



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

PROYECTO DE AMPLIACION Y MODERNIZACION
DE LA SUBESTACION ELECTRICA TEXCOCO DE LA
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.”

T R A B A J O P R O F E S I O N A L

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

ARTEMIO PEREZ PLUMA

ASESOR: M. EN I. VÍCTOR HUGO HERNÁNDEZ GÓMEZ.

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. MEX. MARZO DEL 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**PROYECTO DE AMPLIACIÓN Y MODERNIZACION DE
LA SUBESTACIÓN ELECTRICA TEXCOCO DE LA
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD**



SUBESTACION TEXCOCO

A MIS PADRES:

SEGOVIET Y LIDIA QPD

Mi infinito agradecimiento, admiración y reconocimiento al esfuerzo y dedicación que tuvieron siempre para mí, y por todos sus consejos y apoyos en todos los aspectos.

A MI ESPOSA

MARIA LUISA

Mi enorme agradecimiento por su paciencia, comprensión y apoyo sin el cual no hubiera sido posible la realización de esta memoria.

A MIS HIJOS

LUISA JACQUELINE

ANA KAREN

OSCAR EDUARDO

Mi agradecimiento por su comprensión y apoyo así como por la motivación que en mí causaron para la realización de este trabajo.

ÍNDICE

	Página
Resumen	4
Introducción	6
1. - Antecedentes	7
1.1 Localización geográfica	7
1.2 Características de la Subestación Eléctrica Texcoco	7
2. - Descripción del Proyecto de Modernización y Ampliación de la Subestación Texcoco	11
2.1 Primera etapa	11
2.2 Segunda etapa	11
2.3 Tercera etapa	12
2.4. - Condiciones operativas antes y después	13
2.5. - Diagramas unifilares antes y después	15
3. - Descripción de los trabajos desarrollados en el proyecto de Ampliación y Modernización de la Subestación eléctrica Texcoco	17
3.1. -Actividades de Modernización	17
3.2. - Actividades de Ampliación	18
3.3. - Actividades previas para recepción de línea Tuxpan-A3380- Texcoco y reacomodo de bahías.	19
3.4. - Actividades para el seccionamiento a 4 barras de 400 Kv.	23
3.5. - Ruta critica para la puesta en servicio de la Línea TUV-A3380-TEX	24
4. - Conclusiones	25

RESUMEN

El Sistema Eléctrico Nacional, a crecido en proporción directa al aumento de las necesidades para suministrar la energía eléctrica a la Republica Mexicana, para impulsar el desarrollo sostenido del país.

Para cumplir con esta función la Comisión Federal de Electricidad a construido Centrales Generadoras a lo largo del territorio nacional, así como líneas de transmisión y subestaciones de potencia para transportar y distribuir la energía eléctrica a los centros de consumo.

Las subestaciones de potencia de 400/230 kv. Construidas entre los años de 1960 a 1970 presentan en la actualidad deficiencias en el equipo instalado debido a los años de servicio, además de ser cada vez mayor la demanda de energía eléctrica a los grandes centros de consumo como son el Distrito Federal y Área Metropolitana.

Para poder atender la demanda creciente de energía eléctrica, la CFE moderniza sus instalaciones cambiando su equipo eléctrico primario de potencia, aumentando la capacidad de los Bancos de Transformadores de las Subestaciones, así como construyendo mas líneas de Transmisión y Subestaciones Eléctricas.

La Subestación Texcoco de 400/230 kv forma parte del doble anillo de 400 kv para suministrar energía eléctrica al Distrito Federal y Área Metropolitana, siendo esta construida en 1965, iniciando el proceso de modernización y ampliación en el año de 1996 y concluye en el año 2004, para dar mayor confiabilidad y continuidad en la operación de esta instalación importante del Sistema Eléctrico Nacional.

INTRODUCCIÓN

Debido a que algunas Subestaciones Eléctricas de Potencia, se construyeron con arreglos poco flexibles, las cuales cumplían con las necesidades de la época; con el crecimiento del Sistema Eléctrico Nacional, fue necesario mejorar las necesidades de este crecimiento, modernizando y ampliando subestaciones con mas de 20 años en operación.

Razón por la cual Comisión Federal de Electricidad, planeó la necesidad de modernizar y ampliar 25 Subestaciones de Potencia a Nivel Nacional, incrementando la capacidad de transformación y sustituyendo el equipo eléctrico primario obsoleto, incluyendo Transformadores de Corriente, Dispositivos de Potencial, Interruptores de Potencia, en los que haya sido rebasada su capacidad interruptiva, así como el mejoramiento del arreglo de barras, cambios de esquemas de protección de Bancos y Líneas, viéndose involucrada en este proyecto, **La Subestación Eléctrica Texcoco**, subestación localizada en el doble anillo para la alimentación de energía eléctrica a la Ciudad de México y Área Metropolitana, punto estratégico de la red eléctrica nacional.

Las actividades de modernización y ampliación de esta instalación, dan inicio en el año de 1990 con la planeación de programas integrales, que incluye la ingeniería, requisiciones, licitaciones de obra civil y electromecánica, así como la puesta en servicio con la participación en esta última actividad por personal de las diferentes especialidades de la Subárea de Transmisión y Transformación Centro.

Con este proyecto de modernización y ampliación de la Subestación Eléctrica Texcoco, se aumentó la confiabilidad y flexibilidad en su operación y mantenimiento, para con ello garantizar la continuidad del servicio de energía eléctrica a nuestros principales clientes, siendo para el caso de esta Subárea **Luz y Fuerza**, incluyendo principalmente el arreglo de 2 a 4 barras en 400 KV, sustitución de equipos obsoletos ó aquellos que por el

crecimiento del Sistema Eléctrico Nacional han rebasado sus características particulares de operación.

El Departamento de Subestaciones y líneas del cual formo parte esta a cargo de la supervisión y realización de los trabajos de ampliación, seguimiento de obras civiles, electromecánicas y puesta en servicio de alimentadores, instalación y sustitución de Transformadores de Potencia, Donde participé activamente en estas actividades

1. -ANTECEDENTES

La Subestación Eléctrica Texcoco: Subestación Receptora – Reductora de 400 / 230 / 34.5 KV es de gran importancia para el intercambio de energía eléctrica entre los sistemas: Central, Occidental, Oriental y Sureste de Comisión Federal de Electricidad.

1.1 LOCALIZACIÓN

La Subestación Eléctrica Texcoco, esta ubicado en el Km 47.2 de la Carretera Federal México – Veracruz vía Calpulalpan Tlaxcala en la parte oriente del Estado de México con las siguientes coordenada 99° 33' longitud oeste y 19° 33' latitud norte.

