ) hasta que la lectura mínima sea obtenida, seleccione el multiplicador de MW menor que produzca la mayor deflexión medible en la escala. Cada vez que el multiplicador sea reducido, la lectura de los MW deberán de ser ajustados a la mínima deflexión de la aguja, con la perilla (MW ADJ.)
- n) Registre la lectura de MW y su multiplicador en el formato de prueba.
- o) Anote el valor de la capacitancia obtenida en el ajuste de miliwatts (MW ADJ).
- p) Coloque los controles en su posición inicial: el interruptor selector en (Check), el control de voltaje en cero, los interruptores de seguridad y de encendido abiertos; antes de dar la señal de que los cables de conexión pueden ser retirados.
- q) Los interruptores de MVA y MW y RANGE pueden ser colocados en su posición superior, o pueden dejarse en su posición actual cuando se va a efectuar otra prueba similar.

INTERFERENCIA ELECTROSTÁTICA.- Cuando se aplica la prueba a equipos expuestos a Interferencia Electrostática por su cercanía a líneas de alta tensión, es necesario hacer dos lecturas de MVA, una para cada posición del REV. SWITCH y calcular su promedio para obtener la lectura final la cual será registrada en la hoja de reporte. Ambas lecturas deben ser leídas con el mismo rango multiplicador para evitar errores de escala.

Para el registro de MW, también deben ser tomadas dos lecturas, una para cada posición de REV. SWITCH. Cuando se cambie a la segunda posición, reajuste la perilla MW ADJ para obtener la mínima deflexión del medidor, ambas lecturas deben ser leídas con el mismo rango multiplicador para evitar errores de escala.

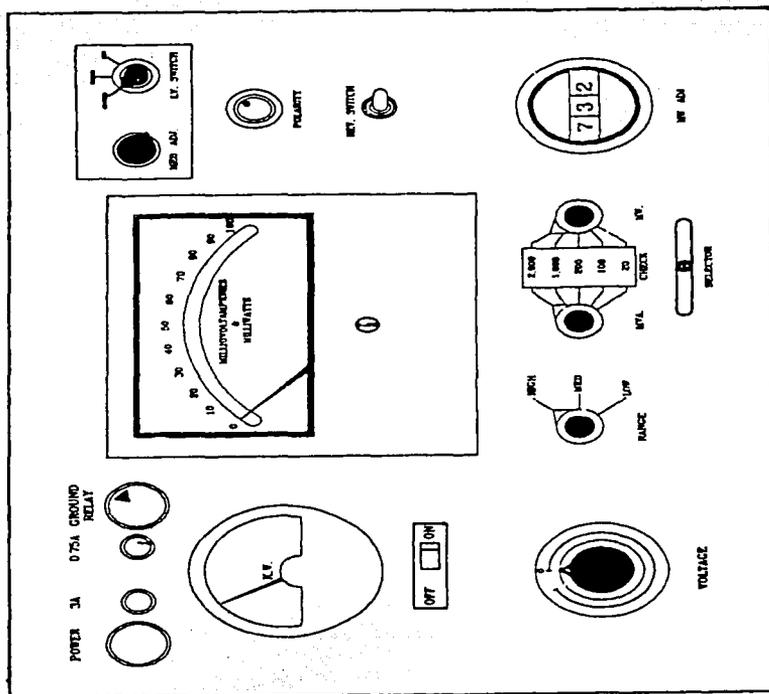
Es posible que algunas de estas lecturas sea negativa por lo que es recomendable determinar su polaridad. Para ello, gire lentamente la perilla POLARITY mientras el medidor esté indicando MW hasta que la aguja comience a moverse. Si la aguja se mueve hacia abajo de la escala la lectura es positiva, si lo hace hacia arriba la lectura es negativa. Solamente el movimiento inicial de la aguja tiene relación con el signo.

El promedio de MW de ambas lecturas debe ser registrado como lectura final en la hoja de reporte. Cuando ambas lecturas son del mismo signo, el promedio se obtiene sumando las

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

lecturas y dividiendo entre dos el resultado. Si las lecturas son de signo diferente se restan y el resultado se divide entre dos.



EQUIPO DE PRUEBA-MEU 2500 VOLTS.
FACTOR DE POTENCIA
PANEL DE LA UNIDAD DE MEDICION Y TRANSFORMADOR.
FIG. 2.10

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPACITANCIA DE LA PRUEBA.- El potenciómetro de MW ADJ. en el medidor MEU 2.5 KV está equipado para obtener la Capacitancia del equipo bajo prueba (dicha lectura se obtiene en tres dígitos y no existen valores decimales) la lectura se da directamente en picofaradios (pf) cuando se multiplican por 1, 10 ó 100 dependiendo del rango: LOW, MED o HIGH, respectivamente. Esta lectura se obtiene cada vez que se miden los miliwatts. La Capacitancia se debe considerar para analizar de otra manera el aislamiento.

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

CÁLCULO DE LA CAPACITANCIA.- Cuando el espécimen bajo prueba tiene un factor de potencia menor a 15% se puede obtener una capacitancia aproximada utilizando las siguientes fórmulas:

$$\text{Capacitancia (PF)} = 0.425 \text{ (MVA).}$$

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA:

$$R = E^2/Watts \quad R = 6250/\text{miliwatts}$$

R = Resistencia en megohms.

E = Voltaje en volts E = 2 500 volts

W = Pérdidas en watts

CÁLCULO DE FACTOR DE POTENCIA:

$$\text{F.P.} = \frac{\text{MW}}{\text{MVA}} \quad \% \text{ de F.P.} = \frac{\text{MW}}{\text{MVA}} \times 100$$

PRUEBAS A VOLTAJES MENORES DE 2.5 KV.- A veces se requiere realizar pruebas a voltajes menores de 2.5 kV, puede ser por requerimiento del equipo bajo prueba o porque la capacitancia del aislamiento es muy alta.

Si se requiere probar con un voltaje que varíe entre 500 y abajo de 2500 volts se tendrán que seguir los siguientes pasos:

- Energizar el espécimen con el voltaje deseado.
- Ajustar la aguja indicadora de MVA y MW hasta máxima escala (100 DIVISIONES). Esto realizarlo en posición neutral.
- Realizar la prueba de forma tradicional.

CONVERSIÓN DE VALORES DE MILIVOLTAMPERES Y MILIWATTS OBTENIDOS A MENOR VOLTAJE, A SUS EQUIVALENTES A 2.5 KV

B = Valor obtenido (MVA o MW) a un voltaje diferente de 2.5 KV.

A = Valor a calcular de MVA o MW equivalente a 2.5 KV.

C = Voltaje (KV) de prueba, diferente a 2.5 kV.

$$A = B (C / 2.5)^2$$

Estos valores se aplican en la fórmula:

$$\% \text{ F.P.} = (\text{MW} / \text{MVA}) \times 100$$

Conversión de milivoltamperes a miliamperes

$$\text{MILIAMPERES} = \frac{\text{MILIVOLTAMPERES}}{\text{VOLTAJE DE PRUEBA EN VOLTS}}$$

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

6.3.3.8 MEDIDOR MODELO M2H-10 MARCA DOBLE ENGINEERING.

En las figuras 2.11 y 2.12, se muestran las carátulas de este medidor, mismas que incluyen los controles indicados en los incisos siguientes:

a) Coloque el medidor de Factor de Potencia sobre una base firme y nivelada, enseguida conecte al medidor sus cables: tierra, HV, LV (roja y azul), alimentación de C.A. y cable de extensión con interruptor de seguridad.

b) Conecte el cable de alto voltaje (HV) a la terminal del equipo bajo prueba.

c) Conectar también la terminal de bajo voltaje (LV). El switch selector (LV) se selecciona según la posición deseada (GROUND, GUARD o UST). Si la terminal de bajo voltaje (LV) no se va a usar, el switch (LV) se selecciona en GROUND.

Es importante mencionar que este equipo cuenta con 2 cables de bajo voltaje (LV) rojo y azul, las posiciones con que se cuenta son las mostradas en la figura 2.13.

d) Ajuste el control de voltaje en cero y posicione el interruptor (REV. SWITCH) en cualquiera de sus posiciones izquierda o derecha. La posición central es apagado (OFF).

e) Coloque el selector de Watts y MA en su posición central (Check).

f) Seleccione los multiplicadores máximos de MA y Watts.

g) El interruptor ICC debe ser colocado en OFF.

h) Accione el interruptor principal a la posición ON.

i) Energice el medidor cerrando los interruptores, local del operador (la lámpara ámbar enciende) y el interruptor de seguridad del cable de extensión (la lámpara roja enciende). Si esto no sucede, invierta el enchufe de la alimentación de 127 volts, o bien, verifique el correcto aterrizamiento del equipo de prueba.

j) Observe el indicador de KV., y gire lentamente el control de voltaje hasta obtener 10 KV, éste es el voltaje aplicado al equipo bajo prueba. Si durante la aplicación de voltaje, el indicador del medidor tiende a sobrepasar su escala, ajústelo girando hacia la izquierda la perilla METER ADJ de modo que la aguja se mantenga dentro del rango.

Si el interruptor se dispara antes de 2.0 KV, probablemente la capacitancia del equipo bajo prueba es mayor al rango del medidor.

Si el disparo ocurre entre 2.0 y 10.0 KV, la prueba debe hacerse a un voltaje menor a 10.0 KV.

k) Con el selector en la posición Check ajuste a su máxima escala el medidor con la perilla METER ADJ.

l) Coloque el selector hacia el lado izquierdo para la medición de MA.

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

m) Seleccione el multiplicador de MA que produzca la mayor deflexión del medidor y anote la lectura.

n) Tome la lectura para la otra posición de reversa con el mismo multiplicador. Registre el promedio de las lecturas, el multiplicador y su producto, en la hoja de reporte.

NOTA: Ambos valores de corriente deben ser aproximados usando el mismo multiplicador. Si no es así, significa que existe excesiva interferencia electrostática. Para que no intervenga en la prueba seguir las instrucciones correspondientes en el instructivo del medidor.

ñ) Para la medición de Watts, debe mantenerse el mismo multiplicador que se usó para la medición de MA.

o) Coloque el selector en la posición de la derecha para la medición de Watts.

p) Gire la perilla WATTS ADJUST, de tal manera que se mueva la aguja del medidor hacia la izquierda, hasta obtener la mínima deflexión de la aguja en la escala.

q) Seleccione el multiplicador de Watts que produzca la máxima deflexión medible en la escala. Cada vez que el multiplicador sea reducido, los Watts deberán de ser ajustados a la mínima deflexión de la aguja, con la perilla WATTS ADJUST.

r) Gire lentamente hacia la derecha el control POLARITY, mientras se observa la aguja del medidor. Si la aguja tiende a desviarse hacia la derecha, indica Watts negativos. Si lo hace hacia la izquierda indica que son positivos.

En equipos de reciente fabricación, no se cuenta con perilla de polaridad, para obtener el signo de la lectura se obtiene directamente de una carátula de burbuja.

s) Cambie el switch de reversa a la posición opuesta y reajuste el control WATTS ADJUST para obtener la lectura mínima.

t) Determine la polaridad según el punto r).

u) Cuando el signo de las dos lecturas sea diferente restarlas y el resultado divídale entre dos. Registre el promedio, así como el multiplicador en la hoja de reporte correspondiente.

Cuando las dos lecturas sean del mismo signo deberán sumarse y obtener el promedio.

NOTA: Las dos lecturas de Watts deben ser tomadas con el mismo multiplicador y su promedio algebraico normalmente será positivo. Si esto no se cumple, puede significar que existe excesiva interferencia electrostática.

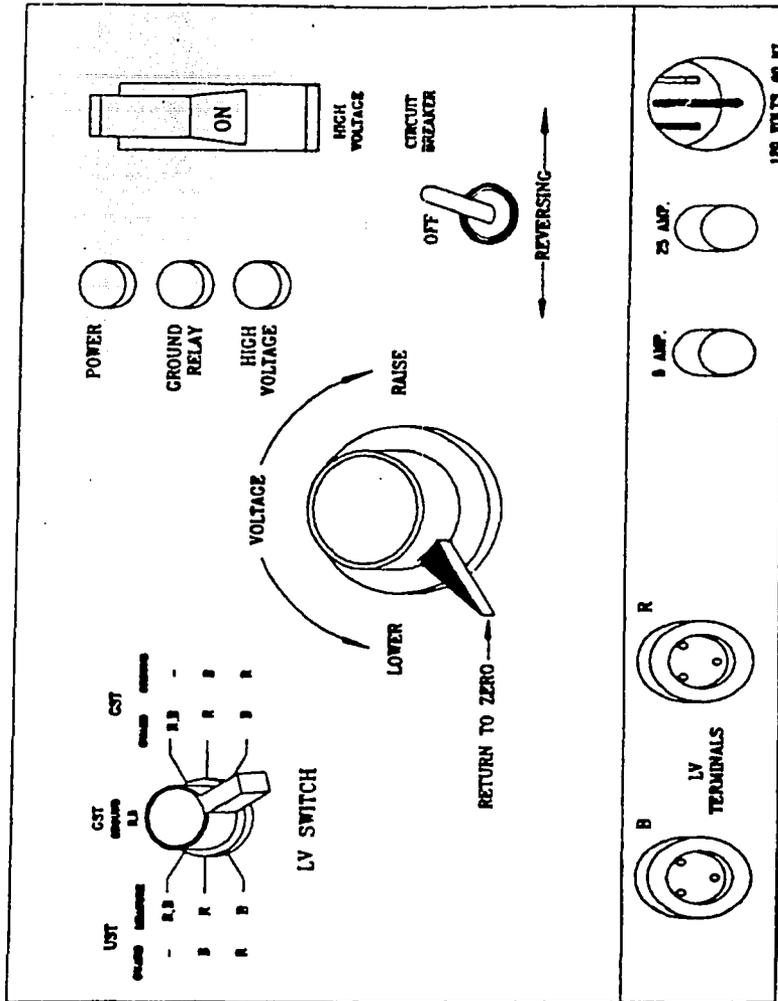
v) Coloque el selector en Check y el control de voltaje en cero.

w) Coloque los multiplicadores en su posición máxima. Si se va a probar algún equipo similar, deje los multiplicadores como están.

x) Los interruptores del operador local y remoto con extensión deberán de abrirse, lo mismo que el interruptor principal.

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR



EQUIPO DE PRUEBA-M2H. 10,000 VOLTS FACTOR DE POTENCIA

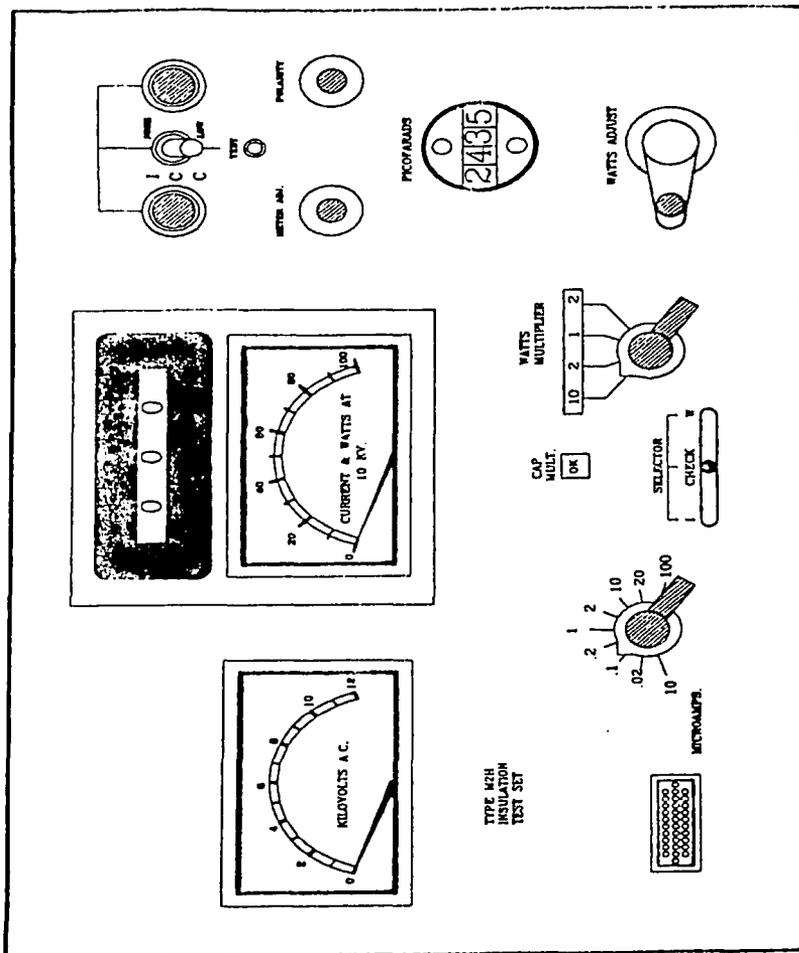
PANEL DE LA UNIDAD DEL TRANSFORMADOR

FIG. 2.11

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACION: FLORES MAGÓN BCO.1
 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

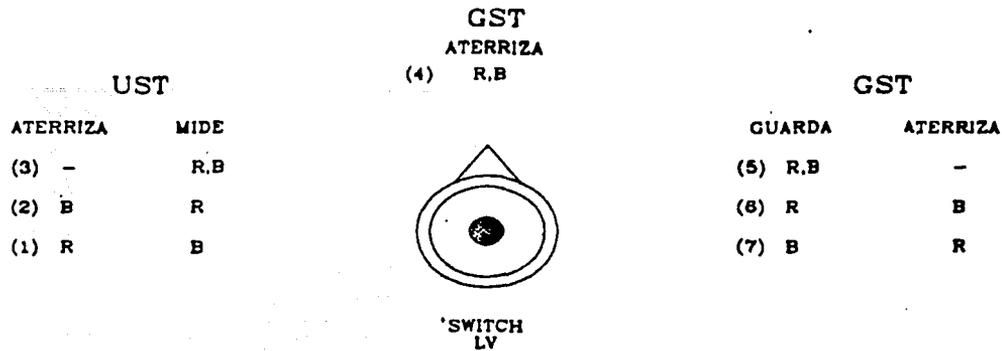


**EQUIPO DE PRUEBA-M2H. 10,000 VOLTS
 FACTOR DE POTENCIA
 PANEL DE LA UNIDAD DE MEDICION
 FIG. 2.12**

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR



R - ROJO

B - AZUL

POSICION	LV _R CONECTA	LV _B CONECTA
1	ATERRIZA	UST
2	UST	ATERRIZA
3	UST	UST
4	ATERRIZA	ATERRIZA
5	GUARDA	GUARDA
6	GUARDA	ATERRIZA
7	ATERRIZA	GUARDA

Fig. 2.13 SELECTOR DE POSICIONES DE LOS CABLES DE BAJA TENSION (LV) - DEL EQUIPO M2H

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

INTERFERENCIA ELECTROSTÁTICA.- Cuando se aplica la prueba a equipos expuestos a Interferencia Electrostática por su cercanía a líneas de alta tensión, es necesario hacer dos lecturas de MVA, una para cada posición del REV. SWITCH y calcular su promedio para obtener la lectura final la cual será registrada en la hoja de reporte. Ambas lecturas deben ser leídas con el mismo rango multiplicador para evitar errores de escala.

Para el registro de MW, también deben ser tomadas dos lecturas, una para cada posición de REV. SWITCH. Cuando se cambie a la segunda posición, reajuste la perilla MW ADJ para obtener la mínima deflexión del medidor, ambas lecturas deben ser leídas con el mismo rango multiplicador para evitar errores de escala.

Es posible que algunas de estas lecturas sean negativas por lo que es recomendable determinar su polaridad. Para ello, gire lentamente la perilla POLARITY mientras el medidor esté indicando MW hasta que la aguja comience a moverse. Si la aguja se mueve hacia abajo de la escala, la lectura es positiva; si lo hace hacia arriba, la lectura es negativa. Solamente el movimiento inicial de la aguja tiene relación con el signo.

El promedio de watts de ambas lecturas debe ser registrado como lectura final en la hoja de reporte. Cuando ambas lecturas son del mismo signo, el promedio se obtiene sumando las lecturas y dividiendo entre dos el resultado. Si las lecturas son de signo diferente se restan y el resultado se divide entre dos.

Es importante señalar que este equipo cuenta, con un circuito de cancelación de interferencia electrostática (I.C.C.); para su verificación y aplicación referirse al punto 2.3.3.9 inciso 3.

MEDICIÓN DE LA CAPACITANCIA.- El potenciómetro de ajuste de watts (WATTS ADJ) en el M2H, está equipado con un indicador calibrado para obtener las lecturas de capacitancia. Dicha lectura se obtiene en cuatro dígitos (000.0). El indicador lee directamente en picofaradios (PF) y esta se debe de afectar por el respectivo multiplicador de capacitancia.

