

109
2 es.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

MANTENIMIENTO DE LA SUBESTACION DE PISTAS
DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA
CIUDAD DE MEXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :
FEDERICO ROSAS VALDES

ASESOR: ING. OSCAR CÉRVANTES TORRES.

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1998.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

259503



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.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL
 AVENIDA DE
 MEXICO

U. N. A. M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES CUAUTITLAN
 ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
 EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
 DIRECTOR DE LA F.E.S.-CUAUTITLAN
 P R E S E N T E .

AT'N: Q. María del Carmen García Mijares
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la F.E.S.-C

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: trabajo de tesis:

"Mantenimiento de la subestación de pistas del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México".

que presenta el pasante: Federico Rosas Valdés
 con número de cuenta: 8624253-0 para obtener el TITULO de:
 Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E.
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 9 de febrero de 1998

PRESIDENTE	Ing. José Juan Contreras Espinosa	
VOCAL	Ing. Ma. de la Luz González Quijano	
SECRETARIO	Ing. Oscar Cervantes Torres	
PRIMER SUPLENTE	Ing. Jaime Rodríguez Martínez	
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. Ramón Osorio Galicia	

DEDICATORIAS

A DIOS

por darme la dicha de poder disfrutar de la vida junto con mis padres y familiares queridos

A MIS PADRES JESUS ROSAS CORREA Y TERESA VALDES DE ROSAS

Por enseñarme como llevar una vida digna con su ejemplo cariño y comprensión.

A MI HERMANO ALFREDO ROSAS VALDES

Por ser un buen ejemplo como hermano mayor apoyando siempre a la familia y yo junto con ella.

A MI TIA CRISTINA

Por todo su amor, apoyo, consejos etc, que son invaluableles y que me motivan a seguir superandome mil gracias

A MI TIA ROSA

Por las muchisimas muestras de cariño tan importantes para mi que nunca se podran borrar de mi mente gracias por todo

A MI NOVIA ANGELES AVELAR GONZALEZ

Por que se que siempre puedo contar con ella.

A LOS INGENIEROS OSCAR CEVANTES TORRES, MA. DE LA LUZ GONZALEZ QUIJANO, JESUS GARCIA LIRA, JOSE JUAN CONTRERAS ESPINOSA, LUIS GARCIA CABRERA

Por su valiosa aportación para poder lograr este trabajo de tesis.

A TODOS MIS AMIGOS DE LA FESC

Por tantos momentos inolvidables que compartimos juntos

INDICE

Introducción. 1

CAPITULO I. Generalidades de un sistema eléctrico de potencia.

1.1 Características de un sistema eléctrico de potencia.	4
1.2 Fuentes de energía Eléctrica.	8
1.3 Fuentes de energía en México.	9
1.4 Subestación eléctrica.	14
1.5 Equipo y elementos que constituyen una subestación eléctrica de potencia.	22
1.6 Sistemas de transmisión.	30

CAPITULO II. Sistemas de Distribución.

2.1 Clasificación y características de los sistemas de distribución.	34
2.2 Panorama general de la distribución en México.	44
2.3 Tipos de carga.	47
2.4 Características de la carga.	47
2.5 Niveles de tensión.	51
2.6 Tipos de alimentación	52

CAPITULO III. Descripción del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

3.1 Generalidades.	54
3.2 Demanda.	61
3.3 Capacidad actual.	64
3.4 Desarrollo de aeropuerto.	66
3.5 Concentraciones Horarias de Movimiento.	67

CAPITULO IV. Mantenimiento a la Subestación de Pistas del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

4.1 Características de la subestación del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.	73
4.2 Mantenimiento.	81
4.3 Clasificación de los trabajos de Mantenimiento.	82
4.4 Mantenimiento Preventivo.	84
4.5 Mantenimiento Correctivo.	84
4.6 Mantenimiento al equipo existente en la subestación de pistas del aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.	85
Conclusiones.	101
Bibliografía.	103

INTRODUCCION.

Un sistema de energía eléctrica consiste en una diversidad de cargas eléctricas repartidas en una región, en las plantas generadoras para producir la energía eléctrica consumida por las cargas.