1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA SUBESTACIÓN

Subestación Interconectada al doble anillo metropolitano de 400 KV, el cual está formado por 9 Subestaciones Eléctricas de Potencia para respaldar el suministro de energía eléctrica al Distrito Federal y Área Metropolitana, Subestaciones a cargo de la Comisión Federal de Electricidad y Luz y Fuerza, siendo:

- Subestación Eléctrica Tula (CFE)
- Subestación Eléctrica Victoria (LyF)
- Subestación Eléctrica Nopala (C.F.E.)
- Subestación Eléctrica San Bernabé (LyF)
- Subestación Eléctrica Topilejo (C.F.E.)
- Subestación Eléctrica La Paz (LyF)
- **Subestación Eléctrica Texcoco (C.F.E.)**
- Subestación Eléctrica Teotihuacan (LyF)

La Subestación Texcoco, cuenta con una capacidad de transformación de 1830 MVA en el voltaje de 400 / 230 / 34.5 KV con tres bancos de Potencia constituidos por 9 fases de auto transformadores de 125 MVA de capacidad por fase, cuenta con 1 banco de transformadores monofásicos con una capacidad de 105 MVA's por fase, 400/17.5 Kv. para suministrar energía

al arreglo del Compensador Estático de Potencia Reactiva (CEV) el cual tiene una capacidad de -90 a +300 MVAR inductivos – capacitivos.

El compensador estático es capaz de mejorar varios aspectos relacionados con el comportamiento de los sistemas de transmisión hasta hoy en día, las principales aplicaciones de los CEV's son las siguientes:

- Control de sobretensiones temporales
- Prevención de colapso de voltaje
- Mejoramiento de la estabilidad transitoria
- Mejoramiento del amortiguamiento de oscilaciones del sistema.

Los CEV son utilizados para el balance de las tres fases de sistemas que alimentan cargas desbalanceadas, para minimizar fluctuaciones de voltaje de suministro causadas por la cargas de impacto repetitivo, como excavadoras de plantas mineras, molinos y hornos de arco para fundición.

El arreglo eléctrico original de La Subestación Texcoco en 400 y 230 KV, fue de doble barra principal con barra de transferencia con equipo eléctrico primario formado por cuchillas seccionadoras, interruptores de potencia, transformadores de corriente, trampas de onda, dispositivos de potencial y apartarrayos de diferentes marcas, como son BROWN BOVERI, AEG, ALTSTOM, SPRECHER – AND SHUNT y con transformadores de potencia de las marcas MITSUBISHI y PARSON PEEBLES.

Actualmente se tienen 18 bahías en 400 KV, 9 para líneas de transmisión 3 para bancos de potencia, 2 bahías para amarre de barras, 1 bahía para transferencia, 2 bahías para seccionamiento de buses y 1 bahía para alimentar el compensador estático, en los circuitos antes mencionados se tienen interruptores de potencia de diferentes marcas, 2 de la marca BROWN – BOVERI tipo DLN-NCA4, 12 interruptores tipo HPL, 1 interruptor SPRECHER AND SHUCH, 3 interruptores marca IMEX 3AS3, la capacidad del equipo antes mencionado es de 25 – 50 GVA'S, 3 bancos de potencia con auto transformadores de la marca IEM hechos en México y 1 banco de transformadores monofásicos de la marca ASEA BROWN BOVERI.

El nivel de corto circuito trifásico y monofásico en buses de 230 y 400 KV son los siguientes:

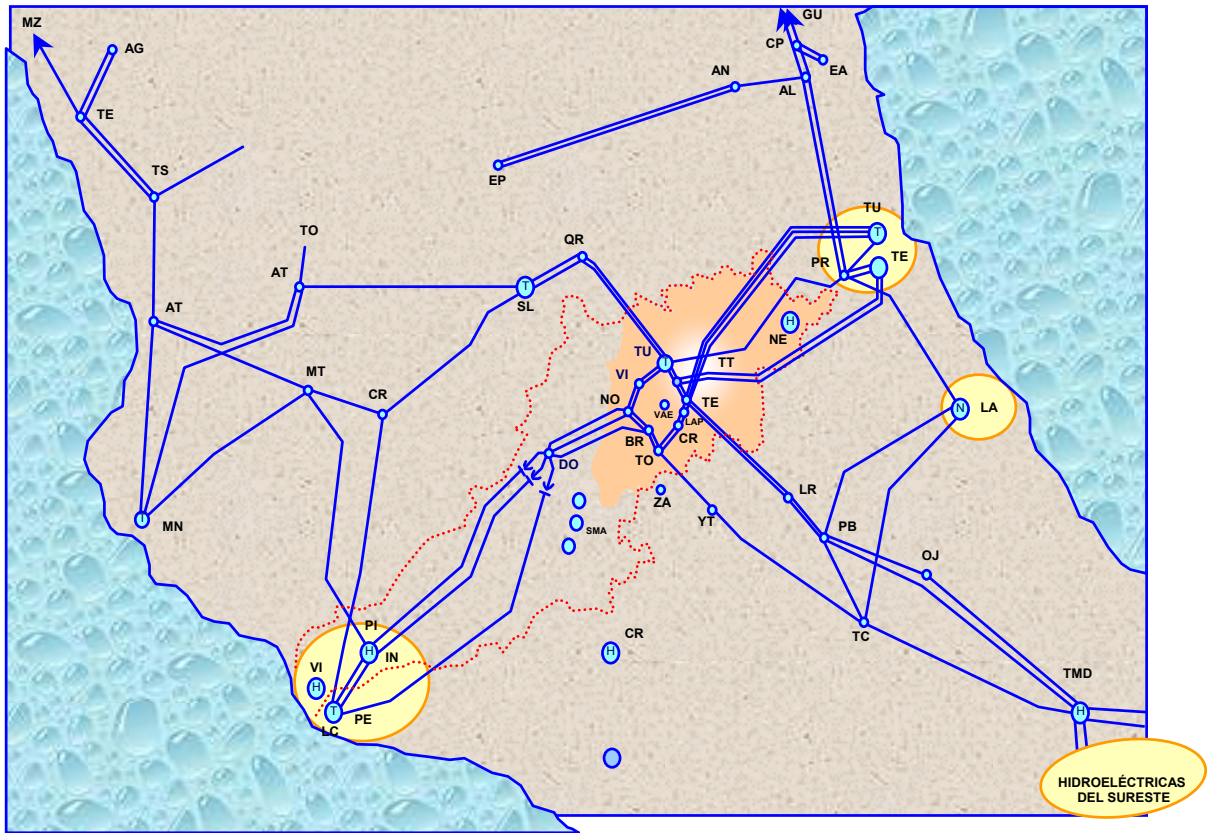
Nivel de voltaje	Falla Trifásica	Falla Monofásica
400 KV	27,109 Amp	26,021 Amp
230 KV	35,984 Amp.	39,389 Amp

En 230 KV, se tienen 13 interruptores instalados, distribuidos de la siguiente forma: 8 para líneas, 3 para bancos de potencia, 1 para amarre de barras y 1 para bahía de transferencia, los cuales son de diferentes marcas: 5 IMEX tipo 3AS2, 4 SIEMENS 3AS2 y 2 ALSTOM.