Normalmente cada vez que se ajustan los watts se deben registrar lecturas de capacitancia. Para dos lecturas de diferente polaridad se debe obtener el promedio algebraico y este multiplicarlo por su rango.

CÁLCULO DE LA CAPACITANCIA.- Cuando el espécimen bajo prueba tiene un factor de potencia menor a 15% se puede obtener una capacitancia aproximada utilizando las siguientes fórmulas:

$$\text{Capacitancia (PF)} = 265 \times \text{miliamperes.}$$

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA:

$$R = E^2/\text{watts} \quad R \text{ (megohms)} = 100/\text{watts}$$

R = Resistencia en ohms
E = Voltaje en volts
W = Pérdidas en watts E = 10,000 Volts

CÁLCULO DEL FACTOR DE POTENCIA:

$$\text{Factor de potencia} = \frac{\text{Watts}}{\text{voltaje de prueba} \times \text{corriente total}}$$

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

$$\text{Factor de potencia} = \frac{\text{Watts}}{E \times It}$$

$$\% \text{ Factor de potencia} = \frac{\text{Watts} \times 100}{E \times It}$$

Si el voltaje de prueba son 10 KV y la corriente se obtiene en miliamperes.

$$\% \text{ F.P.} = \frac{\text{Watts} \times 100}{10,000 \times \text{miliamperes}} \times 1000$$

$$\% \text{ F.P.} = \frac{\text{Watts} \times 10}{\text{mA}}$$

$$\% \text{ F.P.} = \frac{\text{Watts} \times 10}{\text{microamperes}} = \frac{\text{Watts} \times 10,000}{\text{microamperes}}$$

PRUEBAS A VOLTAJES MENORES DE 10 KV Y MAYORES DE 2 KV.- A veces se requiere realizar pruebas a voltajes menores a 10 kV, puede ser por requerimiento del equipo bajo prueba o porque la capacitancia del aislamiento es muy alta.

Si se requiere probar con un voltaje que varíe entre 2 y abajo de 10 kV, se tendrán que seguir los siguientes pasos:

- Energizar el espécimen con el voltaje deseado.
- Ajustar la aguja indicadora de miliamperes y watts hasta máxima escala (100 Divisiones). Esto realizarlo en posición neutral.
- Realizar la prueba y mediciones de forma tradicional.

PRUEBAS A VOLTAJES MENORES DE 2 KV.- Si se requiere probar con un voltaje menor a 2 kV, se tendrán que seguir los siguientes pasos:

NOTA: Abajo de 2 KV, puede ser que no se logre llevar la aguja hasta las 100 divisiones por tanto:

- Energizar el espécimen a voltaje deseado.
- Ajustar la aguja indicadora de mA y watts hasta la mitad de la escala (50 divisiones). Esto realizarlo en posición neutral.
- Realizar la prueba y mediciones en forma tradicional.

Ejemplo: Medición a media escala (50 divisiones).

$$\text{Lectura de mA} = 42.5 \quad \text{Multiplicador} = 0.1$$

$$\text{mA} = 4.25$$

$$\text{Lectura de Watts} = 12.5 \quad \text{Multiplicador} = 0.02$$

$$\text{Watts} = 0.250$$

$$\text{Corriente} = 42.5 (100/50)0.1 = 8.5 \text{ mA}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

$$\text{Watts} = 12.5(100/50)0.02 = 0.50 \text{ Watts}$$

CONVERSIÓN DE VALORES DE MILIAMPERES Y WATTS OBTENIDOS A MENOR VOLTAJE A SUS EQUIVALENTES A 10 KV.

A = Valor de miliamperes equivalente a 10 kV.

B = Valor obtenido de miliamperes a un voltaje diferente a 10 kV.

C = Valor obtenido de watts a un voltaje diferente a 10 kV.

D = Valor de watts equivalente a 10 kV.

E = Voltaje (kV) de prueba, diferente a 10 kV.

$$A = B (E/10) \quad D = C (E/10)^2$$

Los valores de mA y Watts equivalentes a 10 kV obtenidos de las fórmulas anteriores, se tendrán que aplicar a la forma original para obtener el factor de potencia:

$$\begin{aligned} \% \text{ F.P.} &= \frac{\text{Watts}}{\text{Voltaje de prueba por Corriente}} \times 100 \\ &= \frac{\text{Watts} \times 100}{\text{Voltaje de prueba (volts)} \times \text{corriente (mA)}} \times 1000 \end{aligned}$$

COMPARACIÓN DE LAS LECTURAS TOMADAS CON EL EQUIPO MEU CONTRA EL EQUIPO M2H:

Miliamperes a 10 kV = MVA a 2.5 kV/625

MVA a 2.5 kV = 625(miliamperes a 10 kV)

Watts a 10 kV = MW a 2.5 kV/62.5

MW a 2.5 = 62.5(Watts a 10 kV).

6.3.3.9 COMPROBACIÓN EN CAMPO DE MEDIDORES DE FACTOR DE POTENCIA.

1).- MEDIDOR DE FACTOR DE POTENCIA TIPO MEU-2500.

Muchas de las dificultades encontradas en los cables del medidor son de naturaleza mecánica, identificables fácilmente por inspección visual. Las mediciones de resistencia son útiles para localizar defectos internos que pueden causar variaciones o resultados anormales de las pruebas, por lo que se verifica lo siguiente.

CONTINUIDAD.- La resistencia de cada cable de prueba, medida con un ohmetro de bajo voltaje debe ser inferior a 1 ohm.

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO.- La resistencia de aislamiento de los cables de prueba, medida con un ohmetro de bajo voltaje entre el conductor central y su blindaje debe ser superior a 100 megaohms.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

Si se observa una resistencia de aislamiento baja, revise las condiciones del aislamiento entre el blindaje y el conductor central en el extremo de la mordaza.

La Terminal LV (bajo voltaje) del medidor tipo MEU 2.5 KV es un cable conductor rodeado por un blindaje, con una clavija en un extremo y mordaza en el otro.

NOTA: Para la prueba de resistencia de aislamiento de los cables, estos deben estar desconectados del medidor.

AMPLIFICADOR.- Una indicación de que el amplificador esta funcionando adecuadamente, la da el comportamiento del medidor MVA y MW cuando se conecta el cable de alimentación de 127 volts al medidor. La aguja debe saltar hacia el máximo de la escala y fluctuar antes de bajar a cero, hasta que varios capacitores se hayan cargado.

Las siguientes pruebas son útiles para confirmar que el amplificador esta funcionando correctamente.

GANANCIA.- Con el medidor listo para operar (sin el cable de alto voltaje), determine el mínimo voltaje de prueba, al cual el medidor se puede verificar, esto es: con la perilla de METER ADJ. girada hasta el tope en sentido de las manecillas del reloj y el switch selector en Check, empiece en cero e incremente el voltaje de prueba hasta que el medidor MVA y MW indique la escala completa, ocurriendo esto a 500 volts o menos, si el voltaje mínimo es apreciablemente superior a los 500 volts deben revisarse los bulbos del amplificador y cambiarse si es necesario. Si los bulbos están en buenas condiciones, revise y mida el voltaje de cátodo del condensador de bypass (50 o 100 mfd y 6 volts).

VOLTAJES.- Los voltajes de alimentación del filamento y placa deben medirse en la siguiente forma:

- 1.- Retire el bulbo 12 AU7 del chasis del amplificador.
- 2.- El voltaje medido entre las terminales 4 y 9 (contando en sentido de las manecillas del reloj) del portabulbo es el voltaje de filamento; el voltaje medido entre la terminal 1 y el chasis es el voltaje de alimentación de placa. Los voltajes normales medidos usando un voltmetro de CD de 20,000 ohms/volt deben ser:

Filamento 30 a 40 Volts.

Placa 250 a 260 Volts.

NOTA: Las actividades de revisión de bulbos, medición de voltaje de cátodo del condensador de bypass y los incisos 1 y 2 anteriores, son exclusivas para realizarse en laboratorio o talleres de servicio especializado.

RECTIFICADOR DEL MEDIDOR.- El aumento de la deflexión de la aguja del medidor MVA y MW es lineal con el incremento del potencial de prueba (en la posición Check). Esta linealidad puede ser afectada por un rectificador parcialmente deteriorado. Puede verificarse en la siguiente forma:

Con el switch selector en Check, ajuste el medidor MVA y MW para que marque la escala completa (100) a 2.5 KV, cuando reduzca el voltaje a 2.0, 1.5, 1 y 0.5 KV las lecturas correspondientes del medidor MVA y MW deberán ser 80, 60, 40 y 20 respectivamente.

Cualquier diferencia apreciable (mayor que una división de la escala de estos valores), indica la posibilidad de un rectificador dañado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

RANGOS Y MULTIPLICADORES DE MVA y MW.- El medidor tiene tres rangos, si se obtienen lecturas dudosas en uno de ellos o usando en particular algún multiplicador, estos deben ser verificados utilizando alguno de los otros. Es conveniente en estos casos verificar las resistencias de rango o multiplicadoras de escala.

Las mediciones de las resistencias de rango pueden efectuarse entre la terminal LV y tierra, considerando la resistencia del cable LV.

Las resistencias medidas deben ser las siguientes:

<u>LV SWITCH</u>	<u>RANGER OHMS</u>	
GUARD O UST	HIGH	2.5
GUARD O UST	MED	25.0
GUARD O UST	LOW	250.0

Si las resistencias medidas no corresponden a las posiciones de rango mostradas anteriormente, el problema puede ser debido a que se haya deslizado el disco de bronce ranurado en el eje del switch range.

Las resistencias del multiplicador de escala pueden revisarse por medición directa, un método más sencillo es el siguiente:

- Con el equipo armado (sin el cable de alto voltaje) y el switch selector en Check, ajuste el medidor MVA y MW a que indique la escala completa utilizando el control METER ADJ.
- Gire la perilla MW ADJ. hasta el tope en sentido contrario a las manecillas del reloj, coloque el switch range en la posición LOW, el switch selector en el lado MW y el switch multiplicador MW en 0.2.
- Variando la posición del control MW ADJ. ajuste el medidor MVA y MW a escala completa.
- Gire el switch multiplicador MW a la posición 1, la lectura del medidor MVA y MW debe bajar a 20.
- Si el procedimiento descrito en 3 y 4 se repite para múltiplos MW sucesivamente mas altos, se deben registrar los siguientes resultados.

<u>AJUSTE A ESCALA COMPLETA MULTIPLICADOR DE MW EN:</u>	<u>CAMBIA A:</u>	<u>LECTURA MEDIDOR</u>
0.2	1	20
1	2	50
2	10	20
10	20	50

Si las mediciones se efectúan cuidadosamente y no existe dificultad, las diferencias entre los valores listados y los valores registrados deben ser menores que una división de la escala (debido al error del medidor). Cualquier diferencia apreciable indicará una resistencia defectuosa. Una lectura baja, por ejemplo 18 o menor en lugar de 20 puede ser debida a un rectificador del medidor parcialmente dañado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

TRANSFORMADOR DE ALTO VOLTAJE.- La continuidad de los devanados del Transformador de Alto Voltaje puede probarse utilizando un ohmetro de bajo voltaje. Las mediciones del devanado de alto voltaje pueden hacerse en las terminales de guarda y alto voltaje del cable de prueba. Las mediciones de bajo voltaje pueden efectuarse en sus terminales en la tablilla montada en la pared posterior de la caja del medidor. Las terminales del devanado de bajo voltaje son las dos últimas en el extremo derecho de la tablilla.

La resistencia medida dependerá del tipo de transformador utilizado en el medidor. Los valores normales para los tres tipos posibles son:

<u>TRANSFORMADOR</u> <u>* TIPO No.</u>	<u>DEVANADO DE</u> <u>ALTO VOLTAJE</u> <u>OHMS</u>	<u>DEVANADO DE</u> <u>BAJO VOLTAJE</u> <u>OHMS</u>
7798	2000	1.5
4065	3500	3.0
4065 ^a	3500	3.0

(*) Este número se encuentra en la placa montada en el núcleo.

La resistencia de aislamiento entre devanados debe ser 100 megaohms o mayor cuando se mida con un medidor de bajo voltaje.

CALIBRACIÓN.- La calibración del medidor tipo MEU.2.5 KV puede comprobarse en el campo de varias formas dependiendo de los medios disponibles. La experiencia ha mostrado que una revisión adecuada puede hacerse utilizando la celda de aceite suministrada con el medidor y una o dos resistencias suplementarias con valor del orden de 0.5 y 1.0 megaohms en la siguiente forma:

- Mida MVA y MW a 2.5 KV en una celda de aceite seca y limpia.
- Conecte una resistencia de 0.5 megaohms (1/2 watt o mayor) entre las terminales de alto voltaje de prueba y la celda de aceite. Mida MVA y MW a 2.5 KV.
- Llene la celda con aceite en buenas condiciones, y mida MVA y MW a 2.5 KV.
- Conecte una resistencia de 0.5 megaohms entre las terminales del cable de prueba (HV) y la celda llena de aceite. Mida MVA y MW a 2.5 KV.

Los MVA medidos en los pasos B y D, después de la adición, de la resistencia de 0.5 megaohms no cambian apreciablemente de los medidos en a y c respectivamente.

Los MW, en cambio deben incrementarse en una cantidad aproximadamente igual a $(MVA)^2(R)/6250$, donde R es el valor en megaohms de la resistencia en serie, los valores normales para las mediciones descritas son las siguientes:

- a) a 2.5 KV MVA = 285 MW = 0.5
- b) a 2.5 KV MVA = 290 MW = 7.5

Incremento en MW = 7.0

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

$$(MVA)^2 R / 6250 = (290)^2 (0.555)/6250 = 7.5 \text{ MW.}$$

- c) a 2.5 KV MVA = 610 MW = 1.5
d) a 2.5 KV MVA = 612 MW = 36.0

Incremento en MW = 34.5

$$(MVA)^2 R / 6250 = (612)^2 (0.555)/6250 = 33.2 \text{ MW.}$$

Las pruebas descritas dan puntos de referencia para la calibración a factores de potencia a 0, 2.5 y 5%.

Note que los valores óhmicos de las resistencias utilizadas deben ser conocidas con algún grado de exactitud. Esto no sería necesario si estas mediciones se hicieran cuando el medidor se recibiera nuevo y pudiera suponerse calibrado, los resultados así registrados podrían ser archivados para tenerlos como comparación para verificaciones subsecuentes.

2).- MEDIDOR DE FACTOR DE POTENCIA TIPO M2H.

VERIFICACIÓN DE LOS MULTIPLICADORES DE CORRIENTE Y WATTS.

a).- Con el equipo ensamblado, los cables HV y LV desconectados y el selector en posición Check, incremente el voltaje de prueba hasta 10 KV y ajuste el medidor (METER ADJ.) de corriente y watts hasta máxima escala (100 divisiones).

b).- Accione la perilla de ajuste de la capacitancia en contra de las manecillas del reloj hasta que la lectura indique 000.0, coloque el multiplicador de corriente en 10 microamperes y el multiplicador de watts en 0.002 y la palanca selectora del lado de watts.

c).- Accione el control de ajuste de Watts (WATTS ADJ.), desplazando la aguja indicadora a la máxima escala de corriente y watts (100 divisiones).

d).- Cambie la perilla multiplicadora de rango de Watts a la posición de 0.01. Se tendrá que leer 20 divisiones en la escala de lectura de corriente y watts.

e).- Si el proceso seguido en los pasos c) y d) es repetido sucesivamente para multiplicadores a watts más altos, se deberán obtener las siguientes lecturas:

<u>AJUSTE A ESCALA COMPLETA</u>	<u>SWITCH MULT. WATTS A</u>	<u>LECTURA OBTENIDA</u>
<u>MULTIPLICADOR DE WATTS EN:</u>		
0.002	0.01	20
0.01	0.02	50
0.02	0.1	20

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

Si las mediciones son hechas con cuidado y no existen dificultades, la diferencia entre los valores listados en la tercer columna de la tabla anterior, y aquellos obtenidos, no deberán ser menores en dos divisiones.

NOTA: Esta prueba se puede realizar para los otros multiplicadores de corriente siguiendo los pasos anteriores.

Una vez ejecutada esta prueba realice lo siguiente:

- 1) Vuelva a colocar la lectura de capacitancia en 000.0, los multiplicadores de corriente y watts en 10 microamperes y 0.002 watts respectivamente y accione la palanca selectora hacia la posición de watts.
- 2) accione el control de ajuste de watts (WATTS ADJ), desplazando la aguja indicadora a la máxima escala de corriente y watts (100 Divisiones).
- 3) Gire el multiplicador de corriente hacia los siguientes múltiplos y observe las lecturas de acuerdo a la siguiente tabla:

MULTIPLICADOR DE CORRIENTE	MULTIPLICADOR DE WATTS	LECTURA
10 □ a	.002	100
.02 mA	.01	40
.1 mA	.02	100
.2 mA	.1	40
1 mA	.2	100
2 mA	1	40
10 mA	2	100
20 mA	10	40
100 mA	20	100

Comprobación de la correcta operación del control de capacitancia.

La lectura mostrada deberá ser de 000.0 pF, cuando el potenciómetro de ajuste de watts se haya girado totalmente en contra de las manecillas del reloj.

RECTIFICADOR DEL MEDIDOR.- El aumento de la deflexión de la aguja del medidor MVA y MW es lineal con el incremento del potencial de prueba (en la posición Check). Esta linealidad puede ser afectada por un rectificador parcialmente deteriorado. Puede verificarse en la siguiente forma:

Con el switch selector en Check, ajuste el medidor mA y watts para que marque la escala completa (100) a 10 kV, cuando reduzca el voltaje a 8.0, 6.0 y 2.0 kV las lecturas correspondientes del medidor mA y Watts deberán ser 80, 60, 40 y 20 respectivamente.

Cualquier diferencia apreciable (mayor que una división de la escala de estos valores), indica la posibilidad de un rectificador dañado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

3).- MEDICIONES EFECTUADAS BAJO LA INTERVENCION DE UNA CORRIENTE RESULTANTE DE UNA INTERFERENCIA ELECTROSTATICA ALTA.

El equipo M2H cuenta con un dispositivo capaz de cancelar esta interferencia el ICC (Circuito de cancelación de interferencia).

MEDICIÓN DE LA CORRIENTE POR INTERFERENCIA ELECTROSTÁTICA:

Las corrientes por interferencia causan voltajes que se introducen en el circuito de medición del M2H y esto se produce en dos lugares, el más importante interviene en los resistores de rango que están asociados con el multiplicador de corriente. El segundo lugar es afuera del inductor mutuo asociado con el ajuste de watts. El ICC es capaz de inyectar un voltaje dentro del amplificador de medición, esencialmente un voltaje mínimo de activación introducido en el circuito por donde circula la corriente por interferencia.

En algunas ocasiones cuando la interferencia electrostática es muy grande, nos puede interesar medir esta corriente resultante de la interferencia, la cual circula a través de los resistores de rango.

A continuación se dan los pasos a seguir para su medición:

- 1.- Conecte las puntas de prueba al espécimen.
- 2.- El control del cable de bajo voltaje del M2H colocarlo en la posición que se requiera para llevar a cabo la medición.
- 3.- Eleve el voltaje hasta 10 kV y ajuste la escala a 100 divisiones utilizando el control de ajuste de escala, esto realizarlo en posición neutral.
- 4.- Gire el control de voltaje hasta el cero.
- 5.- Compruebe que el ICC este fuera y el control de reversa este dentro en cualquiera de las dos posiciones.
- 6.- Los controles de seguridad y remotos no oprimidas.
- 7.- Mover el control hacia la posición de corriente y girar el multiplicador de corriente y se observará una alta deflexión de aguja escala arriba en el medidor de corriente y watts. La magnitud de esta corriente será el número de divisiones por el multiplicador y esta es la que está circulando a través de los resistores de rango del M2H.

La corriente resultante de la interferencia electrostática que circula a través de los resistores de rango varía con la posición del control del LV. Por lo tanto hay que repetir la prueba para las otras posiciones del LV que se tengan que utilizar y también esta con otro tipo de conexión.

CUANDO SE DEBE USAR EL CIRCUITO DE CANCELACION DE INTERFERENCIA

Quando la corriente resultante de la interferencia electrostática pase a través del circuito de medición del equipo de prueba y esta resulta ser bastante alta en comparación con la corriente total del espécimen bajo prueba, de este modo puede ser deseable utilizar el ICC.