Una red de transmisión y de distribución para transportar esa energía de las plantas generadoras a los puntos de consumo y todo el equipo adicional necesario para lograr que el suministro de energía se realice con las características de continuidad de servicio, regulación de tensión y de control de frecuencia requerida.

Uno de los componentes más importantes de los sistemas eléctricos, ya sea que pertenezcan a empresas privadas o estatales, es el sistema de distribución.

En todos los casos la energía que vende cualquier compañía pasa por su sistema de distribución, siendo por ello importante el buen diseño y enfoque de tales sistemas. Estos pueden variar desde una simple línea aérea que conecte un generador con un solo consumidor, hasta un sistema malla o de red que alimente la zona más importante de la ciudad.

La electricidad tiene un papel muy importante en el desarrollo de un país y México no es la excepción ya que gracias a la infraestructura eléctrica con la que cuenta se tienen avances constantes, que benefician tanto el progreso del país como el nivel de vida de sus habitantes por ejemplo la electrificación rural.

La electrificación rural en México de manera integral hizo frente a las grandes obras sociales como la instalación eléctrica de acometidas para uso doméstico de la población rural , los sistemas de bombeo para riego agrícola, la iluminación de escuelas y hospitales, el establecimiento de agroindustrias y talleres industriales y la construcción de vías generales de comunicación en el medio rural; todas ellas reflejan, en la actualidad , importantes logros factibles de reseñar.

Hablar de electrificación rural resulta un tema por demás apasionante por los alcances que implica esta gran obra de beneficio social y económico en la que se enlazan culturas y se estrecha aún más la unión entre los mexicanos.

La electrificación rural ilumina los centros de población, pero con orgullo se observa la iluminación en un plantel educativo en un área rural, porque se sabe que de ahí saldrán muchos jóvenes mexicanos a prepararse en otras instancias educativas. Más tarde o temprano, con sus nuevos conocimientos regresarán a sus lugares de origen donde son esperados para hacer más productiva la tierra , formar parte de las microempresas instaladas, y crear con su imaginación nuevas actividades productivas.

Otro ejemplo de la trascendencia que tienen los sistemas eléctricos lo es el aeropuerto Internacional de la Ciudad de México el cual es de gran importancia para el país ya que debido a que es uno de los métodos mas esenciales en cuanto a comunicación y transporte nacional e internacional se refiere y el cual sin un sistema eléctrico seguro y confiable no podría prestar el servicio necesario para el que fue creado

AEROPUERTOS Y SERVICIOS AUXILIARES

Es un organismo descentralizado de participación estatal mayoritaria esta facultado para administrar, como operar y conservar todas las instalaciones, incluyendo pistas de los aeropuertos nacionales; tanto aquellas que formen parte de su patrimonio inicial como las que le sean entregadas.

Fue creado por decreto presidencial el 10 de junio de 1965. Su patrimonio estaba constituido en 1977 . por 33 aeropuertos: México D.F., Acapulco, Campeche, Cd. del Carmen, Cd Juárez, Cd Obregón, Cd.Victoria, Culiacán, Chihuahua, Durango, Guadalajara, Hermosillo, La Paz, León, Matamoros, Mazatlan, Mérida, Mexicali, Nogales, Oaxaca, Puerto Vallarta, San Luís Potosí, Tampico, Tamuin, Tapachula, Tijuana, Torreón, Tuxtla Gutiérrez, Veracruz, Villa Hermosa y Zihuatánejo.

Posteriormente el organismo construyó los aeropuertos de Nuevo Laredo, Tehuacán y Zacatecas.

En 1991 el numero de aeropuertos internacionales era de 44 y nacionales 38. De aeronaves comerciales: 1,020, particulares 4, 492 y oficiales 611. Su organización esta a cargo de un consejo de administración, del cual desde una dirección general, apoyada a su vez en las gerencias generales de administración; comercial, de proyecto y planeación, de operaciones de aeropuertos y de conservación y mantenimiento.

CAPITULO I

GENERALIDADES DE UN SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA.

1.1 Características de un sistema eléctrico de potencia

En una forma bastante simple, se puede decir que un sistema eléctrico se encuentra formado por varios elementos que se interconectan entre si de tal forma que permiten conseguir el objetivo deseado en la fig 1 se muestra el diagrama de flujo de un sistema electrico de potencia.