La Subestación Texcoco entró en operación comercial en el año 1965 en su primera etapa, teniendo ampliaciones en dos décadas posteriores, motivo por el cual se ha tenido incremento de niveles de corto circuito, viéndose afectado el nodo de 230 KV.

Para brindar confiabilidad a la Subestación Eléctrica Texcoco, por la importancia que tiene dentro del anillo metropolitano y troncal de 400 KV, se propuso a la Coordinadora de Transmisión y Transformación llevar a cabo el Proyecto de Modernización, cambiando parte del equipo eléctrico primario de 230 y 400 KV, aumento de capacidad en transformación y seccionamiento a 4 barras para dar una mayor confiabilidad operativa, proyectos que nos ocupan para el desarrollo de esta memoria.

Anillo Metropolitano de 400 KV



Por la ubicación geográfica en donde se encuentra es parte vital para el suministro de energía eléctrica al Distrito Federal, siendo parte medular del Sistema Interconectado Nacional

2. - DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA TEXCOCO

Este proyecto fue considerado en tres etapas, participando un servidor en la supervisión y coordinación de actividades con las diferentes áreas involucradas para la realización de estos trabajos siendo estas las siguientes:

2.1 Primera Etapa

El proyecto contempló el montaje y puesta en servicio, para la sustitución de 10 interruptores de potencia, 7 piezas de 400 KV y 3 piezas de 230 KV, sustitución de 29 juegos de transformadores de instrumentos (transformadores de corriente y dispositivos de potencial) y 14 juegos de apartarrayos para instalarse en líneas de transmisión.

2.2 Segunda Etapa

Aumento de capacidad en transformación de la energía eléctrica de 450 MVA's a 1,125 MVA's reemplazando los 2 bancos de auto transformadores de potencia monofásicos por 3 bancos de auto transformadores de 375 MVA cada uno.

Reubicación de 4 bahías de equipo eléctrico de potencia de 400 KV hacia el lado sur de la Subestación para liberar espacio y acondicionar la llegada de la tercera línea de 400 KV procedente de la Central Termoeléctrica Presidente Adolfo López Mateos de Tuxpan Veracruz.

Integración de 2 líneas de transmisión para reforzar el anillo central de 230 KV; y un compensador estático de potencia reactiva de -90 a + 300 MVAR, que tiene como función regular el voltaje en el bus de 400 KV, mejorando la transformación hacia 230 KV, brindando calidad de voltaje a nuestro cliente LYF.

2.3 Tercera Etapa

Como se indica en las características de esta subestación Texcoco el arreglo original de 400 y 230 KV, era de doble barra principal con barra de transferencia.

Para tener una mayor confiabilidad operativa, se llevo a cabo el seccionamiento de barras en 400 KV, para hacer un arreglo a 4 barras principales con transferencia, integrando en la parte central de La Subestación, cuchillas seccionadoras, transformadores de corriente e interruptores, así como una protección diferencial de 4 zonas, esto con la finalidad de prevenir un disturbio en cualquiera de las barras principales o problemas por falla de interruptor no se pondría en riesgo una barra completa, únicamente se afectaría $\frac{1}{4}$ de barra, se observará a detalle en los diagramas unifilares operativos a doble y a 4 barras ambos arreglos con bus de transferencia.

2.4. - CONDICIONES COMPARATIVAS DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA TEXCOCO, CON RESPECTO AL EQUIPO PRIMARIO ANTES Y DESPUÉS DEL INICIO DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN Y MODERNIZACIÓN.

Equipo Primario	Antes	Después
Arreglo de Subestación	Doble barra principal con transferencia, doble conductor por fase de aluminio ACSR de 1113 MCM.	Cuatro barras principales con bus de transferencia, doble conductor por fase de 1113 MCM
Capacidad en Transformación	2 Bancos de Potencia monofásicos; 400/230/14.7 MVA por fase. Totalizando 450 MVA's de capacidad instalada.	3 Bancos de Potencia monofásicos de: 400/230/34.5 KV de 125 MVA por fase. Totalizando 1125 MVA'S de capacidad instalada.
Reserva	1 Autotransformador monofásico 400/230/14.7 KV, con capacidad de 75 MVA's	1 Autotransformador monofásico 400/230/34.5 KV, con capacidad de 125 MVA's
Transformador Regulador Trifásico	2 Transformadores de 10.5 MVA's conectados al bus terciario, con cambiador de derivación bajo carga.	Los bancos de Potencia actuales cuentan con cambiador de derivación bajo carga.
Reactores Trifásicos	2 Reactores conectados al bus terciario de 25 MVAR's, totalizando 50 MVAR's	Compensador Estático de Potencia Reactiva con una capacidad total de -90 MVAR inductivos y 300 MVAR capacitivos. El sistema CEV consiste de los siguientes componentes: <ul style="list-style-type: none"> • Un Banco de Transformadores monofásicos de 400/17.5

Equipo Primario

Antes

KV, con capacidad de 105 MVA por fase, totalizando 315 MVA.

- Una rama de reactores controlados por tiristores de 150 MVAR.

Después

- Un banco de capacitores switchados por tiristores de 150 MVAR.
- Un banco de capacitores switchados mecánicamente de 90 MVAR.
- Una rama de filtros de 5ª armónica de 42 MVAR.
- Una rama de filtros de 7ª armónica de 18 MVAR.
- Un Transformador de reserva de 105 MVA, capacitores de diferentes valores para ramas y refaccionamiento de tiristores.

Bahías de equipo Primario

12 bahías de 400 KV, con la siguiente distribución:

- 8 para líneas de transmisión (A3310, A3120, A3780, A3680, A3860, A3960, A3850, A3950).