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

En general el ICC no debe ser usado para condiciones normales de prueba, a menos que se presente los siguientes casos:

1.- Cuando para una de las dos lecturas de los watts, el control de ajuste de watts, llegue al final de su ajuste antes de haber obtenido una mínima lectura.

2.- Cuando una o ambas lecturas de watts no puedan ser obtenidas con la mayor sensibilidad teniendo el más bajo multiplicador, se asume que las pérdidas del espécimen ya en si son relativamente bajas de modo que normalmente si pueden ser registradas con la mayor sensibilidad de multiplicador de watts, en ausencia de la interferencia electrostática.

3.- Cuando las dos lecturas de watts son registradas y una de ellas resulta positiva y la otra negativa y la diferencia absoluta de esas dos magnitudes resulta ser menor de cuatro divisiones.

Para el primero de los casos mencionados anteriormente el ICC se debe utilizar y para el segundo y tercero se debería utilizar cuando la interferencia electrostática es extremadamente alta.

Como beneficio adicional se puede desenergizar todos los cables que se encuentran cercanos a las terminales del equipo bajo prueba y aterrizar todos los objetos cercanos no incluidos en la medición.

PASOS A SEGUIR PARA CHECAR LA CORRECTA OPERACIÓN DEL CIRCUITO DE CANCELACIÓN DE INTERFERENCIA:

1.- Con el ICC en posición OFF, energice el equipo de prueba a 10 kV. Verifique que el cable de alta tensión se encuentre desconectado del equipo de prueba.

2.- Teniendo el control selector en posición neutral, ajuste la aguja indicadora de corriente y watts hasta las 100 divisiones.

3.- Gire el control de voltaje hasta cero volts.

4.- Coloque el control del ICC en posición HIGH.

5.- Mueva el control del selector hacia la posición de corriente y coloque su multiplicador en 0.2 miliamperes.

6.- Oprima el botón blanco (botón de prueba de ICC) la aguja indicadora deberá deflexionarse aproximadamente 50 divisiones (10 miliamperes).

7.- Deje de oprimir el botón de prueba del ICC y coloque el control de este en posición LOW.

8.- Coloque el multiplicador de corriente en 0.1 miliamperes.

9.- Oprima el botón de prueba del ICC, la aguja indicadora deberá indicar aproximadamente 20 divisiones (2.0 miliamperes).

10.- Regrese el control ICC a posición OFF.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

6.3.4 PRUEBA DE CORRIENTE DE EXCITACIÓN.

6.3.4.1 TEORÍA GENERAL.

La medición de la Corriente de Excitación en transformadores, determina la existencia de espiras en corto circuito, desplazamiento de devanados y núcleo, conexiones defectuosas, etc. La Corriente de Excitación de un transformador, es aquella que se obtiene en el devanado primario al aplicar a éste un voltaje, manteniendo el devanado secundario en circuito abierto.

La Corriente de Excitación consta de dos componentes: Una en cuadratura (I_L) y la otra en fase (I_R). La componente en cuadratura corresponde a la corriente reactiva magnetizante del núcleo, mientras la componente en fase incluye pérdidas en el núcleo, cobre y aislamiento.

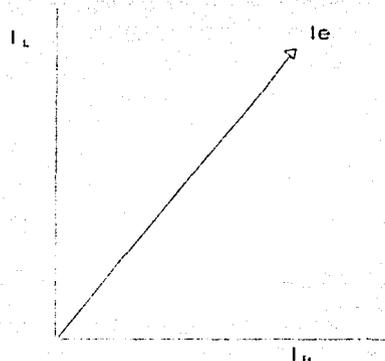


Figura 2.14. Diagrama vectorial de corrientes.

donde:

- I_e .- Corriente de Excitación del devanado del transformador.
- I_L .- Corriente Magnetizante.
- I_R .- Corriente de Pérdidas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La magnitud de la Corriente de Excitación, depende en parte del voltaje aplicado, del número de vueltas en el devanado, de las dimensiones del devanado, de la reluctancia y de otras condiciones tanto geométricas como eléctricas que existen en el transformador.

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

6.3.4.2 FACTORES QUE AFECTAN LA PRUEBA.

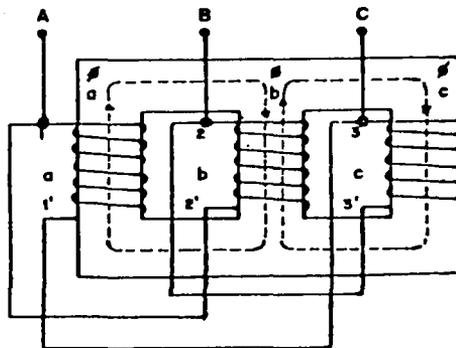
De acuerdo con experiencias en las pruebas de Corriente de Excitación el factor que afecta las lecturas, en forma relevante, es el magnetismo remanente en el núcleo del transformador y la inducción electromagnética; el magnetismo es indeseable por dos razones:

- Al volver a conectar un transformador con magnetismo remanente, la corriente de magnetización o de "arranque" (INRUSH), que súbitamente demanda el transformador; aumenta considerablemente.
- Puede originar valores anormales de Corriente de Excitación durante las pruebas, al analizar las condiciones de los devanados o alguno en especial.

6.3.4.3 MÉTODOS DE MEDICIÓN.

En el caso de un transformador monofásico, bastará conectar directamente un ampérmetro en uno de los extremos del devanado energizado. En un transformador trifásico conectado en estrella, la Corriente de Excitación puede medirse aplicando voltaje independientemente a cada una de las fases y conectando un ampérmetro en serie entre el neutro y tierra, en este caso se puede observar que la corriente de la fase central es menor que las otras dos fases, debido a que la reluctancia del circuito magnético es menor.

Para devanados conectados en delta, se analiza e incluye una descripción de la distribución del flujo en el núcleo para cada una de las fases, así como sus efectos en la apreciación de la medición.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 2.15 Transformador de columnas con núcleo, devanado y flujo

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

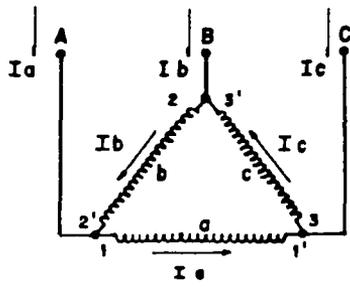


Figura 2.16. Conexión de devanados en un transformador trifásico.

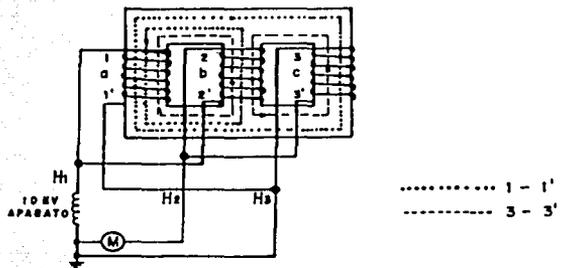


Figura 2.17. Núcleo, devanados y flujos correspondientes a la Figura 2.18

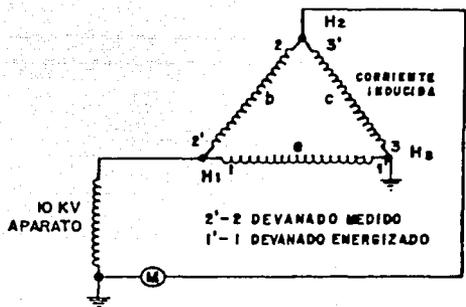


Figura 2.18

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

La figura 2.15 nos muestra el núcleo de un transformador trifásico con una bobina en cada fase. La bobina 1-1', está devanada en la fase "A" la bobina 2-2' en la fase "B", y la bobina 3-3' en la fase "C".

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

La figura 2.16 nos muestra el diagrama vectorial del mismo transformador conectado en delta. Suponiendo que los voltajes aplicables a las fases A, B y C están balanceados, la corriente en cada devanado será la Corriente de Excitación en cada fase, teniendo entre el voltaje y la corriente aplicada, un ángulo muy próximo a los 90 grados. La suma de las corrientes instantáneas en cualquier instante será igual a cero; así mismo, la suma de los 3 voltajes también será cero.

- a) En las figuras 2.17 y 2.18, el voltaje de prueba es de 10 KV R.M.S.
- b) El voltaje en terminales es de valor máximo positivo en ese instante.
- c) Por lo tanto, la magnitud y dirección de los flujos en el núcleo, se basan en las dos condiciones anteriores.

La figura 2.17, muestra al flujo producido en el núcleo por la corriente en los dos devanados, la dirección puede determinarse fácilmente aplicando la regla del sacacorchos o de la mano derecha.

El devanado 2-2' produce un flujo hacia abajo en la fase central "b", dividido por igual en las otras dos fases. La corriente en el devanado 1-1' produce un flujo hacia arriba en la fase "a", que regresa a través de las fases "b" y "c". Una gran parte de este flujo va a través de la fase "b", en virtud de que su trayectoria es más corta que para la fase "c", nótese que ambos flujos son del mismo sentido y se suman en las fases "b" y "a", siendo el coeficiente de acoplamiento de un alto valor; en la fase "c" los dos flujos se encuentran en oposición por lo que el flujo resultante inducido en el devanado 3-3' en la fase "c" es menor.

Refiriendonos a la figura 2.18. El devanado de la fase "c", el medidor y la tierra, constituyen una malla o circuito cerrado, y circula una corriente inducida de un valor desconocido por la fuente del aparato pasando por el medidor.

Bajo estas condiciones de prueba es común caer en el error de considerar que la corriente medida sea la corriente de excitación. Para la medición de la corriente de excitación, podemos decir como conclusión, que la interrelación de flujos en los tres devanados, juegan un papel de mucha importancia.

Asimismo no debe olvidarse, que se producirán los siguientes fenómenos:

- a) En devanados trifásicos al aplicar el voltaje en el devanado bajo prueba, se produce un flujo que a su vez inducirá otro en los devanados adyacentes. La resultante de estos últimos será prácticamente igual al flujo original o de prueba y casi igual al otro devanado que no está en prueba, pero que está aterrizado en un extremo y energizado en el otro.
- b) El total de ampervueltas para el devanado medido, producirá el flujo que se requiera para la condición anterior.
- c) La suma de flujos en las tres fases deberá ser cero.

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

Otro método para analizar los resultados de prueba de la corriente de excitación en transformadores trifásicos emplea la teoría magnética simplificada. En este método se considera que el núcleo se compone de secciones de fase, cada una identificada por su valor de reluctancia. De manera que para el núcleo de tipo columna común las secciones son R1, R2 y R3, como se muestra en la figura 2.19.

Por construcción se puede decir que R1 debe ser muy similar a R3 y R2 es casi un 50% de R1 o R3.

Las magnitudes de la reluctancia y de la corriente de excitación se relacionan directamente. La corriente de excitación debe suministrar la fuerza magnetomotriz que permite al flujo generado por el voltaje de prueba. Superar la reluctancia del núcleo. Una falla aumenta la reluctancia del núcleo y se requiere un incremento de la corriente de excitación para mantener el flujo en un valor apropiado.

La prueba de Corriente de Excitación se realiza en el campo de manera práctica con equipos medidores de Factor de Potencia, con voltajes de prueba de 2.5 o 10 KV. Los mejores resultados se obtienen con el equipo de 10 KV.

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

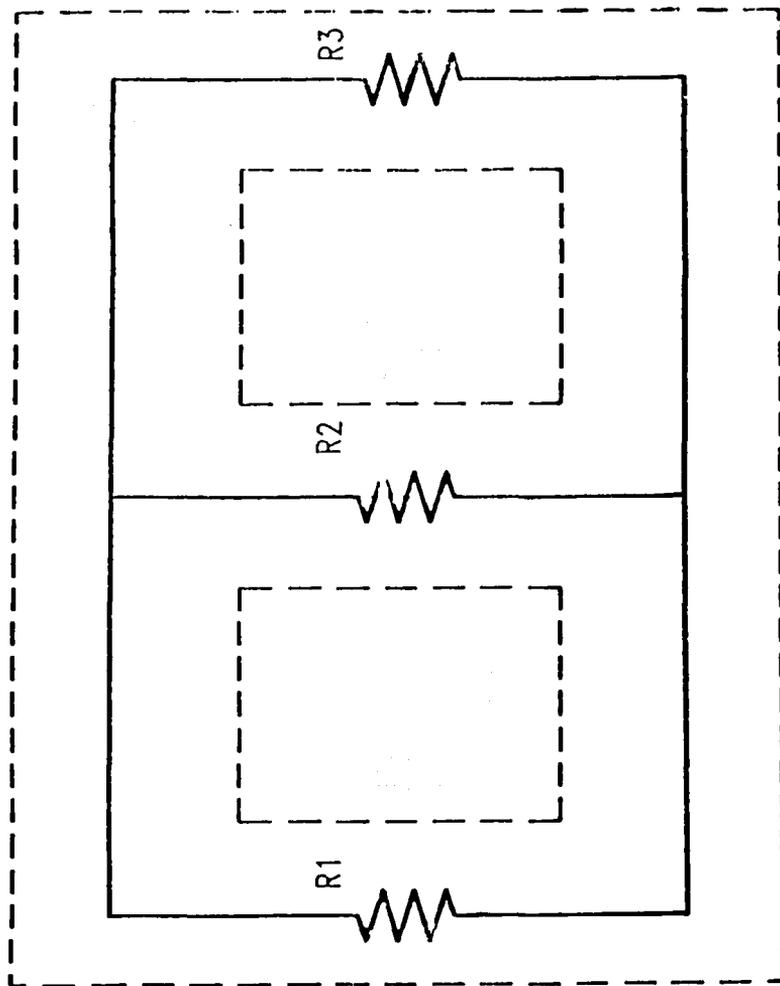


Fig. 2.19 CIRCUITO MAGNETICO DE UN NUCLEO TIPO COLUMNAS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

6.3.5 PRUEBA DE RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN Y POLARIDAD.

6.3.5.1 TEORÍA GENERAL.

La relación de transformación se define como la relación de vueltas o de voltajes del primario al secundario, o la relación de corrientes del secundario al primario en los transformadores y se obtiene por la relación:

$$RT = N_p/N_s = V_p/V_s = I_s/I_p$$

Mediante la aplicación de esta prueba es posible detectar corto circuito entre espiras, falsos contactos, circuitos abiertos, etc.

Respecto a la polaridad, es importante conocerla, porque permite verificar el diagrama de conexión de los transformadores monofásicos y trifásicos, más aun, cuando se tengan transformadores cuya placa se ha extraviado.

6.3.5.2 MÉTODOS DE MEDICIÓN.

El método mas utilizado para llevar a cabo estas pruebas es con el medidor de relación de vueltas, Transformer Turn Ratio (T.T.R.), que opera bajo el conocido principio de que cuando dos transformadores que nominalmente tienen la misma relación de transformación y polaridad, y se excitan en paralelo, con la mas pequeña diferencia en la relación de alguno de ellos, se produce una corriente circulante entre ambos relativamente alta.

El equipo para medición de relación de transformación (ver figura 2.20), está formado básicamente; por un transformador de referencia con relación ajustable desde 0 hasta 130, una fuente de excitación de corriente alterna, un galvanómetro detector de cero corriente, un voltmetro, un ampermetro y un juego de terminales de prueba, contenidos en una caja metálica o de fibra de plástico. Para relaciones de transformación mayores de 130, a este equipo se le acoplan transformadores auxiliares.

En la actualidad existen medidores de relación de transformación diseñados a base de microprocesadores que nos permiten realizar la prueba de relación de transformación a transformadores trifásicos o monofásicos en menor tiempo, por su característica digital. Además cuenta con un sistema programado para su autoverificación; con este equipo se pueden hacer mediciones de relación de 0.08 a 2700.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

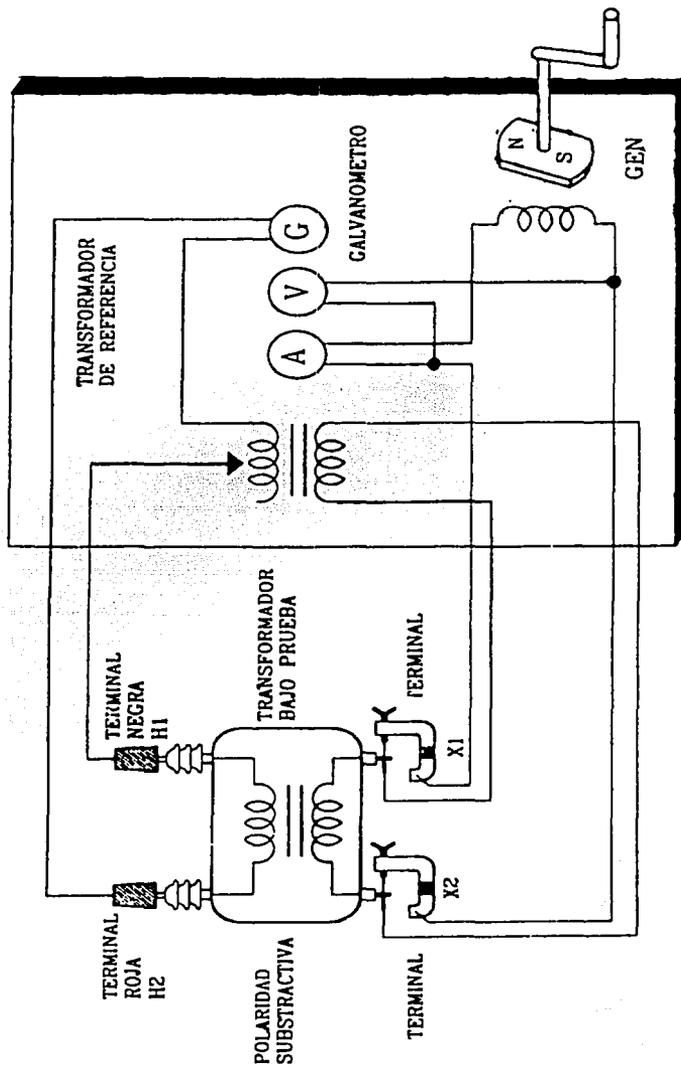


Fig. 2.20 CIRCUITO ELECTRICO SIMPLIFICADO DE UN
PROBADOR DE RELACION (T.T.R.)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

6.3.5.3 COMPROBACIÓN DEL MEDIDOR DE RELACION DE TRANSFORMACION.

En este procedimiento se describe la comprobación del medidor con capacidad de relación hasta 130.

Hay tres formas para la comprobación del correcto funcionamiento del medidor, con esas, se detecta en forma rápida, cualquier alteración en las partes más vulnerables como son: las terminales y sus conectores, el circuito detector, y los medidores, etc.

El medidor cuenta con cuatro terminales para realizar las pruebas; dos de ellas denominadas de excitación (X1,X2), se identifican, porque el conductor es de sección grande y en sus extremos tiene un conector tipo "C" con tornillo para su sujeción y conducción; las otras dos terminales, se identifican porque el conductor es de sección pequeña y se denominan secundarias (H1,H2) y en sus extremos tienen conectores tipo mordaza.

a) **COMPROBACIÓN DE BALANCE.**- Colocar los selectores en cero. Conectar entre sí H1 y H2. Asegúrese que los tornillos de los conectores "C" (X1, X2) no hagan contacto con el tope ni se toquen entre sí. Gire la manivela del generador hasta obtener 8 volts de excitación. Observe el galvanómetro detector, la aguja deberá permanecer al centro de la escala sobre la marca del cero. Si es necesario, ajuste a cero la aguja con un destornillador manteniendo los 8 volts de excitación, suelte la manivela y observe el galvanómetro detector. La aguja puede quedar ligeramente desviada de la marca cero; si ésta es mayor que 1/16", consultar el manual del medidor en la sección de mantenimiento.

b) **COMPROBACIÓN DE LA RELACIÓN CERO.**- En las terminales de excitación (X1, X2), apriete los tornillos hasta el tope, hasta que hagan buen contacto con la cara opuesta, si es necesario coloque una arandela de cobre. Mantenga separadas las terminales X1 y X2 y deje las terminales H1 y H2 conectadas entre sí y los selectores en cero. Gire la manivela hasta obtener 8 volts; mientras gira observe el galvanómetro, ajuste el cuarto selector hasta lograrlo, manteniendo los 8 volts de excitación. El cuarto selector deberá indicar una desviación no mayor de 1/2 división. Esta comprobación puede hacerse aún cuando las terminales de excitación se tengan conectadas a un transformador bajo prueba.

c) **COMPROBACIÓN DE RELACIÓN UNITARIA.**- Efectué el mismo proceso para las terminales de excitación del punto anterior. Conecte la terminal secundaria negra H1 a la terminal negra de excitación X1 y la terminal secundaria roja H2 a la terminal roja de excitación X2. Coloque los selectores en la lectura 1.000.