En un sistema eléctrico de potencia los elementos principales que componen el sistema son: las fuentes de energía primaria (agua, carbón, petróleo, gas, material nuclear, etc.) los convertidores de energía caldera, turbina, alternador, transformadores, los dispositivos de medición y protección, las líneas de transmisión, subtransmisión y redes de distribución. En el diagrama de la fig 2 se tiene de forma muy general la estructura de un sistema electrico de potencia Físicamente estos sistemas pueden ser de gran complejidad y cubrir amplias zonas geográficas.

Un sistema de potencia, desde la generación hasta el consumo de la energía eléctrica, se requiere mantenga el suministro de energía eléctrica con las características mencionadas a continuación.



FIG. 1 DIAGRAMA DE FLUJO DE UN SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA

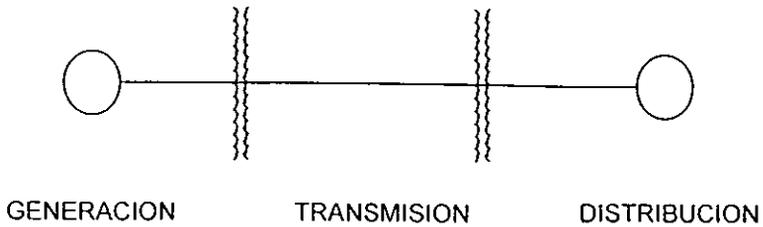


FIG. 2 DIAGRAMA DE UN SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA

Calidad de servicio

El suministro de energía eléctrica debe realizarse con una calidad adecuada, de manera que los aparatos que utilizan la energía eléctrica funcionen correctamente. La calidad del suministro de energía eléctrica queda definida por los siguientes tres factores: continuidad de servicio, regulación de voltaje y control de frecuencia.

Continuidad de servicio

La energía eléctrica ha adquirido tal importancia en la vida moderna, que una interrupción de su suministro causa trastornos y pérdidas económicas insoportables.

Para asegurar la continuidad del suministro deben tomarse las disposiciones necesarias para hacer frente a una falla en algún elemento del sistema.

Continuación se mencionan las principales disposiciones

- a) disponer de la reserva de generación adecuada para hacer frente a la posible salida de servicio, o indisponibilidad, de cierta capacidad de generación.
- b) disponer de un sistema de protección automático que permita eliminar con rapidez necesaria cualquier elemento del sistema que ha sufrido una avería.
- c) Diseñar el sistema de manera que la falla y desconexión de un elemento tenga la menor repercusión posible sobre el resto del sistema.
- d) Disponer de los circuitos de alimentación de emergencia para hacer frente a una falla de alimentación normal.

- e) Disponer de los medios para un restablecimiento rápido de servicio, disminuyendo así las interrupciones, cuando estas no han podido ser evitadas.

Regulación de voltaje

Los aparatos que funcionan con energía eléctrica están diseñados para operar a un voltaje determinado y su funcionamiento será satisfactorio siempre que el voltaje aplicado no varíe más allá de ciertos límites. Una variación de $\pm 5\%$ del voltaje en los puntos de utilización, con respecto al voltaje nominal, se considera satisfactoria; una variación de $\pm 10\%$ se considera tolerable.

Control de Frecuencia.

Los sistemas de energía eléctrica funcionan a una frecuencia determinada dentro de cierta tolerancia.

No se ha llegado a una normalización internacional; los países de Europa, la mayor parte de Asia y África y algunos de Sudamérica han adoptado una frecuencia de 50 Hz en Estados Unidos y otros países del Continente Americano los sistemas eléctricos funcionan a 60 Hz.

En general, el equipo eléctrico de un sistema, principalmente los generadores y los transformadores están diseñados para funcionar a una frecuencia determinada y lo mismo puede decirse de los aparatos de utilización; si se diseñaran para poder funcionar en un rango de frecuencias mayor, por ejemplo de 50 Hz a 60 Hz, aumenta su costo.

El rango de las variaciones de frecuencia que pueden tolerarse en un sistema depende tanto de las características de los aparatos de utilización, como del funcionamiento del mismo.