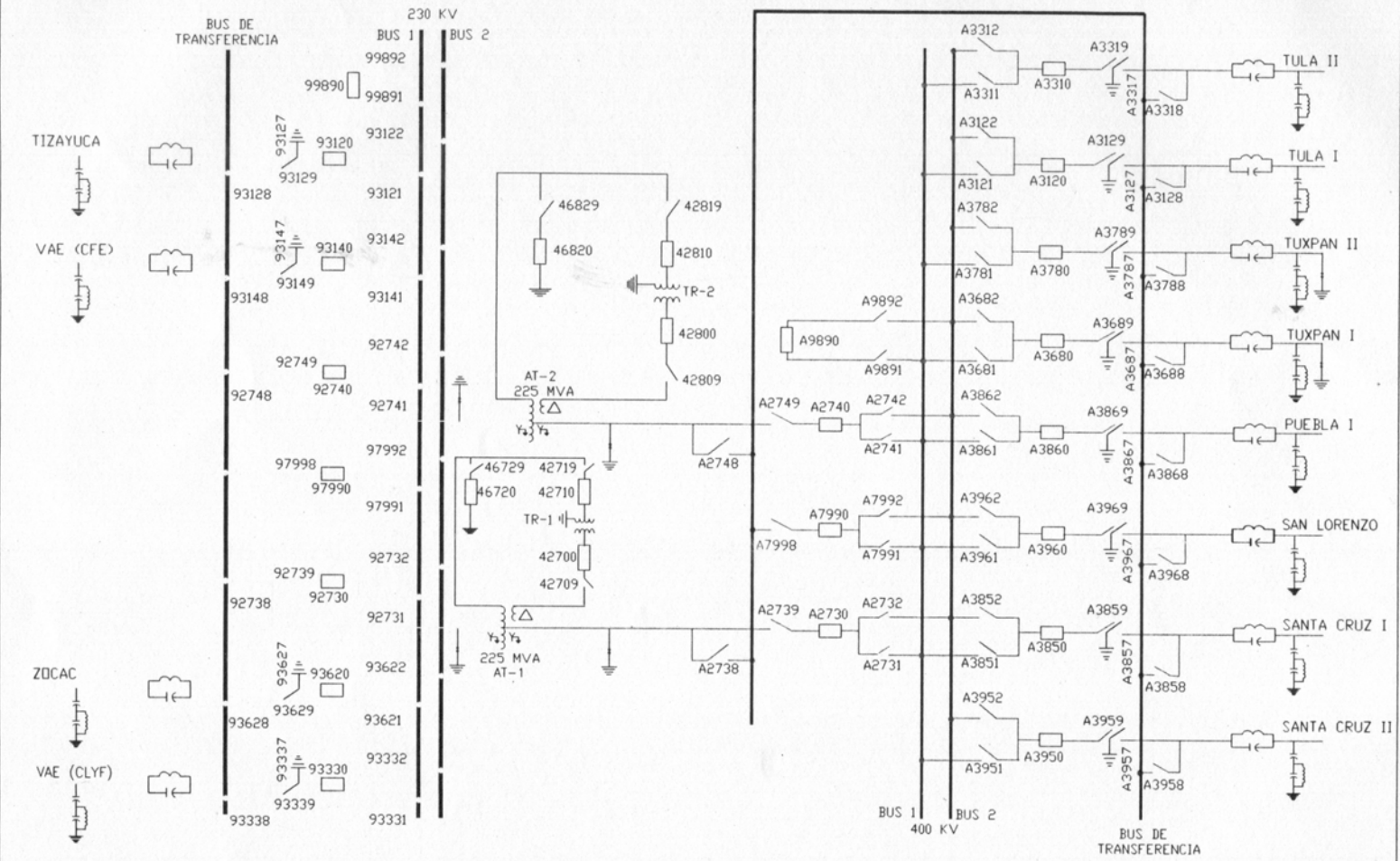
18 Bahías de 400 KV, con la siguiente distribución:

- 9 Para líneas de Transmisión (A3310, A3120, A3780, A3680, A3380, A3860, A3960, A3850, A3950)

Bahías de equipo Primario

- 2 para banco de potencia (A2730 y A2740)
- 1 para amarre de bus (A9890)
- 1 para transferencia (A7990)

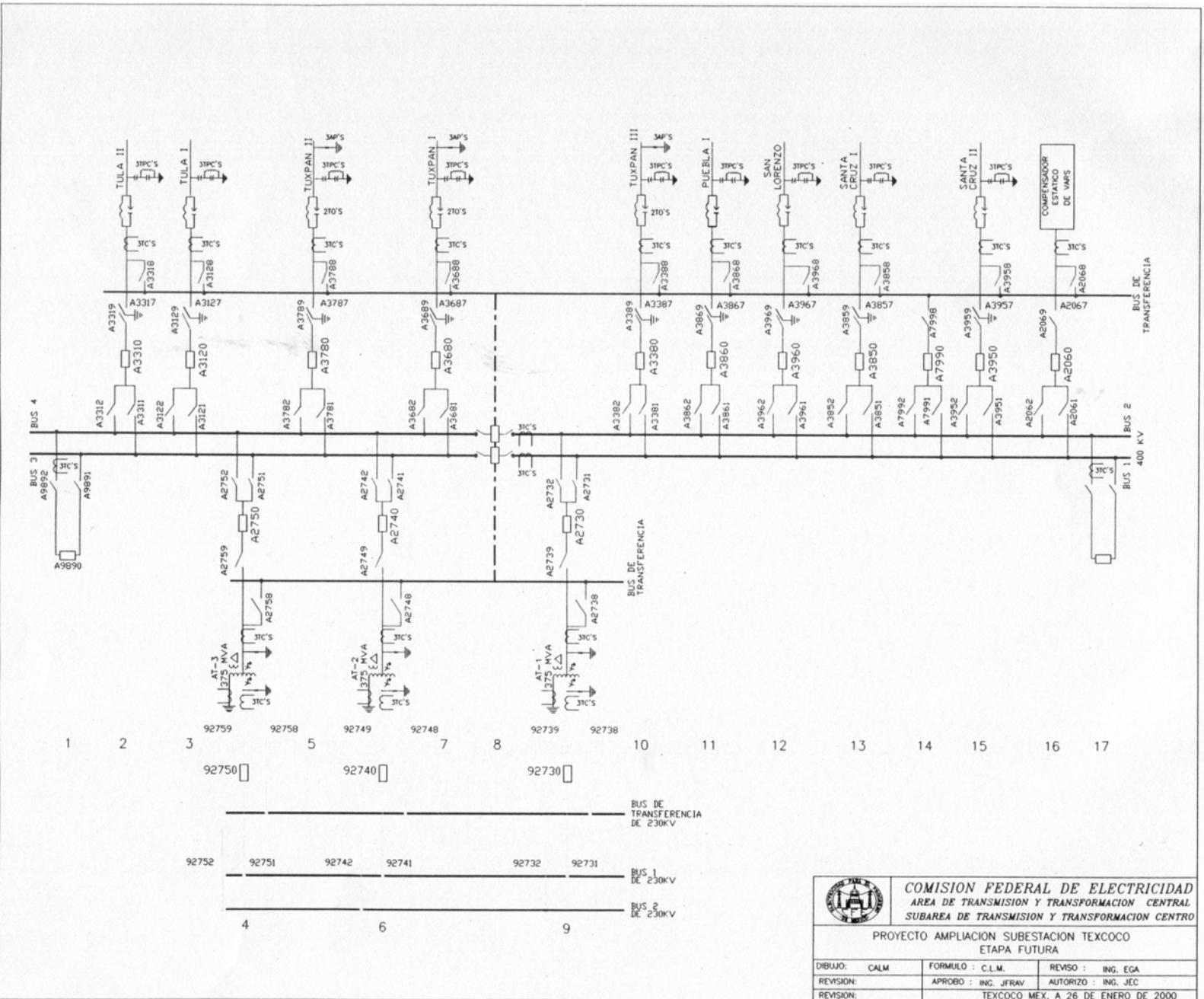
- 3 para banco de potencia (A2730, A2740 y A2750)
- 2 para amarre de bus (A9830 norte y A9900 Sur)
- 1 para transferencia (A7990)
- 2 para seccionamiento de buses 1 y 2.
- 1 de compensador estático de potencia reactiva.