Gire la manivela hasta obtener 8 volts de excitación y simultáneamente observe el galvanómetro, si la lectura no es uno exactamente ajústala con el cuarto selector sin dejar de girar la manivela. Si el cuarto selector indica lectura menor de cero, cambie los selectores hasta obtener una lectura de 0.9999; otra vez ajuste el cuarto selector hasta que la aguja marque cero. El equipo deberá leer 1,000 con casi la mitad de una división en el cuarto selector.

6.3.5.4 COMPROBACIÓN DE POLARIDAD.

Conectado el medidor al transformador, coloque las carátulas del medidor en ceros y gire la manivela un cuarto de vuelta. Si la aguja del galvanómetro se desvía a la izquierda, la polaridad es substractiva, si desvía a la derecha, la polaridad es aditiva; en caso de polaridad aditiva,

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

deberán intercambiarse las terminales H1 y H2, para adecuar el medidor a un transformador de esa polaridad.

6.3.6 PRUEBA DE RESISTENCIA OHMICA DE DEVANADOS.

6.3.6.1 TEORÍA GENERAL.

La resistencia, es una propiedad (de los conductores) de un circuito eléctrico, que determina la proporción en que la energía eléctrica es convertida en calor y tiene un valor tal que, multiplicado por el cuadrado de la corriente, da el coeficiente de conversión de energía. La relación física por la que puede ser calculada la resistencia de un material de sección uniforme es:

$$R = (\delta L) / A$$

Donde: R= resistencia en ohms.

δ = resistividad específica del material en Ohm-cm.

L= longitud en centímetros

A= área de la sección transversal en cm².

Esta prueba es aplicable a transformadores de potencia, de instrumento, autotransformadores, reguladores, reactores. Y nos sirve también para calcular las pérdidas en el cobre (I^2R).

6.3.6.2 FACTORES QUE AFECTAN LA PRUEBA.

Los factores que afectan la prueba son: cables inapropiados, suciedad en terminales del equipo bajo prueba y los puntos de alta resistencia.

6.3.6.3 MÉTODOS DE MEDICIÓN.

Puesto que la Resistencia de un circuito es la relación entre la diferencia de potencial aplicado entre sus extremos y la intensidad de la corriente resultante. El método mas inmediato para medir la resistencia de un circuito, es conectarlo a una fuente de corriente directa tal como una batería y medir la intensidad de corriente por medio de un ampermetro.

Cuando se emplee este método, es importante seleccionar un voltaje adecuado para el equipo de que se trate, ya que valores grandes de corriente pueden causar calentamiento y cambia el valor de la resistencia.

El segundo método para la medición de Resistencia Ohmica es utilizando un medidor de indicación directa llamado ohmetro, su principio de operación es el mismo del voltmetro y ampermetro con una fuente de corriente directa, integrada en el medidor.

Para las mediciones de Resistencia Ohmica, existen equipos de prueba específicamente diseñados para ello, como son los puentes de Wheatstone y Kelvin; su aplicación no presenta mayor problema ya que en sí, son ohmetros prácticamente comunes en cuanto a la forma de conexión.

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

Los principios de operación para ambos equipos, se basan en la medición de una corriente resultante del desequilibrio entre las tensiones presentadas en un circuito formado por resistencias de valor conocido, y por una resistencia de valor por determinar (que corresponde a la del devanado por medir). Lo anterior se efectúa mediante una fuente incorporada al equipo, circulando por tanto una corriente a través del circuito, cuyo valor es registrado por el galvanómetro.

6.3.7 PRUEBA DE RESISTENCIA DE CONTACTOS.

Los puntos con alta resistencia en partes de conducción, son fuente de problemas en los circuitos eléctricos, ya que originan caídas de voltaje, fuentes de calor, pérdidas de potencia, etc.; ésta prueba nos detecta esos puntos.

En general, ésta se utiliza en todo circuito eléctrico en el que existen puntos de contacto a presión deslizables, tales circuitos se encuentran en interruptores, restauradores, dedos de contacto de reguladores, o de cambiadores de derivaciones y cuchillas seccionadoras.

6.3.8 PRUEBAS DE TIEMPO DE OPERACION Y SIMULTANEIDAD DE CIERRE Y APERTURA EN INTERRUPTORES.

El objetivo de esta prueba es la determinación de los tiempos de operación de interruptores de potencia, es sus diferentes formas de maniobra, así como la verificación del sincronismo de sus polos o fases.

Lo anterior permite comprobar si estas características se mantienen durante su operación dentro de los límites permitidos o garantizados por el fabricante o bien lo establecido por las normas correspondientes, de no ser así, será posible entonces programar para efectuar ajustes al interruptor para recuperar sus valores o límites originales.

Estas comprobaciones deberán efectuarse en forma periódica a todos los interruptores de potencia, de acuerdo a lo establecido por manuales y guías de mantenimiento.

El principio de esta prueba es en base a una referencia trazada sobre el papel de equipo de prueba, se obtienen los trazos de los instantes en que los diferentes contactos de un interruptor se tocan o separan, a partir de las señales de apertura y cierre de los dispositivos de mando del interruptor, estas señales de mando también son registradas sobre la gráfica, la señal de referencia permite entonces medir en tiempo y secuencia los eventos anteriores.

Para tener una referencia sobre las diferentes velocidades de graficado disponibles en los equipos de prueba comúnmente empleados para esta verificación, en la siguiente página se incluye una Tabla donde se muestran las principales características para dichos equipos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS COMUNMENTE EMPLEADOS PARA LA PRUEBA DE TIEMPOS DE OPERACION Y SIMULTANEIDAD EN INTERRUPTORES DE POTENCIA

EQUIPO	VELOCIDAD DE GRAFICADO	No. CANALES DE REGISTRO	CONTROL DE OPERACIONES CIERRE Y APERTURA	ESCALA DE TIEMPO	CALIDAD DE GRAFICADO	OBSERVACIONES
FAVAG MODELO 17.5120 009	300 mm/Seg.	4	NO	ms (1ms = 0.3mm)	BUENA	USO LIMITADO POR SU BAJA VELOCIDAD Y REDUCIDO NUMERO DE CANALES. NO TIENE CONTROL PARA LAS OPERACIONES DEL INTERRUPTOR
FAVAG MODELO 17.5120 001	1000 mm/Seg.	4	NO	ms (1ms = 1mm)	BUENA	REDUCIDO NUMERO DE CANALES. NO TIENE CONTROL PARA LAS OPERACIONES DEL INTERRUPTOR
AEG	1000 mm/Seg.	5	SI	ms (1ms = 1mm)	BUENA	REDUCIDO NUMERO DE CANALES DE REGISTRO.
MILLIGRAPH 4V 6C	VARIABLE	10 (4 BOBINAS) (6 CONTACTOS)	SI	ms (VARIABLE)	BUENA	VELOCIDAD VARIABLE DEBIDO A QUE EL MOVIMIENTO DEL PAPEL ES MANUAL. POR LO TANTO LO ES TAMBIEN LA ESCALA DE TIEMPO.
MILLIGRAPH 2V 12C	VARIABLE	14 (2 BOBINAS) (12 CONTACTOS)	SI	ms (VARIABLE)	BUENA	MAYOR NUMERO DE CANALES. VELOCIDAD VARIABLE DEBIDO A QUE EL MOVIMIENTO DEL PAPEL ES MANUAL.
DOBLE TR-2 PR-2	25.4 mm/Seg. HASTA 3225.8 mm/Seg	21 (18 CONTACTOS) (3 EVENTOS)	SI	ms (1ms = 3.22mm) AJUSTABLE	BUENA (SENSIBLE A LA LUZ)	ALTA VELOCIDAD Y EXCELENTE PRECISION. NUMERO SUFICIENTE DE CANALES PARA INTERRUPTORES MULTICAMARAS DE TENSIONES ALTAS. CUENTA CON ADITAMENTOS Y ACCESORIOS PARA FUNCIONES ADICIONALES COMO ES EL ANALISIS DE CARRERA. COSTO ELEVADO CON RELACION A OTROS EQUIPOS.
HONEYWELL ACB-1-020	25.4 mm/Seg. HASTA 3048 mm/Seg.	20 (24 CONTACTOS) (4 EVENTOS)	SI	ms (1ms = 3.05mm) AJUSTABLE	(SENSIBLE A LA LUZ)	ALTA VELOCIDAD Y EXCELENTE PRECISION. NUMERO SUFICIENTE DE CANALES PARA INTERRUPTORES MULTICAMARA DE TENSIONES ALTAS. COSTO ELEVADO CON RELACION A OTROS EQUIPOS. EQUIPO DELICADO. NO ADECUADO PARA USO EN CAMPO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

PRUEBAS APLICABLES AL EQUIPO ELECTRICO

EQUIPO PRIMARIO	NOMBRE DE LA PRUEBA	PRUEBAS DE PROTOTIPO	PRUEBAS DE RUTINA	PRUEBAS OPCIONALES	PRUEBAS DE CAMPO
TRANSFORMADORES DE POTENCIA	CARACTERISTICAS FISICAS	X	X		
	IMPULSO	X			
	POTENCIAL APLICADO	X	X		
	POTENCIAL INDUCIDO	X	X		
	RESISTENCIA OHMICA DE DEVANADOS	X	X		X
	PERDIDAS EN EL COBRE	X	X		
	PERDIDAS EN EL NUCLEO	X	X		
	IMPEDANCIA	X	X		
	CORRIENTE DE EXCITACION	X	X		
	CORTO CIRCUITO	X			
	DESPLAZAMIENTO ANGULAR	X	X		
	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DE DEVANADOS	X	X		X
	FACTOR DE POTENCIA DE AISLAMIENTO	X	X		X
	RELACION DE TRANSFORMACION Y POLARIDAD	X	X		X
	DESCARGAS PARCIALES	X	X		
	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO DEL NUCLEO	X	X		X
	HUMEDAD RESIDUAL		X		
	PRUEBAS AL ACEITE AISLANTE	X	X		X
PRUEBAS A BOQUILLAS	X	X			
ALAMBRADO DE CONTROL Y PROTECCION	X	X		X	
HERMETICIDAD	X	X		X	
TRANSFORMADORES DE CORRIENTE	CARACTERISTICAS FISICAS	X	X		
	IMPULSO	X			
	POTENCIAL APLICADO A DEVANADO PRIMARIO	X	X		
	POTENCIAL APLICADO A DEVANADO SECUNDARIO	X	X		
	PRUEBAS DE RELACION	X	X		X
	PRUEBAS DE SATURACION	X	X		
	VERIFICACION DE LAS MARCAS DE POLARIDAD	X	X		X
	BURDEN	X	X		X
	DESCARGAS PARCIALES	X	X		
	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	X	X		X
	FACTOR DE POTENCIA DE AISLAMIENTO	X	X		X

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

PRUEBAS APLICABLES AL EQUIPO ELECTRICO

TIPO PRIMARIO	NOMBRE DE LA PRUEBA	PRUEBAS DE PROTECTOR	PRUEBAS DE ALTIMA	PRUEBAS OPCIONALES	PRUEBAS DE CAMBIO
INTERRUPTORES DE POTENCIA	IMPULSO	X			
	POTENCIAL APLICADO A 60 Hz EN SECO Y HUMEDO	X	X		
	VERIFICACION DE LA CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE CORTO CIRCUITO	X			
	FALLA EN LINEA CORTA Y CIERRE EN CONDICIONES DE FALLA	X	X		
	VERIFICACION DE LA CORRIENTE SOSTENIDA DE CORTA DURACION	X	X		
	VERIFICACION DE CORRIENTE DE INTERRUPCION DE LINEA EN VACIO	X	X		
	VERIFICACION DE CORRIENTE DE INTERRUPCION DE CABLE EN VACIO	X	X		
	VERIF. DE LA CORRIENTE DE SWITCHEO DE BANCO DE CAPACITORES	X	X		
	VERIF. DE LA 1° DE INTERRUPCION DE PEQUEÑAS CORR. INDUCTIVAS	X	X		
	VERIFICACION DE LAS CORRIENTES INTERRUPTIVAS DE DEFASAMIENTO	X	X		
	POTENCIAL APLICADO A CIRCUITOS AUXILIARES	X	X		
	MEDICION DE RESISTENCIA DE CONTACTOS	X	X		X
	DIELECTRICAS (FACTOR DE POTENCIA Y RESISTENCIA DE AISLAMIENTO)	X	X		X
	VERIFICACION DE TIEMPOS DE APERTURA Y CIERRE	X	X		X
	ELEVACION DE TEMPERATURA	X	X		
	DESCARGAS PARCIALES		X		
PRUEBAS A BOQUILLAS	X	X		X	
OPERACION MECANICA	X	X		X	
TRANSFORMADORES DE POTENCIAL	IMPULSO	X			
	POTENCIAL INDUCIDO	X	X		
	POTENCIAL APLICADO A 60 Hz A DEVANADO PRIMARIO	X	X		
	POTENCIAL APLICADO A 60 Hz A DEVANADO SECUNDARIO	X	X		
	PRUEBA DE RELACION	X	X		X
	PRUEBA DE SATURACION	X	X		X
	VERIFICACION DE LAS MARCAS DE POLARIDAD	X	X		X
	BURDEN	X	X		X
	DESCARGAS PARCIALES	X	X		
	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	X	X		X
	FACTOR DE POTENCIA DE AISLAMIENTO	X	X		X

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRUEBAS A EQUIPO PRIMARIO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

PRUEBAS APLICABLES AL EQUIPO ELECTRICO

EQUIPO PRIMARIO	NOMBRE DE LA PRUEBA	PRUEBAS DE PROTOTIPO	PRUEBAS DE ALTERNIA	PRUEBAS OPCIONALES	PRUEBAS DE CAMPO
APARTARRIBOS	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	X	X		X
	PERDIDAS DIELECTRICAS	X	X		X
	CORRIENTE DE DESCARGA	X	X		
	TIEMPO DE RECUPERACION	X	X		
REGULADORES DE VOLTAJE	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	X	X		X
	FACTOR DE POTENCIA DE AISLAMIENTO	X	X		X
	RELACION DE TRANSFORMACION	X	X		X
	PRUEBAS AL ACEITE	X	X		X
	RESISTENCIA DE CONTACTOS	X	X		X
	RESISTENCIA OHMICA DE DEVANADOS	X	X		X
	IMPULSO	X			
	POTENCIAL APLICADO	X	X		
	VERIFICACION DE OPERACION	X	X		X
	ELEVACION DE TEMPERATURA	X	X		
RESTAURADORES	IMPULSO	X			
	POTENCIAL APLICADO	X	X		
	ELEVACION DE TEMPERATURA	X			
	VERIFICACION DE OPERACION	X	X		X
	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO	X	X		X
	FACTOR DE POTENCIA DE AISLAMIENTO	X	X		X
	PRUEBAS AL ACEITE	X	X		X
	VERIFICACION DE CAPACIDAD INTERRUPTIVA	X			
PRUEBAS A BOQUILLAS	X	X		X	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

STATUS DE PRUEBAS

PRUEBA						
EQUIPO	UBICACION	SERIE	MEGGER	F.P.	CONTACTOS	FECHA
CUCHILLAS TIPO "V"	E1-Q21	2019-07	SI	SI	SI	1/22/03
		2019-07	SI	SI	SI	1/22/03
		2019-07	SI	SI	SI	1/22/03
CUCHILLAS TIPO "V"	E01-Q21	2020-07	SI	SI	SI	1/22/03
		2020-107	SI	SI	SI	1/22/03
		2020-207	SI	SI	SI	1/22/03
CUCHILLAS TIPO "V"	E1-Q11	2019-07	SI	SI	SI	1/22/03
		2019-07	SI	SI	SI	1/22/03
		2019-07	SI	SI	SI	1/22/03
CUCHILLAS TIPO "V"	E1-061	2019-107	SI	SI	SI	1/22/03
		2019-207	SI	SI	SI	1/22/03
		2019-307	SI	SI	SI	1/22/03
CUCHILLAS MONOPOLARES	Q1-K2	3330	SI		SI	1/29/03
		3332	SI		SI	1/29/03
		3334	SI		SI	1/29/03
CUCHILLAS MONOPOLARES	Q1-K3	3335	SI		SI	1/29/03
		3339	SI		SI	1/29/03
		3340	SI		SI	1/29/03
CUCHILLAS MONOPOLARES	Q1-K4	3341	SI		SI	1/23/03
		3344	SI		SI	1/23/03
		3345	SI		SI	1/23/03
CUCHILLAS MONOPOLARES	Q1-K5	3356	SI		SI	1/29/03
		3359	SI		SI	1/29/03
		2855	SI		SI	1/29/03
CUCHILLAS MONOPOLARES	Q6-K3	3323	SI		SI	1/29/03
		3324	SI		SI	1/29/03
		3325	SI		SI	1/29/03
CUCHILLAS MONOPOLARES	Q6-K4	3325	SI		SI	1/23/03
		3327	SI		SI	1/23/03
		3329	SI		SI	1/23/03
CUCHILLAS MONOPOLARES	Q6-K5	3347	SI		SI	1/29/03
		3357	SI		SI	1/29/03
		3352	SI		SI	1/29/03
CUCHILLAS MONOPOLARES	Q6-K2	2852	SI		SI	1/29/03
		2908	SI		SI	1/29/03
		2911	SI		SI	1/29/03
CUCHILLAS O P G	K2-Q2	437307	SI		SI	1/28/03
		437407	SI		SI	1/28/03
		437507	SI		SI	1/28/03
CUCHILLAS O P G	K3-Q2	437607	SI		SI	1/28/03
		437707	SI		SI	1/28/03
		437807	SI		SI	1/28/03
CUCHILLAS O P G	K4-Q2	437907	SI		SI	1/28/03
		438007	SI		SI	1/28/03
		438107	SI		SI	1/28/03
CUCHILLAS O P G	K5-Q2	438207	SI		SI	1/28/03
		438307	SI		SI	1/28/03
		438407	SI		SI	1/28/03

TESIS CON
 FALLA DE ORDEN

EQUIPO	UBICACIÓN	SERIE	MEGGER	PRUEBA			FECHA
				F.P.	COLLAR CALIENTE		
APARTARRAYO	TR1 F1	35070520	SI	SI	SI	1/27/03	
		35070521	SI	SI	SI	1/27/03	
		35070522	SI	SI	SI	1/27/03	
APARTARRAYO	TR1 F2	35070913	SI	SI	SI	1/27/03	
		35070914	SI	SI	SI	1/27/03	
		35070915	SI	SI	SI	1/27/03	
APARTARRAYO	E31 F1	35070523	SI	SI	SI	1/27/03	
		35070524	SI	SI	SI	1/27/03	
		35070525	SI	SI	SI	1/27/03	
APARTARRAYO	K2 F2	35070904	SI	SI	SI	1/28/03	
		35070905	SI	SI	SI	1/28/03	
		35070907	SI	SI	SI	1/28/03	
APARTARRAYO	K3 F2	35070907	SI	SI	SI	1/28/03	
		35070908	SI	SI	SI	1/28/03	
		35070909	SI	SI	SI	1/28/03	
APARTARRAYO	K4 F2	35070910	SI	SI	SI	1/28/03	
		35070911	SI	SI	SI	1/28/03	
		35070912	SI	SI	SI	1/28/03	

EQUIPO	UBICACIÓN	SERIE	MEGGER	F.P.	PRUEBA			
					RESISTENCIA DE CONTACTOS	TIEMPO DE OPERACIÓN	RIGIDEZ DIELECTRICA	FECHA
INTERRUPTORES EN VACIO	K2 CO	A2887	SI	SI	SI	SI	SI	1/28/03
		A2885	SI	SI	SI	SI	SI	1/28/03
		A2884	SI	SI	SI	SI	SI	1/28/03
		A2888	SI	SI	SI	SI	SI	1/28/03

EQUIPO	UBICACIÓN	SERIE	MEGGER	F.P.	PRUEBA			
					RESISTENCIA DE CONTACTOS	TIEMPO DE OPERACIÓN	RIGIDEZ DIELECTRICA	FECHA
INTERRUPTOR SF6	ET CO	02735070051	SI	SI	SI	SI		1/28/03