Para el buen funcionamiento de los aparatos de utilización es suficiente controlar la frecuencia con una precisión de uno por ciento.

1.2 Fuentes de energía eléctrica

Centrales eléctricas

En un sentido muy amplio, por central productora de energía, entendemos toda instalación destinada a transformar energía potencial en trabajo. Maquinalmente pensamos en complejas instalaciones, no obstante, los coches que conducimos, las locomotoras diesel que arrastran decenas de vagones de ferrocarril, los barcos y aviones, disponen de sus propias centrales.

De dichas centrales hemos de decir, en principio, que están situadas cerca de las fuentes básicas de energía, como son los ríos, los yacimientos de carbón, etc., o bien, cerca de los lugares donde se encuentra el mayor consumo de energía eléctrica, grandes ciudades y zonas industriales. En todo caso, y al no existir ningún sistema práctico que permita almacenar la energía mecánica o eléctrica producidas en una central, la energía solicitada a ésta ha de generarse en el instante de su demanda.

En las centrales eléctricas, se obtiene electricidad por medio de las máquinas denominadas generadores eléctricos, llamados igualmente alternadores, por ser alterna la corriente producida. Son accionados por máquinas motrices conocidas como motores primarios, los cuáles se mueven, expresándonos con mayor precisión, giran, como resultado de la adecuada aplicación, sobre los mismos, de las distintas formas de energía presente en la naturaleza

1.3 Fuentes de Energía en México

Este reporte se integró en base a la información proporcionada por la Subdirección de Generación y Centro Nacional de Control de Energía (CENACE).

Para determinar la capacidad efectiva al 31 de diciembre de 1996, se tomó como arranque lo instalado en el año inmediato anterior (a diciembre de 1995) posteriormente se detallan los cambios que se tuvieron.

En el transcurso del año como son: adiciones, modificaciones y retiros alcanzando así una capacidad efectiva de 34 790,975 MW la cual representa un crecimiento del 4.4 % respecto al año inmediato anterior, con las siguientes participaciones: 58.78 % en base a los hidrocarburos (combustible gas o diesel); el 28.24 % son de hidroeléctricas, el 6.81 % opera con carbón, el 2.28 % tiene su origen en la geotermia y el 3.96 % corresponde a la central Nucleoeléctrica de Laguna Verde.

El sistema de generación está formado por unidades que utilizan diferentes formas de energía primaria para producción de electricidad. Actualmente el mayor desarrollo hidroeléctrico corresponde a la cuenca del Río Grijalva en el Sureste del país, constituido por las centrales de Angostura (900 MW), Chicoasén (1500 MW), Malapaso (1 080 MW) y Peñitas (420 MW). La capacidad total del conjunto es de (3900 MW) y representa el 41.80 % de la capacidad hidroeléctrica en operación .

Otro desarrollo importante es la cuenca del Río Balsas localizado en el sureste: las centrales que integran este conjunto son: Caracol (600 MW), Infiernillo

(1 000 MW) y Villita (295 MW), con una capacidad total de 1 895 MW) que corresponden al 20.31 % de la capacidad hidroeléctrica.

Durante 1995 entraron en operación comercial la unidad 2 de la central nucleoelectrica Laguna Verde con una capacidad efectiva de 654.53 MW ; La central Juan de Dios Batiz (Topolobampo II) con dos unidades de 160 MW c/u; la central hidroeléctrica de Luis Donald Colosio Murrieta (Huites) con una unidad de 210 MW y por último la entrada de la unidad de 3 de 350 MW de la central de Carbón II.

La energía proveniente de los hidrocarburos se produce en unidades de diferentes capacidades y tecnologías. El combustóleo (combustible residual) se utiliza principalmente en unidades generadoras de carga base excepto en las áreas metropolitanas del Distrito Federal y Monterrey en las que se utiliza gas. El diesel se utiliza en unidades que operan durante los periodos de punta y en las áreas aisladas.

El desarrollo carboeléctrico se encuentra localizado en el estado de Coahuila, al noreste del País y corresponde a las centrales de Río Escondido (1 200 MW) y Carbón II con 1 050 MW.