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD	
AREA DE TRANSMISION Y TRANSFORMACION CENTRAL	
SUBAREA DE TRANSMISION Y TRANSFORMACION CENTRO	
DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACION TEXCOCO	
FORMULO : C.L.M.	REVISO : ING. JFRAV
APROBO : ING. E.G.A.	AUTORIZO : ING. JEC
TEXCOCO MEX., A 1 DE DICIEMBRE DE 1996.	

2.5 DIAGRAMAS UNIFILARES DE LASUBESTACION TEXCOCO
 2.5.1 ANTES DE INICIAR PROYECTO DE MODERNIZACION Y AMPLIACION

2.5.2. - DIAGRAMA UNIFILAR DE SUBESTACION TEXCOCO CON EL ARREGLO FINAL DE AMPLIACIÓN - MODERNIZACIÓN Y SECCIONAMIENTO A 4 BARRAS PRINCIPALES CON TRANSFERENCIA EN 400 KV.



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
 AREA DE TRANSMISION Y TRANSFORMACION CENTRAL
 SUBAREA DE TRANSMISION Y TRANSFORMACION CENTRO

PROYECTO AMPLIACION SUBESTACION TEXCOCO
 ETAPA FUTURA

DIBUJO: CALM	FORMULO: C.L.M.	REVISO: ING. EGA
REVISION:	APROBO: ING. JFRAV	AUTORIZO: ING. JEC
REVISION:	TEXCOCO MEX. A 26 DE ENERO DE 2000	

3. - DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DESARROLLADOS EN EL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA TEXCOCO DONDE SE PARTICIPÓ EN LA REALIZACION DE LOS MISMOS.

El Proyecto de ampliación y modernización de La Subestación Eléctrica Texcoco, da inicio con Presupuesto de Explotación e Inversión del Área de Transmisión y Transformación Central, Proyectos de Inversión Diferida en el Registro del Gasto (PIDIREGAS), aplicados por la Coordinadora de Proyectos de Transmisión y Transformación de Comisión Federal de Electricidad,

Iniciando mi participación en estas Actividades en el mes de enero de 1996, como responsable de la oficina de Subestaciones y Líneas de Transmisión de la Subarea de Transmisión Centro al mando de personal Técnico de Líneas y Subestaciones así como en la coordinación de las actividades con el Área de Operación Sistema Central y el Centro Nacional de Control de Energía, con personal de LYF y personal de otros departamentos para efectuar las diferentes etapas del proyecto de modernización y ampliación de la Subestación Eléctrica Texcoco, concluyendo en su totalidad en mayo del 2004.

3.1 Actividades de Modernización

Fecha de realización

- | | |
|---------------------|--|
| 21/01/96 – 14/06/97 | Participé en los trabajos para tramitar y coordinar las licencias para efectuar los trabajos de sustitución de 12 Transformadores de corriente de 400 KV en las bahías de líneas: TEXCOCO-A3850-LA PAZ, TEXCOCO-A3950-LA PAZ, PUEBLA DOS-A3860-TEXCOCO y PUEBLA DOS-A3960-TEXCOCO. |
| 15/04/97 – 28/07/97 | Participé en los trabajos para efectuar el reemplazo de 12 Dispositivos de Potencial de 400 KV en bahías de líneas: PUEBLA DOS-A3860-TEXCOCO, PUEBLA-A3960-TEXCOCO, TEXCOCO-A3950-LA PAZ y TEXCOCO-A3850-LA PAZ. |

- 15/09/97 - 20/09/97 Participé en los trabajos para efectuar el cambio de 1 Interruptor de 400 KV del circuito TEXCOCO-A3960-LA PAZ, por uno de mayor capacidad interruptiva.
- 15/10/98 - 19/10/98 Participé en el Cambio y Puesta en servicio del interruptor de 400 KV en banco de Auto transformador número 2 A2740.
- 15/10/98 - 30/10/98 Participé en el Mantenimiento mayor a interruptor marca SIEMENS de 230 KV y puesta en servicio en la bahía del banco de auto transformador no. 2 (AT2) con nomenclatura 92740.
- 05/05/99 – 18/05/99 Participé en el mantenimiento mayor a interruptor marca SIEMENS de 230 KV y puesta en servicio en circuito TEXCOCO-93620-ZOCAC.
- 09/26/99 – 10/26/99 Participé en la Instalación de 3 Transformadores de Potencial inductivos en bus número 1 de 400 KV.

3.2 Actividades de Ampliación

- 07/15/97 – 20/10/97 Participé en la recepción e instalación de las estructuras mayores y trabes de acero para prolongación de buses de 400 y 230 KV.
- 29/10/97 – 06/11/97 Participé en los trabajos electromecánicos para la prolongación de buses principales en 400 y 230 KV, para instalar equipos eléctricos primarios en bahías de auto transformador no. 3 (AT3), con nomenclatura (92750) lado 230 Kv, lado 400 kv con nomenclatura de operación (A2750) y circuito de línea TUXPAN-A3780-TEXCOCO con desvío por bus bajo.
- 13/10/97 – 02/12/97 Participé en la construcción y montaje electromecánico de equipo eléctrico primario, pruebas eléctricas preoperativas y puesta en servicio de bahía de 400 KV, instalada a lado sur de La Subestación por bus bajo para desvío de circuito de línea TUXPAN-A3780-TEXCOCO, y desocupar bahía original para montaje del equipo primario del banco de auto transformadores de potencia no. 3 (AT3).
- 03/12/97 – 04/12/97 Participé en la puesta en servicio Banco de Potencia no. 3 (AT3) de 375 MVA's 400/230/34.5 KV, con su respectivo equipo primario en bahías lado 400 Kv y lado 230 Kv A2750 y 92750 respectivamente, efectuando