EQUIPO	UBICACIÓN	SERIE	MEGGER	F.P.	PRUEBA				FECHA
					TTR	POLARIDAD	CORRIENTE DE EXCITACIÓN	SATURACIÓN	
TC DE INTERRUPTOR	K2 CO	TC1	SI		SI	SI		SI	1/28/03
TC DE INTERRUPTOR		TC2	SI		SI	SI		SI	1/28/03
TC DE INTERRUPTOR		TC3	SI		SI	SI		SI	1/28/03
TC DE INTERRUPTOR		TC4	SI		SI	SI		SI	1/28/03
TC DE INTERRUPTOR		TC5	SI		SI	SI		SI	1/28/03
TC DE INTERRUPTOR		TC6	SI		SI	SI		SI	1/28/03
TC DE INTERRUPTOR	K3 CO	TC1	SI		SI	SI		SI	1/28/03
TC DE INTERRUPTOR		TC2	SI		SI	SI		SI	1/28/03
TC DE INTERRUPTOR		TC3	SI		SI	SI		SI	1/28/03
TC DE INTERRUPTOR		TC4	SI		SI	SI		SI	1/28/03
TC DE INTERRUPTOR		TC5	SI		SI	SI		SI	1/28/03
TC DE INTERRUPTOR		TC6	SI		SI	SI		SI	1/28/03
TC DE INTERRUPTOR	K4 CO	TC1	SI		SI	SI		SI	1/28/03
TC DE INTERRUPTOR		TC2	SI		SI	SI		SI	1/28/03
TC DE INTERRUPTOR		TC3	SI		SI	SI		SI	1/28/03
TC DE INTERRUPTOR		TC4	SI		SI	SI		SI	1/28/03
TC DE INTERRUPTOR		TC5	SI		SI	SI		SI	1/28/03
TC DE INTERRUPTOR		TC6	SI		SI	SI		SI	1/28/03

EQUIPO	UBICACIÓN	SERIE	MEGGER	F.P.	TTR	PRUEBA		FECHA
						RESISTENCIA OHMICA	CORRIENTE DE EXCITACIÓN	
TSP	TSP F6	66782	SI	SI	SI	SI	SI	1/31/02

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

PRUEBA							
EQUIPO	UBICACION	SERIE	MEGGER	F.P.	TTR	CORRIENTE DE EXCITACION	FECHA
TP S	#6-15	240299.1	SI	SI	SI	SI	1/28/02
TP S	#6-15	240299.2	SI	SI	SI	SI	1/28/02
TP S	#6-15	240299.3	SI	SI	SI	SI	1/28/02

PRUEBA								
EQUIPO	UBICACION	TUBO TIPO	VOLTAJE	DENSIDAD	VELOCIDAD	AJUSTES	ALARMAS	FECHA
BANCO DE BATERIAS	12 V	SECA						
BANCO DE BATERIAS	125 V	ACIDAS						
CARGADOR DE BATERIAS	2038	12 VCD	SI			SI	SI	2/20/03
CARGADOR DE BATERIAS 1	1915	130 50	SI			SI	SI	2/20/03
CARGADOR DE BATERIAS 2	1918	130 50	SI			SI	SI	2/20/03

EQUIPO	UBICACION	SERIE	PRUEBA MEGGER	FECHA
MOTOR ACCIONAMIENTO DE INSTRUMENTO	#4-00	7741274	SI	2/10/03
MOTOR ACCIONAMIENTO DE INSTRUMENTO	#3-00	7741330	SI	2/10/03
MOTOR ACCIONAMIENTO DE INSTRUMENTO	#2-00	7741321	SI	2/10/03
MOTOR ACCIONAMIENTO DE INSTRUMENTO	#5-00	7741336	SI	2/10/03
MOTOR ACCIONAMIENTO DE INSTRUMENTO	E01-00		SI	2/10/03

PRUEBA										
EQUIPO	UBICACION	SERIE	MEGGER	F.P.	TTR	RESISTENCIA A CONTACTOS	TIEMPOS DE OPERACION	RIGIDEZ DIELECTRICA	CAPACITANCIAS	FECHA
BANCO DE CAPACITORES	#1 C1	C081217CA	SI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	SI	12/7/03
TP DE BC	#1 C1 (15)	30212303	SI	SI	SI	N/A	N/A	N/A	N/A	2/12/03
		02G5581								
		02G5572								
APARTARRAYO DE B.C	#1 C1 (F2)	02G5585	SI	SI	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2/10/03
INTERRUPTOR JOYSLYN DE B.C	#1 C1 (G0)	AH03342	SI	SI	N/A	SI		SI	N/A	2/10/03

EQUIPO	UBICACION	PRUEBA RESISTENCIA	FECHA
RED DE TIERRAS	13.8 KV	SI	2/13/03
	115 KV	SI	2/14/03

PRUEBA							
EQUIPO	UBICACION	MEGER	FACTOR	TTR	RESISTENCIA OHMICA	CORRIENTE DE EXCITACION	FECHA
TSP	TSP	SI	SI	SI	SI	SI	

EQUIPO	UBICACION	MEGER	PRUEBA HIT.POT	FECHA
BUSES	E.BP	SI	SI	31/02/03
	K.BP	SI	SI	2/11/03
	K.BA	SI	SI	2/11/03

TC	T1	SI	SI	SI	SI	SI	10/3/03
----	----	----	----	----	----	----	---------

TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN

CONTROL Y AVANCE DE OBRA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

VII. CONTROL Y AVANCE DE OBRA

Este capítulo está dedicado a mostrar más a fondo los instrumentos y formatos que durante el desarrollo de una obra se utilizan para tener control del avance de un proyecto, principalmente hablaremos de un documento legal que es de suma importancia, como lo es la bitácora de obra, durante el desarrollo de este capítulo se observará como llevar una bitácora de manera que ésta sea la memoria de la obra.

No menos importante es la vigilancia y reporte de los avances de obra, ya que de su cabal cumplimiento depende el pago de financiamiento al contratista, además de que estos documentos son la vinculación más grande que hay entre líderes y supervisores de obra, tal documento es conciliado y firmado cada fin de mes por los residentes de la contratista y la Entidad, su conciliación se basan en los programas de obra entregados en la licitación comparados con el avance físico real, estos avances ya conciliados se envían a cada una de las coordinaciones para su conocimiento y autorización de pago.

Los avances tienen otro aspecto importantísimo, ya que funcionan como base para verificar las fechas de eventos críticos, dichas fechas son las indicadas en contrato para que la contratista alcance un avance del 80% en las tres etapas más importantes de la construcción como lo son la obra civil, electromecánica, y la puesta a punto, si en dichas fechas los avances no son del 80% se penaliza a la contratista es por ello que estos avances son estrictamente cuidados para darle el verdadero avance al proyecto. Al final de este capítulo se muestran los siguientes formatos de avance de obra:

- Control de avance de obra electromecánica y puesta a punto.
- Control de avance de obra civil.
- Control de avance de aseguramiento de calidad.
- Control de avance ambiental y seguridad.

También cabe recalcar que dichos avances y notas de bitácora son esenciales por las auditorías que realiza SECODAM en obra. Para la subestación Flores Magón se realizaron 4 auditorías, 3 para las fechas de eventos críticos y 1 para el día de entrega de la subestación, es por eso la intención de mostrarles un poco más el desarrollo de estos tipos de documento y su real importancia en obra.

7.1. USO Y MANEJO DE LA BITÁCORA DE OBRA

Recomendaciones de identificación

En las pastas frontales y lomos, se pegarán etiquetas en donde se anotará lo siguiente:

- 1.- Número de contrato.
- 2.- Nombre de la obra.
- 3.- Número de tomo.

CONTROL Y AVANCE DE OBRA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

Apertura

La apertura de la bitácora indica el inicio de la relación entre los representantes de las partes y no necesariamente tiene que coincidir el inicio de la obra, ya que la apertura puede realizarse días antes de la fecha de inicio según contrato.

La apertura de la bitácora se deberá iniciar con una nota especial relacionando como mínimo lo siguiente:

- 1.- Nombre de la obra.
- 2.- Número del contrato.
- 3.- Importe.
- 4.- Plazo de ejecución, fechas de inicio y término.
- 5.- Nombre del contratista a quien se asignó el contrato.
- 6.- Representación de las partes con número de oficio con los que se designó la función.
- 7.- Características del sitio donde se ejecutarán los trabajos.
- 8.- Disponibilidad del inmueble para la ejecución, mencionando el oficio con el que se le hizo entrega del inmueble.
- 9.- Fecha en el que se hizo pago del anticipo así como su importe.
- 10.- Días, hora y lugar donde se reunirán las partes para asentar las notas de bitácora.

Cierre

Cuando se ha terminado la obra y no queda ningún pendiente se procede a efectuar el asiento final o cierre de la bitácora, debiendo anularse todas las hojas sobrantes, sin excepción.

Seriado de notas

Todas las notas deben seriarse consecutivamente sin excepción. Esta regla tiene por objeto su identificación inequívoca al momento que se requiera.

Fecha

Todas las notas deben estar fechadas el día en que se llevó a cabo el asiento.

Escritura

Deben efectuarse los asientos o las notas con tinta indeleble, con letra de molde legible y sin abreviaturas.

CONTROL Y AVANCE DE OBRA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

Errores

Cuando se cometa un error de redacción, la nota debe anularse acompañándose de una leyenda que estipule: "esta nota se anula por tener error".

Tachaduras o enmendaduras

No deben efectuarse tachaduras o enmendaduras ya que esto automáticamente invalida la nota legalmente, en tal caso, se procede del mismo modo que se señala en el punto anterior.

Sobreposiciones o adiciones

No está permitido sobreponer o añadir algo a las notas en bitácora, ni entre renglones, ni en márgenes, ni en ningún otro sitio. Si hubiere la necesidad de agregar comentarios se abrirá otra nota haciendo referencia a la original.

Por parte de la Comisión, las personas que se encuentran facultadas legalmente para firmar la bitácora son las que se estipulan en el contrato de obra pública, sin embargo, esta función puede ser delegada formalmente y por oficio por área responsable en otros servidores públicos (residentes de construcción), en cuyo caso también se dejará constancia en la bitácora con la anotación respectiva.

Inutilización de espacios sobrantes

Cuando la nota escrita en la bitácora sea menor al espacio destinado, es indispensable cancelar todos los espacios libres entre notas, procediendo a cruzarlos con rayas diagonales.

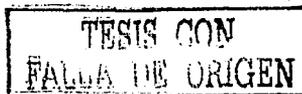
Retiro de copias

Una vez llenadas las hojas de la bitácora, es menester proceder al retiro de las copias para cada una de las partes.

Validaciones

Existen diferentes medios de comunicación para la transmisión de órdenes e información, los más comunes son:

- * oficios
- * minutas de trabajo
- * memorándums
- * circulares y



CONTROL Y AVANCE DE OBRA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

* comunicaciones telefónicas que para que tengan validez desde el punto de vista legal, deben quedar asentados en la bitácora citando el medio utilizado, convirtiéndolo de esta manera en parte integral de la bitácora.

Es práctica común el recibir órdenes telefónicas de nuestros superiores, como primer paso para validarlas debemos proceder a poner por escrito las órdenes transmitidas por teléfono y antes de cortar la comunicación leer lo escrito a nuestro interlocutor para comprobar si se ha comprendido claramente la instrucción:

Anotaciones

Las anotaciones se efectuarán diariamente, poniendo especial atención a los factores que intervienen en el proceso de ejecución de la obra, así como en aquellas situaciones y hechos que se encuentren al margen del contrato, entre las cuales podemos citar de manera enunciativa las siguientes:

- ❖ Al inicio de toda nueva nota diaria se debe indicar la condición atmosférica imperante. Si ésta varía durante la jornada de trabajo, se debe asentar las anotaciones correspondientes y grado de afectación de los trabajos.
- ❖ Suministro de materiales proporcionados por la Comisión, que puedan afectar la ejecución de los trabajos, así como sus causas y las medidas adoptadas para subsanarlos.
- ❖ Las fechas en que se recibieron, se aprobaron y firmaron las estimaciones presentadas por el contratista; así también las fechas y las causas de los rechazos de las mismas.
- ❖ Cuando existan incrementos de volúmenes de obra que afecten el plazo de ejecución contractual, y los motivos de la variación.
- ❖ La descripción y las causas de los cambios a las especificaciones y/o a los planos de la obra.
- ❖ Solicitud de ejecución de los trabajos extraordinarios.
- ❖ La fecha en que se solicita al contratista la presentación de las tarjetas de análisis de los precios unitarios de los trabajos extraordinarios, indicando que se haga entrega de las especificaciones y planos en que se ejecutaran.
- ❖ La fecha en que el contratista entrega las tarjetas de análisis de los precios unitarios extraordinarios.
- ❖ La orden de la ejecución de los trabajos extraordinarios.
- ❖ Avance de obra: todos los días se describirán, cuando menos, los números de los conceptos de trabajos ejecutados, y semanalmente, los porcentajes de avance físico real y programado de la obra, argumentado las desviaciones observadas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONTROL Y AVANCE DE OBRA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

- ❖ Autorización de inicio de actividades: cuando así lo indiquen las especificaciones, el contratista solicitará a la residencia de supervisión, a través de la bitácora de obra, la autorización correspondiente para llevar a cabo la ejecución de los trabajos, y a su vez, la residencia de construcción registrará, según sea el caso, la autorización o el rechazo de la solicitud, indicando las causas de las mismas.
- ❖ Pruebas de control de calidad: las fechas en que el laboratorio lleva a cabo las pruebas de control de calidad, así como los resultados de las mismas.
- ❖ Trabajos mal ejecutados: la residencia de supervisión hará del conocimiento al contratista los trabajos que no se realizaron, de acuerdo a las especificaciones de construcción, describiendo las acciones que debe emprender el contratista para su corrección.
- ❖ Recursos de la contratista, la mano de obra y la maquinaria que participa en la ejecución de los trabajos contractuales, y cuando se presenten trabajos fuera del alcance del contrato, se detallará el recurso que se presenta para su ejecución.
- ❖ En el caso de una suspensión temporal, se debe solicitar al contratista que retire de la obra el personal, maquinaria y/o equipo hasta que la Comisión indique el reinicio de los trabajos.
- ❖ Imprevistos: cuando sucedan hechos, actos y circunstancias de fuerza mayor que afecten en tiempo y costo la ejecución de la obra.
- ❖ El área ejecutora bajo su responsabilidad pondrá periodos diferentes de frecuencias de notas, dependiendo del tipo de obra. Esta indicación debe asentarse en bitácora.
- ❖ Todas y cada unas de las notas deberán quedarse cerradas y resuelta o especificarse que su solución será posterior, debiéndose en este último caso relacionarse con la nota de resolución.
- ❖ Cuando la nota escrita en la bitácora sea menor al espacio destinado, es indispensable cancelar todos los espacios, procediendo a cruzarlos con unas rayas diagonales.
- ❖ El cierre de bitácora será con una última nota especial en la que dará por finiquitada la relación técnica de campo, procediendo para firmar o anular las hojas sobrantes.
- ❖ No se deberá modificar cualquiera de las notas ya firmadas.
- ❖ El primer tomo de la bitácora se deberá aumentar con el número 1 y así consecutivamente. Al término del tomo 1 se anotará el cierre de la bitácora tomo 1 de la bitácora correspondiente al número del contrato.
- ❖ Fecha de entrega de los vales del almacén para su retiro de equipo y materiales, en caso de no tener en existencia el material en bodega hacer la nota correspondiente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONTROL Y AVANCE DE OBRA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

Compromiso del uso de la bitácora

Será compromiso ineludible para los residentes y/o supervisores de ambas partes, el proceder a efectuar las notas de bitácora; de ninguna manera debe permitirse que se evada esta responsabilidad. Para tal efecto, serán los titulares de las áreas ejecutoras quienes tendrán que supervisar que se cumpla con este requisito, para coadyuvar al objetivo que se persigue.

REGLAS PARA EL USO DE LA BITÁCORA DE OBRA

- * RECOMENDACIONES DE IDENTIFICACIÓN
- * APERTURA
- * CIERRE
- * SERIADO DE NOTAS
- * FECHADO
- * ESCRITURA
- * ERRORES
- * TACHADURAS O ENMENDADURAS
- * SOBREPOSICIONES O ADICIONES
- * FIRMAS
- * INUTILIZACIÓN DE ESPACIOS SOBRANTES
- * RETIRO DE COPIAS
- * VALIDACIONES
- * ANOTACIONES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONTROL Y AVANCE DE OBRA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO. 1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR



OBRA ELECTROMECÁNICA S.E. FLORES MAGÓN

ITEMS	ACTIVIDADES	AVANCE	AVANCE	AVANCE
OBRA ELECTROMECÁNICA		100.00%		0.00%
1	MONTAJE TENDIDO, CONECTADO CONDUCTORES	6.00%	0.00%	0.00%
2	MONTAJE DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA	11.00%	0.00%	0.00%
3	MONTAJE INTERRUPTORES DE POTENCIA DE ALTA TENSIÓN	3.00%	0.00%	0.00%
4	MONTAJE INTERRUPTORES DE POTENCIA DE MEDIA TENSIÓN	3.00%	0.00%	0.00%
5	MONTAJE CUCHILLAS DESCONECTADORAS DE ALTA TENSIÓN	10.00%	0.00%	0.00%
6	MONTAJE DE TC'S DE ALTA TENSIÓN	4.00%	0.00%	0.00%
7	MONTAJE DE APARTARRAYOS DE ALTA TENSIÓN	3.00%	0.00%	0.00%
8	MONTAJE CUCHILLAS DESCONECTADORAS DE OP. P. DE MEDIA TENSIÓN	6.00%	0.00%	0.00%
9	MONTAJE DE BANCOS DE CAPACITORES DE M T	2.00%	0.00%	0.00%
10	MONTAJE DE APARTARRAYOS DE MEDIA TENSIÓN	3.00%	0.00%	0.00%
11	MONTAJE EQUIPO MENOR (TSP Y TP'S MEDIA TENSIÓN)	1.00%	0.00%	0.00%
12	MONTAJE DE C C F DE POTENCIA DE MEDIA TENSIÓN	1.00%	0.00%	0.00%
13	MONTAJE ESTRUCTURAS MAYORES Y MENORES	8.00%	0.00%	0.00%
14	MONTAJE CUCHILLAS DESCONECTADORAS DE OP. G. DE MEDIA TENSIÓN	5.00%	0.00%	0.00%
15	COLOCACIÓN SISTEMA DE TIERRAS Y CONEXIONES CORRESPONDIENTES	10.00%	0.00%	0.00%
16	MONTAJE DE CHAROLAS	1.00%	0.00%	0.00%
17	MONTAJE DE GABINETES DE TABILLAS	2.00%	0.00%	0.00%
18	MONTAJE EQUIPO DE SERVICIOS PROPIOS	1.00%	0.00%	0.00%
19	MONTAJE TABLEROS PCM SIMPLEX	2.00%	0.00%	0.00%
20	MONTAJE COMPLEMENTARIO DEL EQUIPO PARA EL CONTROL SUPERVISORIO.	1.00%	0.00%	0.00%
21	MONTAJE EQUIPO DE COMUNICACIÓN	1.00%	0.00%	0.00%
22	MONTAJE EQUIPOS AIRE ACONDICIONADO	1.00%	0.00%	0.00%
23	INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR E INTERIOR	1.00%	0.00%	0.00%
24	MONTAJE EQUIPO DIVERSO	1.00%	0.00%	0.00%
25	TENDIDO, CONECTADO CABLES PCyM	8.00%	0.00%	0.00%
26	TENDIDO, CONECTADO CABLES COMUNICACIÓN	1.00%	0.00%	0.00%
27	TENDIDO, CONECTADO CABLES CONTROL SUPERVISORIO	2.00%	0.00%	0.00%
28	MONTAJE SISTEMA CONTRA INCENDIO	1.00%	0.00%	0.00%
29	SISTEMA DE SEGURIDAD FÍSICA	1.00%	0.00%	0.00%
PUESTA A PUNTO		100%		0%
1	PUESTA A PUNTO INTERRUPTOR DE POTENCIA A T	10.00%	0.00%	0.00%
2	PUESTA A PUNTO INTERRUPTOR DE POTENCIA M T	12.00%	0.00%	0.00%
3	PUESTA A PUNTO TRANSFORMADOR DE POTENCIA	20.00%	0.00%	0.00%
4	PUESTA A PUNTO CUCHILLA SECCIONADORA A T	5.00%	0.00%	0.00%
5	PUESTA A PUNTO CUCHILLA SECCIONADORA OP G M T	4.00%	0.00%	0.00%
6	PUESTA A PUNTO CUCHILLA SECCIONADORA OP P DE M T	4.00%	0.00%	0.00%
7	PUESTA A PUNTO DE TABLEROS PCM SIMPLEX	5.00%	0.00%	0.00%
8	PUESTA A PUNTO BANCOS CAPACITORES M T	3.00%	0.00%	0.00%
9	PUESTA A PUNTO TRANSFORMADOR SERVICIOS PROPIOS	2.00%	0.00%	0.00%
10	PUESTA A PUNTO TRANSFORMADOR DE CORRIENTE A T	7.00%	0.00%	0.00%
11	PUESTA A PUNTO TRANSFORMADOR DE POTENCIAL DE M T	7.00%	0.00%	0.00%
12	PUESTA A PUNTO APARTARRAYO A T	4.00%	0.00%	0.00%
13	PUESTA A PUNTO APARTARRAYO M T	4.00%	0.00%	0.00%
14	PUESTA A PUNTO BANCO DE BATERÍAS Y CARGADORES	1.00%	0.00%	0.00%
15	PUESTA A PUNTO EQUIPO MISCELÁNEO RESTANTE DE SUBESTACIÓN(TABLEROS CA Y CD, ETC)	8.00%	0.00%	0.00%
16	PUESTA A PUNTO ALUMBRADO EXTERIOR	0.50%	0.00%	0.00%
17	PUESTA A PUNTO CORTACIRCUITOS FUSIBLES M T	1.00%	0.00%	0.00%
18	PARTICIPACIÓN EN PUESTA EN SERVICIO DE LA SUBESTACIÓN	2.00%	0.00%	0.00%