El aprovechamiento de la energía Geotérmica encuentra su mejor manifestación en la central de Cerro Prieto en las cercanías de Mexicali B.C. con una capacidad de 620 MW.

A continuación se presentan unas tablas de la capacidad efectiva de generación en el Sistema Eléctrico Nacional

- * Por tipo de generación
- * Por región de generación
- * Por área de generación



SUBDIRECCION DE PROGRAMACIÓN

GERENCIA DE PROGRAMACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS

SUBGERENCIA DE ESTUDIOS DE PRODUCCIÓN

SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL

CAPACIDAD EFECTIVA POR TIPO DE GENERACIÓN

TIPO DE GENERACIÓN	NUMERO DE		MW	NUMERO DE		MW	NUMERO DE		MW
	CENTRALES	UNIDADES		CENTRALES	UNIDADES		CENTRALES	UNIDADES	
	Comisión Federal de Electricidad:			Luz y Fuerza del centro			Sistema Eléctrico Nacional		
HIROCARBUROS %	74	234	19 504,000 57,50	4	18	638,000 68,63	78	238	20 102,000 67,58
Combustión y/o Gas %	28	83	14 070,50 41,48	1	4	224,00 25,71	29	97	14 294,500 41,09
Dual %	1	6	2 100,00 6,19				1	6	2 100,00 6,04
Ciclo Combinado %	6	27	1 911,66 5,64				6	27	1 911,660 5,49
Turbogas %	31	63	1 178,58 3,47	3	11	374,00 42,92	34	74	1 552,580 4,46
Turbogas Móvil %	*	11	122,00 0,36				*	11	122,000 0,35
Combustión Interna %	8	41	86,65 0,25				8	41	86,650 0,25
Us de Emergencia %	*	43	34,61 0,10				*	43	34,610 0,10
Fuentes Alternas %	73	227	14 415,645 42,50	15	38	273,33 31,37	88	265	14 688,975 42,22
Hidroeléctricas %	64	182	9 761,11 28,78	15	38	273,33 31,37	79	220	10 034,440 28,84
Carboeléctrica %	2	8	2 600,00 7,67				2	8	2 600,000 7,47
Nucleoeléctrica %	1	2	1 309,06 3,86				1	2	1 309,060 3,76
Geotermoeléctrica %	5	28	743,90 2,19				5	28	743,900 2,14
Eoloeléctrica %	1	7	1,575 0,00				1	7	1,575 0,00
TOTAL %	147	611	33 916,645 100,00	19	63	871,33 100,00	168	664	34 790,975 100,00

REGIÓN	HIDRO-ELÉCTRICA	EOLIO-ELÉCTRICA	TERMOLÉCTRICA								TOTAL	%		
			COMBUSTÓLEO y/o GAS	CICLO COMBINADO	DUAL	TURBOGAS		C INTERNA		GEOTERMO-ELÉCTRICA			CARBO-ELÉCTRICA	NUCLEO-ELÉCTRICA
						FIJAS	MÓVILES	FIJAS	EMERG.					
NOROESTE	841,200											941,200	2,7	
BALSAS SANTIAGO	2 800,270											2 800,270	8,0	
IXTAPANTONGO	1 278,060											1 278,060	3,6	
PAPALOAPAN	685,120											685,120	1,9	
ORIJALVA	3 930,960	1,575						0,500				2 317,500	6,6	
NORPACÍFICO			2 162,000			155,000		0,000				1 555,000	4,4	
CENTRO-NORTE	28,000		1 074,000	200,000		253,000		0,000				4 160,160	11,1	
NORESTE	97,500		915,000	377,660		170,000						2 901,000	7,9	
CENTRAL			3 158,000	700,000		43,000				34,000		3 445,000	9,9	
GOLFO			2 987,000	422,000						87,900		4 789,060	13,1	
OCCIDENTE			2 600,000		2 100,000	0,000		1,180		870,000		1 889,780	4,8	
BAJA CALIFORNIA			732,800			253,080		84,200				959,270	2,7	
PENINSULAR			442,000	212,000		304,500		0,770						
DEPARTAMENTO DE COMBUSTIÓN INTERNA Y SERVICIOS DE EMERGENCIA							122,000		34,810			158,810	0,4	
LAGUNA VERDE												1 309,060	3,7	
TOTAL C P E	8 761,110	1,575	14 070,600	1 911,660	2 100,000	1 179,680	122,000	84,880	34,810	743,900	2 800,000	1 309,060	23 919,840	67,1
L y F C	273,330		224,600			374,000							871,930	2,5
TOTAL S E N	10 034,440	1,575	14 294,600	1 911,660	2 100,000	1 562,680	122,000	86,650	34,810	743,800	2 800,000	1 309,060	24 790,975	100,0