- revisión de ingeniería de diagramas esquemáticos de control, pruebas preoperativas y puesta en servicio.
- 04/05/98 – 08/05/98 Participé en los trabajos electromecánicos para efectuar la Prolongación de buses de 230 KV, y reubicar los circuitos de líneas TEXCOCO-93330-VALLE DE MEXICO y VALLE DE MEXICO-93630-ZOCAC, en bahía futuras de líneas a Subestación Eléctrica Chapingo.
- 09/04/98 – 08/05/98 Participé en la puesta en servicio 2 bahías de 230 KV, para reubicación de circuitos TEXCOCO-93330-VALLE DE MEXICO y TEXCOCO-93630-ZOCAC utilizando 2 bahías futuras Chapingo, para reforzar la Red de 230 KV de Luz y Fuerza.
- 16/04/98 – 21/04/98 Participé en los trabajos para recalibración del conductor de barra de transferencia de 230 KV, de un conductor por fase de 900 MCM a 2 conductores por fase del mismo calibre.
- 29/04/98 – 08/05/98 Se participó en la apertura de la Línea y puesta en servicio de una bahía de 230 KV para entroncar al bus de 230 Kv. De la subestación Texcoco La línea Valle México-93630-Zocac, modificando la trayectoria de esta línea quedando como TEX-93600-ZOC, y TEX-93630-VAE efectuando revisión de ingeniería de diagramas esquemáticos de control, pruebas eléctricas, y pruebas de puesta en servicio.

3.3. - Actividades previas para recibir el tercer circuito TUXPAN-TEXCOCO de 400 KV, con reacomodo de bahías de líneas y bancos de potencia.

- 09/07/98 – 19/07/98 Participé en los trabajos para efectuar la reubicación temporal de bahías de líneas de 400 Kv. TEXCOCO-A3850-LA PAZ, en bahía TEXCOCO-A3860-PUEBLA DOS, construyendo un BY PASS entre estos circuitos, con estructuras de emergencia de la marca PRINEX Canadienses para no perder la continuidad del servicio eléctrico al Distrito Federal e instalar estructura intermedia de doble circuito por Luz y Fuerza entre estructuras 1 y 2 de circuitos de línea TEXCOCO-A3850-LA PAZ, para reubicación de bahías.

- 09/07/98 – 28/08/98 Participé en la construcción y recepción del tramo de línea de 400 KV de 4.6 KM con montaje de 10 estructuras auto soportadas para desvío de LT TEXCOCO-A3960-LORENZO POTENCIA a la llegada al marco de remate de la Subestación Texcoco.
- 11/07/98 – 16/08/98 Participé en la construcción, montaje electromecánico de equipo primario, tendido de cable de control, pruebas eléctricas preoperativas y de puesta en servicio de bahía de 400 KV para reacomodo en forma definitiva del circuito TEXCOCO-A3950-LA PAZ, aplicando y revisando la ingeniería de diagramas esquemáticos de control, calculo de ajustes, pruebas preoperativas y de puesta en servicio
- 17/08/98 – 04/09/98 Se participo en los trabajos de reubicación en bahía anterior de línea TEXCOCO-A3950-LA PAZ el circuito TEXCOCO-A3960-LORENZO POTENCIA efectuando pruebas eléctricas, preoperativas, revisión de ingeniería de diagramas esquemáticos de control, calculo de ajustes, y pruebas de puesta en servicio.
- 05/09/98 – 16/09/98 Se participó en los trabajos para la reubicación en bahía anterior A3960 el circuito TEXCOCO-A3860-PUEBLA DOS, efectuando pruebas eléctricas preoperativas, revisión de ingeniería de diagramas esquemáticos de control, calculo de ajustes y puesta en servicio.
- 14/06/97 – 13/08/98 Se participó en la supervisión de los trabajos para efectuar el retiro de las fases del Banco de Auto transformadores antiguo (AT2) de 225 MVA's, se da inicio a la obra civil para llevar a cabo las nuevas cimentaciones para recibir los nuevos Auto transformadores (AT4-2) de 375 MVA's.
- 13/08/98 – 23/10/98 Se participó en la Instalación y puesta en servicio del banco de Auto transformadores de Potencia de mayor capacidad AT4-2 de 375 MVA's 400/230/34.5 con cambio de 6 Transformadores de Corriente de 400/230 KV, 6 apartarrayos de 400 KV, 2 interruptores e instalación de 3 Dispositivos de Potencial de 230 KV, en bahía A2740 de 400 Kv. y

92740 en 230 Kv. efectuando revisión de ingeniería de diagramas esquemáticos de control, pruebas preoperativas y de pruebas de puesta en servicio.

23/10/98 – 22/12/98

Se participó en los trabajos relacionados para la Recepción de la nueva línea TUXPAN-A3380-TEXCOCO con 257 KM, de longitud con tres conductores por fase de 1113 MCM, revisando 235 estructuras y 107 Km de línea en atención de esta Subárea Centro, de la estructura no. 365 a la 600 y remate en el marco de la Subestación Texcoco. En los estados de Puebla, Tlaxala y Estado de México.

De la estructura 1 a la 364 es atendida por la Subarea Poza Rica.

17/09/98 – 22/12/98

Se participó en la supervisión de los trabajos para recibir en bahía desocupada del circuito TEXCOCO-A3860-PUEBLA DOS reubicado con anterioridad, el tercer circuito TUXPAN-A3380-TEXCOCO, realizando las siguientes actividades: reemplazo del interruptor MERLIN GERINE por interruptor SIEMENS tipo 3AS4 con resistencias de preinserción, reemplazo de cable de control entre fases de equipo primario, realizando pruebas eléctricas preoperativas, revisión de ingeniería en diagramas esquemáticos de control, calculo de ajustes y puesta en servicio.

28/01/99 – 30/06/99

Se participó en la supervisión de las actividades para retirar los auto transformadores de banco 1 con capacidad de operación 225 MVA's 400/230/14.7 KV, Quedando fuera de servicio para iniciar la obra civil de las nuevas cimentaciones y recibir los nuevos transformadores (AT 5-1) de 375 MVA's.

06/03/99 – 24/05/99

Se participó en los trabajos para efectuar el reforzamiento estructural en columnas y trabes de la ampliación para la bahía del Compensador Estático de Potencia Reactiva (CEV).