**TESIS CON
FALLA DE MARGEN**

CONTROL Y AVANCE DE OBRA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

OBRA CIVIL S.E., FLORES MAGÓN	IMPORTE	% PONDERACIÓN	PONDERADO PARTICULAR	AVANCE REPORTADO	AVANCE TOTAL
Desmonte y Despalme	\$38245.89	100%	3.00%	0.00%	0.00%
Trazo y Nivelación		20%	100 00%	0%	0 00%
Desmonte		60%	100 00%	0%	0 00%
Retiro de Material		20%	100 00%	0%	0 00%
Terracerías	\$699154.74	100%	40.00%	0.00%	0.00%
Corte en terreno natural		50%	100 00%	0%	0 00%
Conformación+B11n de plataforma		50%	100 00%	0%	0 00%
Accesos perimetrales e interiores	\$8963.19	100%	5.00%	0.00%	0.00%
Trazo		10%	100 00%	0%	0 00%
Corte		25%	100 00%	0%	0 00%
Sub-base		25%	100 00%	0%	0 00%
Base		20%	100 00%	0%	0 00%
Rampa de concreto		20%	100 00%	0%	0 00%
Pisos Terminados	\$111978.59	100%	6.00%	0.00%	0.00%
Nivelación y cmbrado		45%	100 00%	0%	0 00%
Colado de pisos y piso de grava		45%	100 00%	0%	0 00%
Limpieza y retiro de material sobrante		10%	100 00%	0%	0 00%
Cimentaciones mayores	\$15527.93	100%	3.00%	0.00%	0.00%
Trazo		10%	100 00%	0%	0 00%
Excavación		20%	100 00%	0%	0 00%
Plantilla		5%	100 00%	0%	0 00%
Colocación de acero y anclas		20%	100 00%	0%	0 00%
Cimbra		10%	100 00%	0%	0 00%
Colocación de concreto		25%	100 00%	0%	0 00%
Descimbra		5%	100 00%	0%	0 00%
Relleno		5%	100 00%	0%	0 00%
Cimentaciones menores	\$8805.76	100%	5.00%	0.00%	0.00%
Trazo		10%	100 00%	0%	0 00%
Excavación		20%	100 00%	0%	0 00%
Plantilla		5%	100 00%	0%	0 00%
Colocación de acero y anclas		20%	100 00%	0%	0 00%
Cimbra		10%	100 00%	0%	0 00%
Colocación de concreto		25%	100 00%	0%	0 00%
Descimbra		5%	100 00%	0%	0 00%
Relleno		5%	100 00%	0%	0 00%
Caseta de control	\$48132.51	100%	4.00%	0.00%	0.00%
Trazo		10%	100 00%	0%	0 00%
Cimentación		30%	100 00%	0%	0 00%
Muros, trabes y columnas		20%	100 00%	0%	0 00%
Losa		20%	100 00%	0%	0 00%
Pisos y acabados		10%	100 00%	0%	0 00%
Impermeabilización		5%	100 00%	0%	0 00%
Limpieza y retiro de materiales		5%	100 00%	0%	0 00%

**TESIS CON
FALTA DE ORIGEN**

CONTROL Y AVANCE DE OBRA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

OBRA CIVIL S.E., FLORES MAGÓN	IMPORTE	% PONDERACIÓN	PONDERADO PARTICULAR	AVANCE REPORTADO	AVANCE TOTAL
Trincheras y ductos para cables	\$36559,30	100%	3.00%	0.00%	0.00%
Trazo		10%	100 00%	0%	0 00%
Excavación		20%	100 00%	0%	0 00%
Colocación de acero		20%	100 00%	0%	0 00%
Cimbra		10%	100 00%	0%	0 00%
Colocación de concreto		25%	100 00%	0%	0 00%
Descimbra		5%	100 00%	0%	0 00%
Relleno y acarreo		10%	100 00%	0%	0 00%
Sistema de drenaje	\$25153,47	100%	2.00%	0.00%	0.00%
Trazo		10%	100 00%	0%	0 00%
Excavación		25%	100 00%	0%	0 00%
Colocación de tubería		25%	100 00%	0%	0 00%
Rellenos		10%	100 00%	0%	0 00%
Elaboración de registros		20%	100 00%	0%	0 00%
Relleno y acarreo		10%	100 00%	0%	0 00%
Sistema contra incendio	\$21394,77	100%	2.00%	0.00%	0.00%
Trazo		10%	100 00%	0%	0 00%
Excavación		20%	100 00%	0%	0 00%
Colocación de acero		20%	100 00%	0%	0 00%
Cimbra		10%	100 00%	0%	0 00%
Colocación de concreto		25%	100 00%	0%	0 00%
Descimbra		5%	100 00%	0%	0 00%
Relleno y acarreo		10%	100 00%	0%	0 00%
Sistema de seguridad física	\$254445,40	100%	17.00%	0.00%	0.00%
Trazo		10%	100 00%	0%	0 00%
Cimentación		50%	100 00%	0%	0 00%
Sistema de detención de intrusos		0.5%	100 00%	0%	0 00%
Letreros del sistema de prevención		1.5%	100 00%	0%	0 00%
Muros, trabes y columnas		38%	100 00%	0%	0 00%
Medidas de impacto ambiental	\$13707,11	100%	10.00%	0.00%	0.00%
Limpieza de subestación y retiro de residuos		100%	100 00%	0%	0 00%
AVANCE GENERAL MENSUAL	VALOR OBRA CIVIL	% RELATIVO	AVANCE % PERIODO	AVANCE % ACUMULADO	
TOTAL OBRA CIVIL	1,282,068,66	47.59%	100%	0.00%	0.00%

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

AVANCE DE CALIDAD
 S. E. FLORES MAGÓN

DATOS DE CAMPO	MES:

CÁLCULO DE AVANCE DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

CONCEPTO	PONDERADO PARTICULAR	AVANCE ACUMUL. DEL PONDERADO	DESGLOSE	% PONDERACIÓN	AVANCE ACUMUL. ANTERIOR	AVANCE % DEL PERIODO	AVANCE % ACUMUL. PARTICULAR	AVANCE % ACUMULADO GLOBAL
1 DOCUMENTACIÓN	50.00%	0.00%	1 Entrega de Sistema de Aseguramiento de Calidad	50.00%	0%	0.00%	0.00%	0.00%
			2 Revisión del Sistema de Aseguramiento de Calidad	25.00%	0%	0.00%	0.00%	0.00%
2 SEGUIMIENTO	35.00%	0.00%	1 June-02	3.18%	0%	0.00%	0.00%	0.00%
			2 July-02	3.18%	0%	0.00%	0.00%	0.00%
			3 August-02	3.18%	0%	0.00%	0.00%	0.00%
			4 September-02	3.18%	0%	0.00%	0.00%	0.00%
			5 October-02	3.18%	0%	0.00%	0.00%	0.00%
			6 November-02	3.18%	0%	0.00%	0.00%	0.00%
			7 December-02	3.18%	0%	0.00%	0.00%	0.00%
			8 January-03	3.18%	0%	0.00%	0.00%	0.00%
			9 February-03	3.18%	0%	0.00%	0.00%	0.00%
			10 March-03	3.18%	0%	0.00%	0.00%	0.00%
			11 April-03	3.18%	0%	0.00%	0.00%	0.00%
			3 ATENCIÓN Y SEGUIMIENTO A NO CONFORMIDADES	10.00%	0.00%	1 Obra Civil	3.33%	0%
2 Obra Electromecánica	3.33%	0%				0.00%	0.00%	0.00%
3 Puesta a Punto	3.33%	0%				0.00%	0.00%	0.00%
4 AUDITORÍAS INTERNAS	5.00%	0.00%		5.00%	0%	0.00%	0.00%	0.00%

SUMA DEL PONDERADO PARTICULAR
100.00%

AVANCE DE ASEG. CALIDAD = SUMA DE AVANCES ACUMULADOS DEL PONDERADO
0.00%

RESIDENTE CONSORCIO

RESIDENTE

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

SUBESTACION: FLORES MAGÓN BCO. 1
 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL PENINSULAR

AVANCES AMBIENTAL Y SEGURIDAD
 S. E. FLORES MAGÓN

DATOS DE CAMPO	MES:

CÁLCULO DE AVANCE AMBIENTAL Y SEGURIDAD

CONCEPTO	PONDERADO PARTICULAR	AVANCE ACUMUL. DEL PONDERADO	DESGLOSE	% PONDERACIÓN	AVANCE ACUMUL. ANTERIOR	AVANCE % DEL PERIODO	AVANCE % ACUMULAR PARTICULAR	AVANCE % ACUMULADO GLOBAL
1	DOCUMENTACIÓN	50.00%	0.00%	1 Entrega de Sistema de Administración Ambiental y Seguridad y Salud en el Trabajo	50.00%	0%	0.00%	0.00%
				2 Revisión del Sistema de Administración Ambiental y Seguridad y Salud en el Trabajo	25.00%	0%	0.00%	0.00%
2	SEGUIMIENTO	35.00%	0.00%	1 June-02	3.18%	0%	0.00%	0.00%
				2 July-02	3.18%	0%	0.00%	0.00%
				3 August-02	3.18%	0%	0.00%	0.00%
				4 September-02	3.18%	0%	0.00%	0.00%
				5 October-02	3.18%	0%	0.00%	0.00%
				6 November-02	3.18%	0%	0.00%	0.00%
				7 December-02	3.18%	0%	0.00%	0.00%
				8 January-03	3.18%	0%	0.00%	0.00%
				9 February-03	3.18%	0%	0.00%	0.00%
				10 March-03	3.18%	0%	0.00%	0.00%
				11 April-03	3.18%	0%	0.00%	0.00%
3	ATENCIÓN Y SEGUIMIENTO A NO CONFORMIDADES	10.00%	0.00%	1 Ambientales y de Seguridad	10.00%	0%	0.00%	0.00%
4	AUDITORIAS INTERNAS	5.00%	0.00%	1 Auditorias Internas	5.00%	0%	0.00%	0.00%

SUMA DEL PONDERADO PARTICULAR	100.00%
-------------------------------	---------

AVANCE DE ASEG. CALIDAD = SUMA DE AVANCES ACUMULADOS DEL PONDERADO	0.00%
--	-------

RESIDENTE CONSORCIO

RESIDENTE

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

CONCLUSIONES

La construcción de subestación Flores Magón fue verdaderamente necesaria en esta zona del estado de Chiapas, donde los voltajes en la hora pico eran de 85 de fase a neutro y 170 entre fases, donde a las 19:00hrs no se podía prender una lámpara fluorescente, ni un microondas, donde Comisión tenía demandas por daños en aparatos electrodomésticos y otros muchos problemas más, pero gracias a esta subestación muchos de esos problemas desaparecieron, tal vez muchas personas de los habitantes no vean el beneficio tan directo por estar acostumbrados a un mal servicio, pero ésta y otras obras que tiene designada la División Sureste para la Zona San Cristóbal traerán consigo un mejor servicio en cuanto a la distribución de energía, sin dejar de tomar en cuenta que es una obra cuantiosa que será pagada con los recibos de cada uno de nosotros.

Si vemos los resultados que tienen estas obras en su mayoría son satisfactorios y es por el nivel de organización y desempeño que tiene la Comisión, porque a pesar de que la contratista tiene una persona dedicada para cada asunto, en la Comisión una persona tiene la responsabilidad de atender varios asuntos y lo hace de manera eficiente porque conoce sus responsabilidades y funciones tanto para atacar los problemas como para delegarlos y esto es muy importante en una obra en donde para que cualquier acuerdo sea válido debe llevar antepuesta una firma, firma que representa el compromiso de una institución para cumplir lo pactado, es por eso que la organización y el diálogo es importantes para el buen desarrollo de una obra y sobre todo para evitar conflictos.

Pero, que pasa con las reglas del juego, durante el periodo de capacitación y juntas previas antes del arranque de proyecto, el aspecto más atacado es el conocimiento del contrato de obra ya que violar una cláusula y aplicarla mal representaría pérdidas y perjuicios durante el desarrollo de obra sobre todo para la Comisión, por esto hacer un buen seguimiento del contrato de obra nos garantizará tarde o temprano un buen trabajo, porque a pesar de que una obra se considera empezada cuando los trabajos en campo inician, es mucho antes que esta obra empezó, y es el contrato de obra la cimentación para un buen proyecto, por eso la intención de mostrárselos y analizarlo en este trabajo, porque no faltó la petición de la contratista de pagos adicionales por demoras de la Comisión en las Pruebas de puesta a punto y otros trabajos adicionales que quisieron ser cobrados y que finalmente gracias al contrato de obra bien aplicado, resultaron trabajos que tenían que ser realizados sin pago adicional.

CONCLUSIONES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

En cuanto a lo que es realmente Ingeniería fue importante ver a detalle planos, analizar sus cálculos y en tal caso pedir una modificación en obra, porque ya sea que lo plasmado no sea lo solicitado o no se adecue a las dimensiones en campo, esto es lo que como ingeniero te hace sentir mejor en tu trabajo, el ver un plano en papel e instruir, vigilar que eso mismo se cumpla y ver como resultado final una bahía, un dado, un sistemas de tierras, una distancia dieléctrica, en fin todo lo referente al trabajo de Ingeniería que es el que más gusto da revisar. Pero no todo el trabajo de esta obra es revisar planos, es igualmente importante verificar desde almacén y antes de ser montados, que el equipo que se solicitó sea igual al suministrado, que los materiales que se suministren sean de la misma calidad o mayor al que se pide, y eso quedó claramente reflejado en el capítulo de características particulares donde uno nunca se imagina la cantidad de parámetros que se piden por equipo, donde cada equipo está coordinado con el siguiente para hacer que estos cumplan con su función de protección o medición, es como una buena orquesta donde ningún miembro debe desafinar ya que eso le restaría confiabilidad al sistema, y algo mucho más importante es que de ese sistema depende la actividad comercial del municipio y en general la actividad de miles de personas, personas que a lo mejor no se imaginan las horas en que tarda el montaje de un transformador, su vigilancia durante días y noches enteras, el montaje de apartarrayos, montaje y ajustes de cuchillas, Tc's y todo el equipo primario, tal montaje implicó la revisión de tortillería, sistema de tierras, cableado con los demás equipos etc., y es que indiscutiblemente el montaje de todo el equipo primario, es importante que quede perfectamente bien montado para su buen funcionamiento.

El aspecto que a mi parecer resultó más ilustrativo es el de puesta a punto de la subestación ya que es disponer, verificar y tener todo el equipo con una exactitud tal que puedas tener un control absoluto de sus funciones. En dichas pruebas no faltaron los errores de cableado, polaridad de equipos que no dieron sus valores de prueba y fueron regresados, de baquelitas húmedas, cargadores de baterías mal ajustados, de baterías descargadas, de UTR que se salía de barrido, de banco de capacitores que no entraban a su debido tiempo, de alarmas que operaban sin razón justificadas, pero cada aspecto antes mencionado es resuelto y deja la enseñanza para otra ocasión, y sobre todo deja una convivencia con especialistas en protecciones, comunicaciones, y todos los demás aspectos que influyen en la puesta en servicio de una subestación.

Esta obra no tan sólo abarcó aspectos de Ingeniería, sino de cómo llevar una buena administración de una obra, de ponerle una memoria a cada día de construcción, de poner santo y seña de cada evento, de cumplir con las leyes y ser honestos como servidores públicos y como profesionistas, de vigilar un programa, de tratar de que cada evento sea conforme a proyecto, porque pienso que para poder ser buenos ingenieros hay que habituarnos a tener un poco más de disciplina y mucha administración.

CONCLUSIONES

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1 SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

Construir bajo el esquema PIDIREGAS es como mirar un vaso medio lleno o medio vacío, ya que hay muchos puntos de vista al respecto, por un lado se encuentra lo bueno que es una subestación muy moderna, es entregada a tiempo, con altos estándares de calidad en todos los procesos constructivos, pero por otro lado es una subestación que resulta tres veces más costosa que otra similar construida por la Comisión, y desde el punto de vista de este supervisor, que durante el tiempo que duró la construcción de la subestación Flores Magón también supervisó la L.T. Flores Magón entronque la Angostura, pude comparar las dos formas de construcción y es un cambio muy notorio y drástico las formas de desarrollar un proyecto, por lo que considero que aparte de que en este momento el país no puede construir bajo otro esquema que no sea de financiamiento, este sistema de construcción es un buen método para crear infraestructura.

Con respecto a la obra construcción de la S.E. Flores Magón, es una obra que deja un aprendizaje enorme ya que es la interacción de Ing. Civiles, Ing. Tipógrafos, Arquitectos e Ing. Eléctricos donde todos tratan de hacer coincidir sus ideas para sacar adelante una obra, que aunque en papel este diseñada siempre se tienen que hacer modificaciones en campo conforme a criterio propio y a las circunstancias de construcción.

Sin duda lo desarrollado en esta tesis cumplió con su objetivo principal que fue "Definir la organización y responsabilidades del supervisor de obra, así como las distintas etapas en ámbitos de Ingeniería, administración ambiental y calidad para la construcción de la S.E. Flores Magón" y es que se dio un vistazo de todo lo que se ve en una obra de este tipo, por que si algún aspecto tanto de Ingeniería como administrativo fallara se vería reflejado en la energización de la subestación, que es el último paso para dar por terminado un proyecto de estas características, y dicho paso fue dado el pasado 25 de abril del 2003 cuando la subestación Flores Magón entró en operación para surtir de energía a 15300 usuarios de dos municipios del estado de Chiapas, con los circuitos FLM 4010 (LA GRANDEZA), FLM 4020 (FLORES MAGON) y el 4030 (VENUSTIANO CARRANZA) circuitos que juntos llevan una carga de 5.6 Megawatts, con voltajes de 125 V de fase a neutro y 240 V entre fases.

Sin duda alguna trabajar y utilizar los conocimientos que la Universidad te brinda es la mejor forma de agradecer a la sociedad y a la misma Universidad, los años de estudio que te proporcionaron, y si aunamos a eso la oportunidad que me dio CFE en participar en el desarrollo de una subestación desde parte de su planeación hasta su energización es algo que sólo se puede pagar con un trabajo bien hecho, como lo es la subestación eléctrica Flores Magón.