TABLA DE CAPACIDAD POR REGION DE GENERACION

ÁREA	HIDRO- ELECTRICA	EOLIO- ELECTRICA	TERMOLÉCTRICA								TOTAL		
			COMBUSTÓLEO Y/O GAS	CICLO COMBINADO	DUAL	TURBOGAS		C. INTERNA		GEOTERMO- ELECTRICA		CARBO- ELECTRICA	NUCLEO- ELECTRICA
						FLUAS	MOVILES	FLUAS	EMERG.				
CENTRAL %	1 902,330 36,36		2 474,000 47,28	482,000 9,21		374,000 7,15							5 232,330 15,04
ORIENTAL %	8 248,012 56,87	1,676 0,02	2 217,000 23,90	422,000 4,55		43,000 0,46				36,000 0,39		1 309,060 14,11	9 278,647 26,68
OCCIDENTAL %	797,270 23,31		3 508,000 45,49	218,000 2,43	2 100,000 27,23					87,900 1,14			7 711,170 22,10
INTERCONECTADO SUR %	8 947,612 40,27	1,676 0,01	8 189,000 38,90	1 122,000 5,05	2 100,000 9,45	417,000 1,88				123,900 0,84		1 309,060 6,89	22 220,147 63,87
NOROESTE %	941,200 29,89		2 162,000 89,36			155,000 4,78							3 258,200 9,37
NORTE %	28,000 1,60		1 074,000 69,07	200,000 12,86		253,000 16,27							1 555,000 4,47
NORESTE %	117,628 2,38		1 885,000 34,04	377,660 7,63		170,000 3,43					2 600,000 62,82		4 950,288 14,23
INTERCONECTADO NORTE %	1 088,828 11,13		4 921,000 60,40	677,660 8,82		678,000 8,92					2 600,000 26,63		8 783,488 26,06
PENINSULAR %			442,000 41,83	212,000 20,08		304,500 28,81	87,500 9,23	0,770 0,07					1 056,770 3,04
INTERCONECTADO NACIONAL %	10 034,440 80,87	1,676 0,00	13 642,000 41,06	1 911,660 6,73	2 100,000 6,38	1 293,600 3,93	87,500 0,30	0,770 0,00		123,900 0,37	2 600,000 7,87	1 309,060 3,99	33 046,408 29,08
BAJA CALIFORNIA %			132,500 43,07			253,000 14,88	20,000 1,18	75,200 4,41		620,000 38,46			1 700,600 4,89
ASLADOS %							4,500 9,00	10,880 21,76	34,810 69,23				49,990 0,14
TOTAL S E N	10 034,440	1,676	14 294,600	1 911,660	2 100,000	1 652,680	122,000	88,650	34,810	743,900	2 600,000	1 309,060	34 790,976

TABLA DE CAPACIDAD POR AREA DE GENERACION

1.4 Subestación Eléctrica

Es un conjunto de dispositivos eléctricos, que forman parte de un sistema eléctrico de potencia; sus funciones principales son: transformar tensiones y derivar circuitos de potencia.

Las subestaciones se pueden denominar, de acuerdo con el tipo de función que desarrollan.

Elevadoras

Reductoras

De enlace (interconectar, recibir señales de varias fuentes)

Rectificadoras (convertir señales de C.A a C.D.)