- 13/04/99 – 30/07/99 Se participó en la supervisión y coordinación de actividades para la construcción y puesta en servicio del Compensador estático de Potencia Reactiva de –90 MVAR inductivos y 300 MVAR capacitivos, con banco de transformadores monofásico de 315 MVA's 400/17.5 KV.
- 03/07/99 – 4/11/99 Se participó en el montaje de las estructuras mayores de columnas y traveses para ampliación de buses de 400 KV y construcción de bahía para Amarre Norte 400 KV.
- 15/11/99 – 18/11/99 Se participó en la supervisión de los trabajos para la recepción y puesta en servicio de bahía de amarre de buses de 400 KV, lado norte de Subestación Texcoco, efectuando pruebas eléctricas preoperativas, revisión de Ingeniería de diagramas de control y puesta en servicio.
- 16/09/99 – 29/12/99 Se participó en la supervisión de los trabajos de construcción y puesta en servicio del banco de auto transformadores (AT 5-1) de 375 MVA's 400/230/34.5 KV, en bahía antigua, amarre de buses lado 230 Kv. modificando el arreglo de la disposición del equipo primario lado 400 KV, ubicándolo con simetría similar a equipos de líneas existentes y utilizando el puente antiguo de la prolongación de buses de transferencia, utilizando aislador soporte para conectar los bancos de potencia, Revisión de Ingeniería de diagramas esquemáticos, de control, integración de cable de control nuevo, realización de pruebas eléctricas preoperativas, calculo de ajustes y puesta en servicio.
- En esta actividad se incluyó el recorrimiento del puente de interconexión de bus de transferencia de 400 KV perpendicular a líneas y bancos de potencia; modificando columna K5, cúpula y trabe T2W intermedia entre Buses 1 y 2 de 230 Kv. e instalación de columna C4 y T2. lado 400 Kv. Modificando interconexión con interruptor A9890 de amarre de barras de 230 Kv. por medio de aislador soporte.

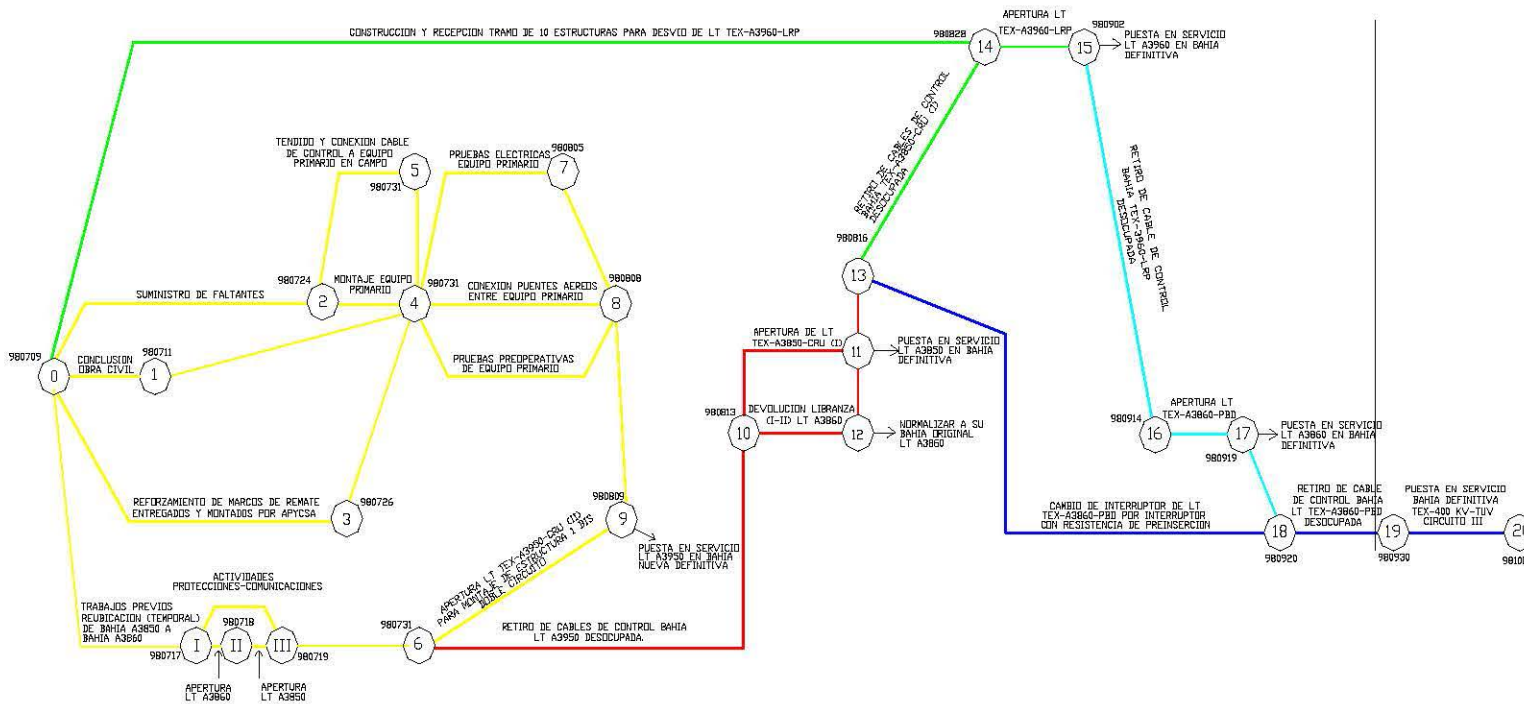
- 23/12/03 – 28/12/03 Se participó en los trabajos para la Instalación de una estructura de remate doble circuito de 400 KV, para el desvío de las líneas TUXPAN-A3680-A3780-TEXCOCO, para reacomodo de bahías en Subestación.
- 27/12/03 – 28/12/03 Se participó en las actividades para la puesta en servicio de Interruptor de Transferencia A7990 de 400 KV en bahía antigua de línea A3780 lado sur de Subestación.
- 09/05/04 – 18/06/04 Se participó en los trabajos electromecánicos para efectuar el arreglo en bus terciario de banco de auto transformadores número 1 para conectar los servicios propios del Compensador Estático de Potencia Reactiva instalando cable subterráneo, transformador de baja tensión de 34.5/0.44 Kv. Interruptor de baja tensión y pruebas eléctricas preoperativas.

3.4 Seccionamiento a 4 barras de 400 Kv.

- 31/05/04 Se participó en las actividades para seccionar las barras 1 y 2 de 400 kv a 4 barras de 400 kv integrando 2 interruptores de potencia, equipo de medición transformadores de corriente y transformadores de potencial, cuchillas seccionadoras. Queda en operación el arreglo del Seccionamiento de Buses de 400 KV.
- 31/05/04 Con esta fecha queda en servicio el Equipo Eléctrico de bahía para amarre de buses de 400 kv lado sur.

Como se observa de la relación de actividades del año de 1996 al 1998, se desarrolla el proyecto en su mayoría ya que existió el compromiso de cumplir con el programa emergente para soportar la demanda máxima de energía eléctrica en el Distrito Federal y Área Metropolitana, para el cuarto trimestre de 1998 y el primer trimestre de 1999 por deficiencias en el sistema, de lo cual fue requerimiento indispensable concluir las obras especificadas en La Subestación Eléctrica Texcoco durante los meses de Septiembre y Octubre de 1998.