ANEXOS

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

ANEXOS

SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR
CATÁLOGO DE PRECIOS DE: INGENIERÍA, CAPACITACIÓN, PRUEBAS,
CALIDAD

COSTO DE INGENIERÍA

OBRA : S.E. FLORES MAGON BCO. 1

No.	CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	TOTAL COMPONENTE NACIONAL [USD]	TOTAL COMPONENTE EXTRANJERO [USD]
INGENIERIA CIVIL					
1.	TERRACERÍAS	LOTE	1	\$ 12,267.62	
2.	ACCESOS PERIMETRALES E INTERIORES	LOTE	1	\$ 2,602.96	
3.	CIMENTACIONES MENORES (Complementario)	LOTE	1	\$ 4,732.62	
4.	DRENAJES	LOTE	1	\$ 1,735.29	
5.	TRINCHERAS Y DUCTOS (Complementaria)	LOTE	1	\$ 2,208.58	
6.	CASETA DE CONTROL (Complementaria)	LOTE	1	\$ 2,366.33	
7.	SISTEMA CONTRA INCENDIO	LOTE	1	\$ 2,366.33	
8.	SEGURIDAD FÍSICA	LOTE	1	\$ 1,577.53	
9.	CRONOGRAMA DE DISEÑO CIVIL	LOTE	1	\$ 1,656.42	
10.	MEMORIAS DE CÁLCULO	LOTE	1	\$ 5,127.03	
11.	PLANOS DE INGENIERÍA DEFINITIVOS DE CONSTRUCCIÓN Y DETALLE (cómo fue construida)	LOTE	1	\$ 5,521.40	
SUBTOTAL INGENIERÍA CIVIL				\$ 42,162.11	

SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR
CATÁLOGO DE PRECIOS DE: INGENIERÍA, CAPACITACIÓN, PRUEBAS,
CALIDAD

COSTO DE INGENIERÍA

OBRA : S.E. FLORES MAGON BCO. 1

No.	CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	TOTAL COMPONENTE NACIONAL [USD]	TOTAL COMPONENTE EXTRANJERO [USD]
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA					
1	TRAYECTORIA DE TRINCHERAS Y	LOTE	1.0	\$ 1,971.93	
2	RED DE TIERRAS (Complementario)	LOTE	1.0	\$ 2,445.18	
3	ALUMBRADO EXTERIOR	LOTE	1.0	\$ 2,524.06	
4	CONDUCTORES. AISLADORES.	LOTE	1.0	\$3,155.10	
5	ARREGLO GENERAL CASETA DE	LOTE	1.0	\$ 2,760.68	
6	SERVICIOS PROPIOS DE C.A. Y C.D.	LOTE	1.0	\$ 2,839.59	
7	LISTA CABLES CONTROL. PROTEC.	LOTE	1.0	\$ 2,129.68	
8	LISTA DE CABLES DE	LOTE	1.0	\$ 1,971.93	
9	LISTA DE CABLES DE CONTROL	LOTE	1.0	\$ 1,893.06	
10	PROYECTO DE COMUNICACIONES	LOTE	1.0	\$ 2,366.33	
11	SISTEMA CONTRA INCENDIO	LOTE	1.0	\$ 2,366.33	
12	SISTEMA DE SEGURIDAD FÍSICA	LOTE	1.0	\$ 1,814.17	
12	CRONOGRAMA DE DISEÑO	LOTE	1.0	\$ 1,183.15	
13	MEMORIAS DE CÁLCULO	LOTE	1.0	\$ 6,310.18	
14	PLANOS DE INGENIERIA DEFINITIVOS DE CONSTRUCCIÓN Y DETALLE (cómo fue construida)	LOTE	1.0	\$ 5,521.40	
SUBTOTAL INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA				\$ 41,252.77	

SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR
CATÁLOGO DE PRECIOS DE: INGENIERÍA, CAPACITACIÓN, PRUEBAS,
CALIDAD

COSTO DE INGENIERÍA

OBRA : S.E. FLORES MAGON BCO. 1

No.	CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	TOTAL COMPONENTE NACIONAL [USD]	TOTAL COMPONENTE EXTRANJERO [USD]
	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	LOTE	1.0	\$ 26,389.96	
SUBTOTAL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD				\$ 26,389.96	
1.	OTROS CONCEPTOS				
2.	SEGURIDAD INDUSTRIAL E HIGIENE	LOTE	1	\$ 23,692.60	
	CAPACITACIÓN	LOTE	1	\$ 22,710.11	
SUBTOTAL OTROS CONCEPTOS				\$46,402.71	
TOTAL INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA + INGENIERÍA CIVIL + ASEGURAMIENTO DE CALIDAD + OTROS CONCEPTOS				\$ 156,207.55	
CIENTO CINCUENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS SIETE DÓLARES 55/100 USD					
(Indicar en este renglón la cantidad total respectiva conetra)					
NOTA 1. LOS IMPORTES TOTALES DEBERÁN INDICARSE CON NUMERO Y LETRA					

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

S.E. FLORES MAGÓN BCO. 1		U.M.	Canl.	Proveedor	Precio
REPORTE DE SUMINISTRO DE EQUIPOS/MATERIALES					
COSTO DE EQUIPO PRIMARIO					
1	Transformador de potencia trifásico 60 Hz, de 7 5/9 375 MVA de capacidad, con enfriamiento OA/FA, relación de transformación 115/13.8 KV, elevación de temperatura a 55°C sobre una temperatura ambiente promedio de 30°C, altitud de operación 0 a 1000 msnm, con aislamiento diseñado para operar en forma continua a una elevación de temperatura de 65°C, con un incremento de capacidad del 12%, conexión delta en A.T. y estrella en M.T., con neutro solidamente aterrizado, NBAI de 550 KV para el devanado primario, NBAI 110 KV para el devanado secundario, NBAI de 550 KV para las boquillas del devanado primario, distancia de fuga 20 mm/KV (2460 mm) criterio fase-fase, NBAI 110 KV para las boquillas del devanado secundario y neutro, distancia de fuga 20 mm/KV (310 mm) criterio fase-fase, en las boquillas de A.T. se debe tener conectores mecánicos adecuados para recibir cable de cobre y aluminio de 160.6 a 613 mm ² (4/0 a 795 KCM) de sección transversal, y en las boquillas del devanado secundario de 160.6 a 613 mm ² (4/0 a 795 KCM) de sección transversal, con un transformador de corriente para protección clase C-400 en X0, y un transformador de corriente para medición clase 0.3 (B0 1 a B2 0), en cada una de las boquillas X1, X2 y X3, cambiador de derivaciones sin carga en alta tensión con un paso arriba y tres pasos abajo del voltaje nominal de 2.5% cada uno, impedancia garantizada. De acuerdo con las características particulares anexas incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 048 al 055 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación K0000-13.	pieza	1	PROLEC-GE	\$31,818.016
2	Interruptor de potencia tripolar del tipo intempere, con medio de extinción del arco en gas SF6, tensión nominal 123 KV, corriente nominal de 1250 A, capacidad interruptiva 25 KA, NBAI 550 KV, 60 Hz, tensión de control 125 VCD, tensión de fuerza y calefacción 220/127 VCA. Distancia de fuga mínima 20 mm/KV de fase a fase (2460 mm), mecanismo de energía almacenada a base de resorte. De acuerdo con características particulares anexas incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 056 al 058 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación V5000-15.	pieza	1	SIEMENS AG	\$42,604.67
3	Interruptor de potencia tripolar del tipo tanque intempere, con medio de extinción del arco en vacío, tensión nominal 15.5 KV, corriente nominal de 1250 A, capacidad interruptiva 25 KA, NBAI 110 KV, 60 Hz, tensión de control 125 VCD, tensión de fuerza y calefacción 220/127 VCA. Distancia de fuga mínima 20 mm/KV de fase a fase (310 mm), mecanismo de energía almacenada a base de resorte, con 3 (tres) transformadores de corriente para protección, relación de transformación 1200/5, clase C-200. De acuerdo con características particulares anexas incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 059 al 061 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación V5000-15.	pieza	1	SIEMENS QUERETARO	\$20,838.73
4	Interruptor de potencia tripolar del tipo tanque intempere, con medio de extinción del arco en vacío, tensión nominal 15.5 KV, corriente nominal de 1250 A, capacidad interruptiva 25 KA, NBAI 110 KV, 60 Hz, tensión de control 125 VCD, tensión de fuerza y calefacción 220/127 VCA. Distancia de fuga mínima 20 mm/KV de fase a fase (310 mm), mecanismo de energía almacenada a base de resorte, con 3 (tres) transformadores de corriente para protección, relación de transformación 1200/5, clase C-200, con 3 (tres) transformadores de corriente para medición, clase y potencia de precisión 0.3 (B0 1 a B2 0), relación de transformación 1200/5. De acuerdo con características particulares anexas incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 062 al 064 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación V5000-15.	pieza	4	SIEMENS QUERETARO	\$83,354.92
5	Cuchilla desconectadora tripolar, apertura lateral central tipo CSV montaje vertical, tensión nominal 123 KV, nivel básico de aislamiento al impulso 550 KV, corriente nominal 1250 A, corriente de corta duración 25.0 KA, sin cuchilla de puesta a tierra. Distancia de fuga mínima 20 mm/KV de fase a fase (2460 mm), montaje sobre una estructura a una altura aproximada de 7.0 m, operación manual en grupo, aislamiento de porcelana. De acuerdo con características particulares anexas incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 065 al 067 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación V4200-25.	pieza	2	COMANEL	\$10,976.54
6	Cuchilla desconectadora tripolar, apertura lateral central tipo CSV montaje horizontal, tensión nominal 123 KV, nivel básico de aislamiento al impulso 550 KV, corriente nominal 1250 A, corriente de corta duración 25.0 KA, sin cuchilla de puesta a tierra. Distancia de fuga mínima 20 mm/KV de fase a fase (2460 mm), montaje sobre una estructura a una altura aproximada de 10.0 m, operación manual en grupo, aislamiento de porcelana. De acuerdo con características particulares anexas incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 068 al 070 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación V4200-25.	pieza	2	COMANEL	\$10,976.54
7	Cuchilla desconectadora tripolar, apertura vertical tipo CSA, montaje horizontal, tensión nominal 15.5 KV, nivel básico de aislamiento al impulso 110 KV, corriente nominal 1250 A, corriente de corta duración 38.1 KA, sin cuchilla de puesta a tierra. Distancia de fuga mínima 20 mm/KV de fase a fase (310 mm), montaje sobre una estructura a una altura aproximada de 7.0 m, operación manual en grupo, aislamiento de porcelana. De acuerdo con características particulares anexas incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 071 al 073 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación V4200-25.	pieza	4	COMANEL	\$16,378.40
8	Cuchilla desconectadora unipolar, apertura vertical tipo CSP montaje vertical, tensión nominal 15.5 KV, nivel básico de aislamiento al impulso 110 KV, corriente nominal 1250 A, corriente de corta duración 38.1 KA, operación individual con perilla. Distancia de fuga mínima 20 mm/KV de fase a fase (310 mm), montaje sobre una estructura a una altura aproximada de 4.50 m. De acuerdo con características particulares anexas incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 074 al 076 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación V4200-25.	pieza	24	IUSA	\$12,072.72
9	Transformador de corriente, para servicio intempere con aislamiento interno a base de aceite y papel impregnado y aislador externo de porcelana, clase de aislamiento 550 KV, relación de transformación 300X600/5/5/5 con 3 devanados en el secundario, dos para protección clase C-200 y uno para medición con clase y precisión de 0.3 (B0 1 a B2 0) para utilizarse en sistemas de 115 KV, con NBAI de 550 KV, distancia de fuga 20 mm/KV criterio de fase a fase (2460 mm), altitud de operación hasta 1000 msnm, con conectores para recibir cable de cobre y aluminio de 160.6 mm ² a 613 mm ² (4/0 a 795 KCM) de sección transversal. De acuerdo con las características particulares anexas incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 077 al 079 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación VE100-49.	pieza	3	ARTECHE	\$23,296.20

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

S.E. FLORES MAGÓN IICO, I		U.M.	Cant.	Proveedor	Precio
REPORTE DE SUMINISTRO DE EQUIPOS/MATERIALES					
10	Transformador de potencial inductivo, monofásico, tensión nominal de 15.5 KV, NBAI aislamiento externo 110 KV, relación de transformación 8400/120 (RTP 70 1) clase de exactitud 0.3 W, X, Y, Z, capacidad termica total mínima 300 VA, distancia de fuga mínima de 20 mm/KV de fase a fase (310 mm) De acuerdo con características particulares anexas incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 080 al 082 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación VE000 29	pieza	3	ARTECHE	\$6,246.82
11	Aparataje de oxidó de zinc, clase estación para un sistema de 115 KV, tensión de designación 96 KV, tensión máxima de operación continua (MCOV) 77 KV corriente de descarga nominal 10 KA, nivel de aislamiento al impulso 550 KV cresta, distancia de fuga mínima 20 mm/KV de fase a fase (2460 mm), diseñado para una altitud de operación de 1000 msnm De acuerdo con características particulares anexas incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 083 al 084 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación VA400-17	pieza	6	LINCAS ELECTRO	\$ 8 495.76
12	Aparataje de oxidó de zinc, clase estación para un sistema de 13.8 KV, tensión de designación 12 KV, tensión máxima de operación continua (MCOV) 10 KV, corriente de descarga nominal 10 KA, nivel de aislamiento al impulso 110 KV cresta, distancia de fuga mínima 20 mm/KV de fase a fase (310 mm), diseñado para una altitud de operación de 1000 msnm De acuerdo con características particulares anexas incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 085 al 086 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación VA400-17	pieza	12	LINCAS ELECTRO	\$8,348.16
13	Banco de capacitores tipo substación de 0.6 MVAR, tensión nominal 13.8 KV, trifásico, conectado en estrella con neutro flotante, formado por 6 unidades monofásicas de 100 KVAR, de 7.96 KV, NBAI 110 KV cresta, distancia de fuga mínima de 20 mm/KV de fase a fase (310 mm), diseñado para una altitud de operación de 1000 msnm, completo con accesorios y equipo de desconexión De acuerdo con características particulares anexas incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 087 al 091 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación V8000-52	banco	1	ABB MEXICO	\$36,283.94
EQUIPO DE SERVICIOS PROPIOS					
14	Sección C2 Tablero de servicios propios de 220/127 VCA, tipo II, tres fases, cuatro hilos, autoportado, servicio interior, construcción NEMA 1, con acceso para los cables por la parte superior exclusivamente, diseñado para una altura de operación de 1000 msnm El tablero anterior deberá cumplir con la especificación CFE-V6100-23 y será adecuada con base en el Diagrama Unifilar de Servicios Propios y las características particulares incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folio 092 de las Bases de Licitación	sección	1		\$5,287.26
15	Sección D1 Tablero de servicios propios de 125 VCD, tipo I, autoportado, servicio interior, construcción NEMA 1, con acceso para los cables por la parte superior exclusivamente, diseñado para una altura de operación de 1000 msnm La sección anterior deberá cumplir con la especificación CFE-V6000-22 y será adecuada con base en el Diagrama Unifilar de Servicios Propios anexo y las características particulares incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folio 092 de las Bases de Licitación	sección	1		\$5,201.06
16	Banco de baterías para 125 VCD, tipo plomo ácido, capacidad total de 144 A-h, formado por 60 celdas, régimen de descarga de 8 horas, incluye bastidor de montaje, completo, con los accesorios, partes de repuesto y demás características indicadas en la especificación CFE-V7100-19 También aplican las características incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folio 093 de las Bases de Licitación (Equipo utilizado para servicios propios de la subestación)	banco	1	ESB	\$3,615.94
EQUIPO DE SERVICIOS PROPIOS					
17	Cargador de baterías automático tipo rectificador de onda completa, filtrado y regulado, para cargar un banco de baterías de 125 VCD, 144 A h, régimen de descarga de 8 horas, tensión de alimentación 220 VCA, trifásico, 60 Hz, diseñado para suministrar tanto carga de flotación, con capacidad de 50 ACD y tiempo de recarga no mayor de 24 horas, completo con gabinete autoportado y todos los accesorios, relaciones, de acuerdo a las características particulares anexas incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folio 093 de las Bases de Licitación y demás características indicadas en la especificación CFE-V7200-46. (Equipo utilizado para servicios propios de la subestación)	pieza	2	ESB	\$6,587.30
EQUIPO DE SERVICIOS PROPIOS					
18	Transformador de distribución trifásico, 45 KVA, 60 Hz, tensión primaria 13.8 KV y tensión secundaria 220/127 V, delta estrella, enfilamiento OA, cuatro derivaciones en A.T. de 2.5% c/u (dos arriba y dos abajo de la tensión nominal), impedancia mínima de 4%, servicio intertempo, diseñado para una altitud hasta de 1000 msnm, distancia de fuga de boquillas de 20 mm/KV de fase a fase, NBAI en el devanado primario 110 KV De acuerdo a las características particulares incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folio 092 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo con la especificación CFE-K0000-01.	pieza	1	ELECTROTECNICA	\$2,716.60
19	Cortacircuitos fusibles con tensión nominal de 15.5 KV, corriente nominal 100 A, nivel básico de aislamiento al impulso 110 KV, corriente interruptiva nominal asimétrica 20 KA, elemento fusible 1 A, para conectar los Transformadores de Potencial Inductivo a la barra de 13.8 KV, completo con accesorios, partes de repuesto y las características particulares incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folio 093 de las Bases de Licitación y demás características señaladas en la Especificación CFE-V4100-28	pieza	3	INDUSTRIAS IEM	\$6,296.28
20	Cortacircuitos fusibles con tensión nominal de 15.5 KV, corriente nominal 100 A, nivel básico de aislamiento al impulso 110 KV, corriente interruptiva nominal asimétrica 20 KA, elemento fusible 1 A, para conectar el Transformador de Servicios Propios a la barra de 13.8 KV, completo con accesorios, partes de repuesto y las características particulares incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folio 093 de las Bases de Licitación y demás características señaladas en la Especificación CFE-V4100-28	pieza	3	INDUSTRIAS IEM	\$6,296.28

**TESTES CON
FALLA DE ORIGEN**

S.E. FLORES MAGÓN BCO.1		U.M.	Cant.	Proveedor	Precio
REPORTE DE SUMINISTRO DE EQUIPOS/MATERIALES					
SISTEMA CONTRA INCENDIO					
21	De acuerdo con Características Particulares para Sistemas de Prevención, Control y Extinción de Incendios en Subestaciones Eléctricas de Distribución anexas incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 044 al 046 de las Bases de Licitación	lote	1	GRUPO IND ACUARIO	\$21,499.59
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO					
22	Sistema de aire acondicionado a base de equipos tipo ventana para proporcionar las siguientes condiciones en el interior de la caseta de control: temperatura 25°C, humedad relativa 50%. Lo anterior se debe mantener aun con la falla de uno de los equipos	lote	2	IMPULSORA COMERCIAL DE TELECOMUNICACIONES S.A.	\$1,635.96
MATERIALES					
23	Sistema de tierras.	lote	1	DELTA CONECTORES S.A. DE C.V. GRUPO ELECTRONICO BEDEL, S.A. DE C.V. TRANSAMERICAN METALS COMPANY INC TECNICA EN MATERIALES ELECTRONICOS, S.A. DE C.V. CASA SOMMER, S.A. DE C.V. DISTRIBUIDORA ELECTRICA DIAZ, S.A. DE C.V. CONDUCTORES DEL NORTE, S.A. DE C.V. GRUPO ELECTRONICO BEDEL, S.A. DE C.V. DELTA CONECTORES, S.A. DE C.V. TRANSAMERICAN METALS COMPANY, INC.	\$20,484.18
24	Estructuras metálicas	lote	1		\$37,752.93
25	Sistema de alumbrado exterior e interior.	lote	1		\$12,814.99
26	Cables de control y fuerza	lote	1		\$ 13,707.08
MATERIALES					
27	Herrajes y conectores	lote	1	SUMINISTROS FERRERETOS 2000, S.A. DE C.V. MIHO DISTRIBUIDORA ELECTRICA DIAS, S.A. DE C.V. CASA SOMMER, S.A. DE C.V. DELTA CONECTORES, S.A. DE C.V. FARMATOME CONECTORES MEXICO, S.A. DE C.V.	\$8,666.30
MATERIALES					
28	Conductores.	lote	1	CASA SOMMER, S.A. DE C.V. NACIONAL DE CONDUCTORES ELECTRICOS, S.A. DE C.V.	\$24,836.43
29	Aisladores.	lote	1	JACOB AND JACOB	\$6,172.25
30	Charolas	lote	1		\$2,313.34
31	Gabinete y tabillas de interfase.	lote	1	GOMEZ TAPIA ARTURO	\$19,694.67
EQUIPOS DE PROTECCION, CONTROL Y MEDICION					
32	Sección de tablero que proporcione las funciones de Control, Protección, Medición (PCM SIMPLEX INTEGRADO T31) para: 1 transformador de potencia de 9 375 MVA y un banco de capacitores de 600 KVAR en 13.8 KV. De acuerdo con características particulares incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 096 al 098 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación V6700-41.	sección	1	SIEMENS MEXICO	\$34,831.73
33	Sección de tablero que proporcione las funciones de Control, Protección, Medición (PCM SIMPLEX INTEGRADO L41) para: 2 alimentadores en 13.8 KV. De acuerdo con características particulares incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 102 al 101 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación V6700-41.	sección	1	SIEMENS MEXICO	\$31,325.57
34	Sección de tablero que proporcione las funciones de Control, Protección, Medición (PCM SIMPLEX INTEGRADO L41) para: 1 alimentador en 13.8 KV. De acuerdo con características particulares incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 102 al 104 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación V6700-41.	sección	1	SIEMENS MEXICO	\$25,649.58