De acuerdo con la potencia y tensión que manejan las subestaciones, estas se pueden agrupar en :

- a) Subestaciones de transmisión. Arriba de 230 kv.
- b) Subestaciones de subtransmisión Entre 230 y 115 kv.
- c) Subestaciones de distribución primaria. Entre 115 y 23 kv.
- d) Subestaciones de distribución secundaria. Abajo de 23 kv

Por su construcción se clasifican de la siguiente manera:

Convencional que a su vez se dividen en intemperie-interior

Blindada

Encapsulada

Subestación Convencional

Se construyen respetando las distancias mínimas a tierra de no flameo y las distancias de seguridad para que el personal pueda circular por la subestación sin el riesgo de recibir una descarga eléctrica estas subestaciones pueden ser de dos tipos a la intemperie o al interior. La subestación a la intemperie esta construida sobre una superficie de terreno grande y tiene una mayor cantidad de equipos y elementos.

Trabajan en condiciones normales al aire libre y expuestas a condiciones atmosféricas como son la lluvia, viento, contaminación ambiental y descargas eléctricas. Las subestaciones en interior son construidas en una superficie de terreno mas pequeño (generalmente 50% de la anterior) son básicamente construidas en especie de bodegas o naves industriales y no están expuestas a las condiciones del tiempo.

Subestación Blindada

Son construidas en un espacio mucho menor que las convencionales y únicamente se respetan las distancias mínimas de flameo a tierra, puesto que en estas el personal no puede circular dentro de ella estando energizadas además de que están forradas de lámina para protección del personal.

Subestación Encapsulada

Estas subestaciones son construidas en el lugar donde se requieran por algún cliente o servicio y ocupan un espacio mínimo aproximado del 20 % de una convencional y son completamente selladas utilizando como medio aislante generalmente un gas hexafluoruro de azufre (SF₆) tienen todos sus mecanismos de operación y seccionamientos en forma visible y en un lugar donde se puedan efectuar las maniobras.

Las subestaciones también se clasifican por su operación como sigue:

Convencional
Telecontrolada
Rural

Subestación Convencional

Es aquella que opera mediante un personal que esta fijo en la subestación y se encarga de hacer todas las maniobras y reportar las características de los equipos.

Subestación Telecontrolada

No hay personal que se encargue de hacer todas las maniobras y reportes todo hace a control remoto desde un centro de control por medios computarizados de control y medición.

Subestación Rural

Estas subestaciones no tienen personal fijo para su operación y se enviara a dicho personal cuando se requiera hacer alguna maniobra u operación.

Tensión

Dentro de la gama existente de tensiones normalizadas, la tensión de una subestación se puede fijar en función de los factores siguientes:

- a) Si la subestación es alimentada en forma radial, la tensión se puede fijar en función de la potencia misma.
- b) Si la alimentación proviene de un anillo, la tensión queda obligada por la misma del anillo.
- c) Si la alimentación se toma de una línea de transmisión cercana, la tensión de la subestación queda obligada por la tensión de la línea citada.

Tensiones normalizadas

Las tensiones en un sistema de potencia se normalizan, en primer término, dependiendo de las normas que se utilizan en cada país y, en segundo término, según las normas internas de las empresas propietarias de los sistemas eléctricos; por ejemplo, en México, en el sistema central, las tensiones normalizadas son las siguientes:

Alta tensión 400, 230, 85 y 23 kv.

Baja tensión 440, 220 y 127 volt.

Diagrama unifilar

El diagrama unifilar de una subestación eléctrica es el resultado de conectar en forma simbólica y a través de un solo hilo todo el equipo mayor que forma parte de la instalación, considerando la secuencia de operación de cada uno de los circuitos.

Tipos de conexión en Red

a) Red en conexión radial (FIG.2.a)

En este esquema un alimentador primario suministra energía a a varias subestaciones (por lo general de tipo poste) y cada transformador de estas subestaciones da servicio a su respectiva carga sin que exista conexión entre subestaciones. Con este esquema en el caso de alguna falla en el secundario de un transformador (lado de carga) o en el propio transformador se aísla la carga alimentada por esa subestación sin afectar al resto, para esto se requiere una adecuada coordinación en las protecciones.

b) Red en conexión en anillo

En este esquema se puede usar uno o mas alimentadores primarios para suministrar energía los transformadores de las subestaciones. los secundarios de los transformadores se conectan mediante líneas principales