**PUESTA EN SERVICIO LT 400 KV TUXPAN VAPOR-TEXCOCO
CIRCUITO III**



- ETAPA 1
- ETAPA 2
- ETAPA 3
- ETAPA 4
- ETAPA 5

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
AREA DE TRANSMISION Y TRANSFORMACION CENTRAL
SUBAREA DE TRANSMISION Y TRANSFORMACION CENTRO

RUTA CRITICA DE PUESTA EN SERVICIO DE
LT TEX-400 KV-TUV EN S.E. TEXCOCO

12 DE JULIO DE 1998

3.5. - Ruta crítica de Puesta en Servicio de línea de Transmisión de 400 KV (Tercer circuito TUXPAN-A3380-TEXCOCO)

Conclusiones

Derivado al crecimiento en el suministro de Energía Eléctrica, dentro de la Republica Mexicana, con **demanda máxima de 26,000 MW en 1990**, La Comisión Federal de Electricidad, ha llevado a cabo Proyectos de Instalación y Ampliación de Plantas Generadoras de energía eléctrica, Subestaciones Eléctricas de Potencia y Líneas de Transmisión, en puntos estratégicos de la República Mexicana, para satisfacer la demanda esperada de 30,000 MW para el año 2004; siendo en particular el caso que nos ocupa el respaldo de energía para el Distrito Federal y Área Metropolitana de una demanda máxima de 6,240 MW en 1996, con incremento al año del 2003 de 8,000 MW, lo que dio origen al Proyecto de Modernización y Ampliación de La Subestación Eléctrica Texcoco, mediante la entrada de energía eléctrica generada en la Central Termoeléctrica Adolfo López Mateos "Tuxpan Vapor" instalada en Tuxpan Veracruz a 257 km de distancia, totalizando en la Subestación Eléctrica Texcoco 3,120 MW en demanda horaria en el año 2003; por lo tanto la esta subestación aporta el 40% de suministro de energía a la Ciudad de México y Área Metropolitana.

Como se puede observar la operatividad de la Subestación Eléctrica Texcoco, es primordial para el Desarrollo en general del Centro del País, El proyecto de Modernización y Ampliación de esta Instalación reviste una mayor importancia en su ejecución de las Etapas antes descritas, ya que los trabajos se realizaron con las mínimas afectaciones de carga, para mayor confiabilidad operativa (continuidad), se concluye este proyecto con el seccionamiento de buses de 400 KV de 2 a 4 barras, para que en caso de falla en cualquier bus o interruptor se vea afecta una cuarta parte de los Buses de 400 kv..

El costo de este proyecto se desglosa de la siguiente forma:

No.	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo					
				Unitario	Equipo	Construcción	Pta en Servicio	Total	
1	Interruptor de Potencia 400 KV	Pz	11	1,500,000	16,500,000	825,000	330,000	17,655,000	
2	Cuchillas desconectadoras	Jgo	22	700,000	15,400,000	770,000	308,000	16,478,000	
3	Sistema de Tierra	m	2,300	522	1,200,000	60,000	24,000	1,284,000	
4	Tableros de control para Lt y Bancos de Potencia	pz	6	400,000	2,400,000	120,000	48,000	2,568,000	
5	Tableros de servicios propios de VCA y VCD	pz	4	250,000	1,000,000	50,000	20,000	1,070,000	
6	Banco y cargadores de baterías	pz	2	750,000	1,500,000	75,000	30,000	1,605,000	
7	Cables de Control diferentes calibres	m	100,000	16	1,600,000	80,000	32,000	1,712,000	
8	Equipo de comunicación	Pz	2	250,000	500,000	25,000	10,000	535,000	
9	Equipo de Compensador Estático con obra civil y montaje electromecánico	Lote	1	160,000,000	160,000,000	8,000,000	3,200,000	171,200,000	
10	Bancos de Potencia AT1, AT2 y AT3	Pz	10	15,000,000	150,000,000	7,500,000	3,000,000	160,500,000	
11	Equipo menor	TC's	Pz	48	250,000	12,000,000	600,000	240,000	12,840,000
		DP's	Pz	36	200,000	7,200,000	360,000	144,000	7,704,000
		AP's	Pz	36	180,000	6,480,000	324,000	129,600	6,933,600
		TO's	Pz	18	180,000	3,240,000	162,000	64,800	3,466,800
		TP's	Pz	3	200,000	600,000	30,000	12,000	642,000
12	Esquemas de Protección de barras de 400 KV	Pz	1	1,200,000	1,200,000	60,000	24,000	1,284,000	
13	Trinchera para cables	m	620	2,500	1,550,000	77,500	31,000	1,658,500	
13	Barda Perimetral	m	600	1,200	720,000	36,000	14,400	770,400	
14	Estructura metálica	Ton	250	6,000	1,500,000	75,000	30,000	1,605,000	
15	Buses de 400 KV con herrajes y aislamiento	m	500	500	250,000	12,500	5,000	267,500	
16	Terrenos y Derechos	Hec	8	218,750	1,750,000	87,500	35,000	1,872,500	
				Total	386,590,000	19,329,500	7,731,800	413,651,300	

El costo total aproximado fue de \$ 413'651,300, cargos que se efectuaron por la Coordinadora de Proyectos de Transmisión y Transformación al activo Fijo de la Subestación Eléctrica Texcoco por medio de Actas Entrega Recepción parciales, conforme al avance de este proyecto, resumiendo que de acuerdo a la cantidad de energía en horario de demanda máxima que aporta esta Subestación Eléctrica al Área Metropolitana y considerando que el costo por KW/hr al usuario es de \$1.41, en una hora se suministra 3'120,000 KW/hr, en 94 horas de demanda máxima se recuperaría la inversión del costo de este proyecto, sin considerar el costo de los insumos de los demás procesos que intervienen (Generación, Transmisión, Transformación y Distribución).

Las actividades realizadas en este proyecto, representaron un Gran Esfuerzo y Dedicación de todo el personal técnico y administrativo que participó de esta Subarea de Transmisión Centro, perteneciente a la Gerencia de Transmisión Central de la Comisión Federal de Electricidad, Personal de Base sindicalizada y Confianza, y personal temporal, trabajos realizados en equipo por las Especialidades técnicas de Subestaciones y Líneas de Transmisión, Protección y Medición, Comunicaciones y Control, durante el lapso de tiempo en el que se desarrollo el Proyecto, realizado los trabajos con la convicción de que este representa un beneficio para nuestra nación, en apoyo al desarrollo Tecnológico, Industrial y económico del País.