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

S.E. FLORES MAGÓN HCO. 1		U.M.	Cant.	Proveedor	Precio
REPORTE DE SUMINISTRO DE EQUIPOS/MATERIALES					
EQUIPOS DE COMUNICACIÓN					
35	Equipo de radiocomunicación VHF para voz, tipo base, potencia de salida 60 W de RF, rango de 150-174 MHz, 0.35 µV de sensibilidad EIA SINAD, estabilidad en frecuencia 0.0005%, rango de temperatura de operación de 0 a 50°C, fuente de alimentación para 127 VCA y 13.8 VCD. Con sintonización de frecuencias. Con ancho de banda ≤2 MHz en recepción. Con el software necesario para programación de frecuencias mediante PC compatible. Con accesorios y cables necesarios. Con rastreador para cuatro canales. Con micrófono tipo escritorio. Con manual de servicio. De acuerdo con características particulares incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folio 105 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación CFE-U0000-04	pieza	2	SISTEMAS DE RADIO COMUNICACIÓN S.A. DE C.V.	\$20,248.80
36	Unidad terminal remota en gabinete autoalimentado con puertos para comunicarse y recibir información de los equipos inteligentes suministrados con el tablero PCIM, con 2 canales de comunicación, uno con protocolo DNP 3.0 nivel 2 y el otro con protocolo Harris 5000. Debe contar con posibilidad de reportar eventos en forma secuencial, por lo que deberá contar con reloj interno. Alimentación principal 125 VCD, respaldo 127 VCA. Capacidad de crecimiento de por lo menos un 20%, programable en todas sus funciones a través de software con el siguiente equipamiento: entradas digitales optoacopladas con protección contra transitorios, programables como estados, detección de cambio momentáneo, secuencia de eventos o acumulador de puntos. Entradas analógicas de +/- 1 ma de C.D. Salidas de control dobles abrir-cerrar con relevador tipo electromecánico con contactos secos de 10 a 125 VCD con duración del pulso programable. Salidas de control tipo latch con capacidad de los contactos secos del relevador de 10 a 125 VCD. Almacenamiento de al menos 200 alarmas y/o cambios de estado sin límite de tiempo. Capacidad de 96 entradas digitales, 32 entradas analógicas, 24 puntos de control abrir-cerrar y 15 salidas de control latch. Debe incluir mosfet programable de 300 a 1200 bauds que cumpla con los estándares CCITT-V21 y V23, y Bell 103. De acuerdo con características particulares incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folio 105 de las Bases de Licitación. Especificación CFE U0000-34	pieza	1	SIEMENS PTD-PA MEXICO	\$92,441.11
37	Torre y sistema radiante para comunicación VHF-UHF (voz y datos), incluyendo a) Torre para radiocomunicación VHF, UHF. Arrostrada de 30 m de altura. De acero galvanizado "hot dip". Diseñada para soportar vientos de 95 Km/h y sin carga de hielo. Con sistemas de tierras contra descargas atmosféricas. Con sistema de iluminación reglamentaria. Pintada con los colores reglamentarios. Con accesorios de instalación. b) Cable coaxial tipo "foam heliax" de 1/2" de diámetro para UHF (100 m), con conectores hembra tipo L44N, (4 piezas) herrajes de fijación, etc. c) (2 piezas) antena omnidireccional tipo tacho de billar, para operar en el rango de frecuencias VHF (155-164 MHz), con ganancia de 5 00 dB, impedancia de 50 Ohm y terminación de conector macho tipo "N". De acuerdo con características particulares incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folio 105 de las Bases de Licitación	lote	1	SISTEMAS DE RADIO COMUNICACIÓN S.A. DE C.V.	\$27,859.48
38	Banco de baterías para 12 VCD nominal, tipo plomo ácido libres de mantenimiento, capacidad total de 144 A-h formado por 6 celdas, régimen de descarga de 8 horas, incluye basidor de montaje, completo, con los accesorios, partes de repuesto y demás características indicadas en la especificación CFE-V7100-19. De acuerdo con características incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folios 105 al 106 de las Bases de Licitación	banco	1	ESB	\$1,326.44
39	Cargador de baterías automático tipo rectificador de onda completa, filtrado y regulado, para cargar un banco de baterías de 12 VCD nominal, 144 A h, régimen de descarga de 8 horas, tensiones de alimentación 220 VCA, 2 fases, 60 Hz, diseñado para suministrar tanto carga de igualación como de flotación, con capacidad de 25 ACD y tiempo de recarga no mayor de 24 horas, completo con gabinete y todos los accesorios, refacciones y demás características indicadas en la especificación CFE-V7200-48, de acuerdo con características particulares incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folio 106 de las Bases de Licitación	pieza	1	ESB	\$1,706.70
EQUIPOS DE COMUNICACIÓN					
40	Centro de carga monofásico 240 VCA máximos, 10 KA de capacidad interruptiva, 8 circuitos, montaje embutir, completo, de acuerdo con lo que se indica en el Diagrama Unifilar de Servicios Propios anexo, de acuerdo con características particulares incluidas en el Tomo XXIII de la Sección 8 con folio 106 de las Bases de Licitación y las demás características de acuerdo a la especificación CFE-V6100-23	pieza	1		\$588.59

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

COSTOS DE MONTAJE DE EQUIPO PRIMARIO

INGENIERÍA CIVIL						PORCENTAJE DE OBRA	
NUM.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)		
1 00	DESMONTE Y DESPALME	LOTE	1 00	\$32 284 89	\$32 284 89	0.02132	2.132
2 00	TERRACERÍAS	LOTE	1 00	\$699 154 74	\$699 154 74	0.46178	46.178
3 00	ACCESOS PERIMETRALES E INTERIORES	LOTE	1 00	\$8 963 19	\$8 963 19	0.00592	0.592
4 00	PISOS TERMINADOS	LOTE	1 00	\$111 978 59	\$111 978 59	0.07399	7.396
5 00	CIMENTACIONES MAYORES	LOTE	1 00	\$15 527 93	\$15 527 93	0.1025	1.025
6 00	CIMENTACIONES MENORES	LOTE	1 00	\$8 963 19	\$8 963 19	0.00592	0.0592
7 00	CASETA DE CONTROL	LOTE	1 00	\$48 132 51	\$48 132 51	0.03179	3.179
8 00	TRINCHERAS Y DUCTOS PARA CABLES	LOTE	1 00	\$36 559 30	\$36 559 30	0.02414	2.4146
9 00	SISTEMA DE DRENAJE	LOTE	1 00	\$25 153 47	\$25 153 47	0.01651	1.1651
10 00	SISTEMA CONTRA INCENDIO	LOTE	1 00	\$21 394 77	\$21 394 77	0.01413	1.413
11 00	SISTEMA DE SEGURIDAD FÍSICA	LOTE	1 00	\$254 445 40	\$254 445 40	0.16805	16.805
12 00	MEDIDAS DE IMPACTO AMBIENTAL	LOTE	1 00	\$13 707 11	\$13 707 11	0.00906	0.905
SUPTOTAL OBRA CIVIL					\$1,282 060.66		83.2589% DE OBRA CIVIL

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA						PORCENTAJE DE OBRA	
NUM.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)		
1 00	MONTAJE DE ESTRUCTURAS MAYORES Y MENORES	LOTE	1 00	\$10 571 81	\$10 571 81	0.00698	0.698
2 00	MONTAJE TENDIDO, CONECTADO CONDUCTORES	LOTE	1 00	\$12 384 85	\$12 384 85	0.00818	0.818
3 00	MONTAJE DE TRANSF. DE POTENCIA	PIEZAS	1 00	\$17 808 12	\$17 808 12	0.01178	1.1762
4 00	MONTAJE INT. DE POT EN A T	PIEZAS	1 00	\$2 263 68	\$2 263 68	0.00145	0.14551
5 00	MONTAJE INT. DE POT EN M T	PIEZAS	4 00	\$2 056 97	\$8 227 68	0.00543	0.5434
6 00	MONTAJE DE CUCHILLAS DESC DE A T	PIEZAS	4 00	\$1 979 06	\$7 918 2	0.00522	0.52265
7 00	MONTAJES DE T C S DE A T	PIEZAS	3 00	\$512 77	\$1 538 31	0.00101	0.1016
8 00	MONTAJE DE AFARTARRAYOS DE A T	PIEZAS	6 00	\$ 512 77	\$3 076 60	0.00203	0.2032
9 00	MONTAJE DE CUCHILLAS DESC DE OP EN GRUPO DE M T DE M T	PIEZAS	4 00	\$1 620 60	\$6 482 4	0.00428	0.4281
10 00	MONTAJE DE CUCHILLAS DESC DE OP CON PERTIGA DE M T	PIEZAS	24 00	\$701 97	\$16 847 2	0.01112	1.1127
11 00	MONTAJE DE BCO DE CAPACITORES DE M T.	PIEZAS	1 00	\$7 309 89	\$7 309 89	0.00482	0.48282
12 00	MONTAJE DE AFARTARRAYOS DE M T	PIEZAS	12 00	\$274 51	\$3 294 12	0.002179	0.21757
13 00	MONTAJE EQUIPO MENOR (TP S M T)	LOTE	1 00	\$2 007 51	\$2 007 51	0.001325	0.13259
14 00	MONTAJE DE C C F DE POTENCIA DE M T	PIEZAS	6 00	\$701 97	\$4 211 8	0.0027818	0.27818
15 00	COLOCACIÓN DE SIST DE TIERRAS Y CONEXIONES	LOTE	1 00	\$4 611 47	\$4 611 47	0.003045	0.30458
16 00	MONTAJE DE GABINETES DE TABILLAS	PIEZAS	3 00	\$453 41	\$1 360 2	0.000898	0.08983
17 00	MONTAJE DE CHAROLAS	LOTE	1 00	\$2 226 04	\$2 226 04	0.0014702	0.14702
18 00	MONTAJE DE EQUIPO SERVICIOS PROPIOS	LOTE	1 00	\$7 973 27	\$7 973 27	0.0052562	0.52662
19 00	MONTAJE DE TABLERO PCM SIMPLEX	LOTE	1 00	\$7 819 70	\$7 819 70	0.0051648	0.51648
20 00	MONTAJE COMPLEMENTARIO DEL EQUIPO PARA EL CONTROL SUPERVISORIO	LOTE	1 00	\$3 209 17	\$3 209 17	0.0021198	0.21196
21 00	MONTAJE DE EQUIPO DE COMUNICACIÓN	LOTE	2 00	\$7 764 17	\$15 528 3	0.01025	1.02562
22 00	MONTAJE DE EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO	LOTE	2 00	\$540 30	\$1 080 60	0.0007137	0.071372
23 00	INSTALACIÓN DE ALUMBARADO EXTERIOR	LOTE	1 00	\$5 658 13	\$5 658 13	0.0037357	0.37357
24 00	MONTAJE DE EQUIPO DIVERSO	LOTE	1 00	\$6 893 38	\$6 893 38	0.0045529	0.45529
25 00	TENDIDO, CONECTADO CABLES PC Y M	LOTE	1 00	\$7 430 73	\$7 430 73	0.0049078	0.49078
26 00	TENDIDO, CONECTADO CABLES COMUNICACIÓN	LOTE	1 00	\$2 895 65	\$2 895 65	0.0018125	0.18125
27 00	TENDIDO, CONECTADO CABLES DE CONTROL SUPERVISORIO	LOTE	1 00	\$1 763 30	\$1 763 30	0.0011646	0.11646
28 00	MONTAJE DE SISTEMA CONTRA INCENDIO	LOTE	1 00	\$4 698 90	\$4 698 90	0.0031022	0.31022
29 00	SISTEMA DE SEGURIDAD FÍSICA	LOTE	1 00	\$1 165 37	\$1 165 37	0.000789	0.076971
SUBTOTAL OBRA ELECTROMECÁNICA					\$178 214.6		11.772743

PUESTA A PUNTO

NUM.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)	PORCENTAJE DE OBRA	
1.00	PUESTA A PUNTO INT. DE POT. A T.	PIEZAS	1.00	\$258.87	\$258.87	0.0001709	0.01709
2.00	PUESTA A PUNTO INT. DE POT. M T.	PIEZAS	4.00	\$210.61	\$842.4	0.00025628	0.05582
3.00	PUESTA A PUNTO TRANSF. DE POTENCIA	PIEZAS	1.00	\$3,012.77	\$3,012.77	0.0019898	0.19898
4.00	PUESTA A PUNTO CUCHILLA SECCIONADORA A T.	PIEZAS	4.00	\$162.33	\$649.3	0.0004298	0.04288
5.00	PUESTA A PUNTO CUCHILLA SECCIONADORA OP. EN GRUPO M T.	PIEZAS	4.00	\$114.08	\$456.32	0.00030139	0.03013
6.00	PUESTA A PUNTO CUCHILLA SECCIONADORA OP. CON FERTIGA DE M T.	PIEZAS	24.00	\$114.08	\$2,737.9	0.001808	0.18083
7.00	PUESTA A PUNTO TABLERO PCM SIMPLEX	LOTE	1.00	\$462.21	\$462.21	0.0003052	0.030528
8.00	PUESTA A PUNTO BCO. DE CAPACITORES M T.	PIEZAS	1.00	\$307.14	\$307.14	0.00020286	0.020286
9.00	PUESTA A PUNTO TRANSFORMADOR DE SERVICIOS PROPIOS	PIEZAS	1.00	\$500.19	\$500.19	0.0003303	0.033036
10.00	PUESTA A PUNTO TRANSFORMADOR DE CORRIENTE A T.	PIEZAS	3.00	\$186.47	\$559.4	0.0003654	0.036948
11.00	PUESTA A PUNTO DE TRANSFORMADOR DE POTENCIAL DE M T.	PIEZAS	3.00	\$186.47	\$559.41	0.0003694	0.036948
12.00	PUESTA A PUNTO APARTARRAYOS A T.	PIEZAS	6.00	\$186.47	\$1,118.82	0.0007389	0.07389
13.00	PUESTA A PUNTO APARTARRAYOS M T.	PIEZAS	12.00	\$186.47	\$2,237.84	0.0014779	0.14779
14.00	PUESTA A PUNTO BANCO DE BATERIAS Y CARGADORES	LOTE	1.00	\$1,120.23	\$1,120.23	0.0007398	0.07398
15.00	PUESTA A PUNTO EQUIPO MISCELANEO RESTANTE SUBESTACION (TABLERO CA Y CD)	LOTE	1.00	\$4,577.57	\$4,577.57	0.003023	0.30234
16.00	PUESTA A PUNTO ALUMBRADO EXTERIOR	LOTE	1.00	\$1,313.31	\$1,313.31	0.0009674	0.086742
17.00	PUESTA A PUNTO CORTACIRCUITOS FUSIBLES M T.	PIEZAS	6.00	\$186.47	\$1,118.8	0.0007389	0.073895
18.00	PARTICIPACION EN PUESTA EN SERVICIO DE LA SUBESTACION	LOTE	1.00	\$31,921.59	\$31,921.59	0.02108	2.10837
SUBTOTAL PUESTA A PUNTO.					\$53,753.98		3.3286603

TOTAL OBRA CIVIL + TOTAL OBRA ELECTROMECAICA + TOTAL PUESTA A PUNTO

\$1,514,037.24

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

SUBESTACION: FLORES MAGÓN BCO.1

SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

IMPORTE TOTAL DE LA SUBESTACIÓN			
OBRA S.E. FLORES MAGÓN			
CONCEPTO	COMPONENTE NACIONAL (USD)	COMPONENTE EXTRANJERA (USD)	% ASIGNADO DEL TOTAL
INGENIERÍA NACIONAL EXTRANJERA	\$156,207.55		5.7984%
CONSTRUCCIÓN NACIONAL OBRA CIVIL OBRA ELECTROMECÁNICA PUESTA A PUNTO Y PARTICIPACIÓN DE PUESTA EN SERVICIO	\$1,282,068.66 \$178,214.60 \$53,753.98		47.5902% 60.6153% 1.9953%
IMPORTE DE EQUIPOS INCLUIDAS LAS REFACCIONES NACIONAL EXTRANJERA	\$830,310.81	\$193,420.46	30.8210% 7.1797%
GRAN TOTAL DE LA SUBESTACIÓN		\$2,693,976.06	
DOS MILLONES SEISCIENTOS NOVENTA Y TRES MIL NOVECIENTOS SETENTA Y SEIS DOLARES 06/100 USD			

BIBLIOGRAFÍA

SUBESTACIÓN: FLORES MAGÓN BCO.1
SUBESTACIONES 402 ORIENTAL-PENINSULAR

BIBLIOGRAFÍA

Diseño De Subestaciones Eléctricas,

Raúl Martín, José,
Edit. McGraw-Hill,
México, 1987.

Elementos De Diseño De Subestaciones Eléctricas,

Enriquez Harper, Gilberto,
Edit. Limusa,
México, 1980.

Lineamientos de Supervisión De Obra Pública,

Departamento De Concursos Y Contratos Zona San Cristóbal. Cfe.,
Departamento De Proyectos Y Construcción División Sureste Cfe.

Manual De Procedimientos De Obra Pública,

Gortic Ingeniería S.A. De C.V.,
Departamento De Proyectos Y Construcción División Sureste Cfe.

Normas De Distribución Construcción Normal- Subestaciones,

Gerencia de Distribución,
Subgerencia de Distribución,
México, 1994.

Procedimientos Para Puesta Apunto En Subestaciones,

Subgerencia de Distribución Div. Sureste.

Uso Y Manejo De Bitácora De Obra,

Departamento Concursos y Contratos,
Octubre2001,
Oaxaca, México.

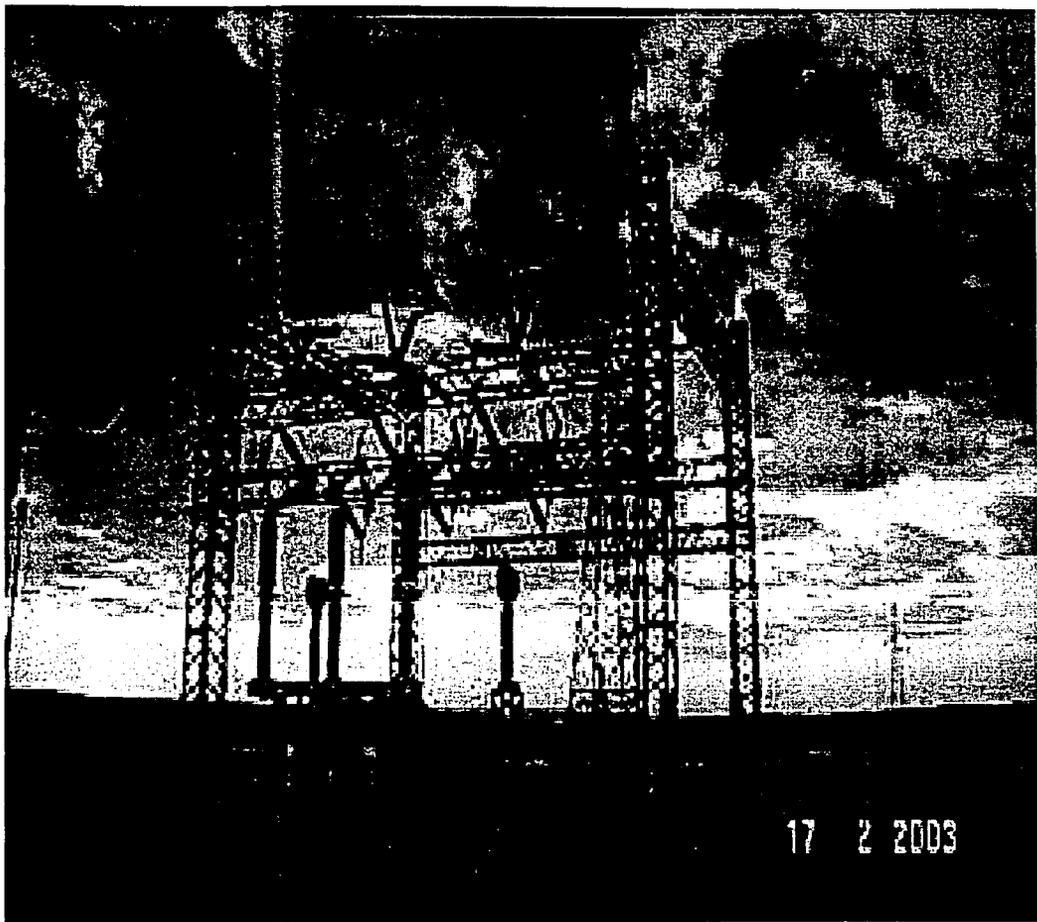
DKDW00,

Intranet Cfe División Sureste.

SOM 3551,

Gerencia de Distribución,
Subgerencia de Distribución.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



17 2 2003