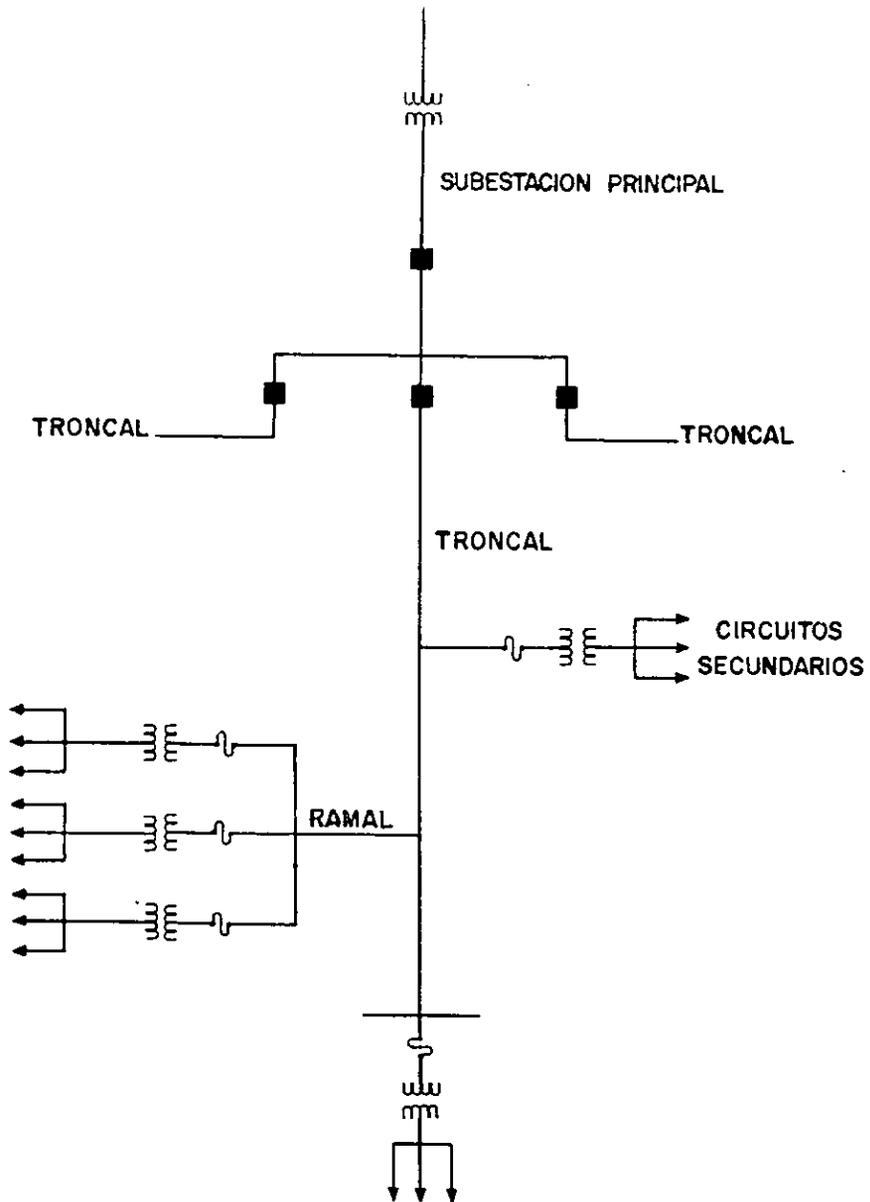


Fig. 2.a Red en conexión radial.

de tal forma que todos los transformadores absorben la demanda, con esto se logra una mejor regulación de tensión y se reduce el efecto de parpadeo (flicker) en las lámparas producido por la operación de motores en la red.

c) Red en conexión de mallas (o distribución por redes). (FIG. 2.C)

En este esquema de conexión se establece lo que se conoce como las líneas maestras en el primario y en el secundario, normalmente los alimentadores primarios no están interconectados, pero las líneas maestras de los secundarios se conectan en forma tal que forman una malla, con este esquema en caso de que falle un alimentador primario o un transformador, existe la posibilidad de suministrar energía a los usuarios por la parte afectada en la red ya que cada transformador de la subestación se conecta a la malla secundaria a través de dispositivos de protección.

Existen también los esquemas de distribución en doble derivación y en derivación múltiple que son mas comunes en redes subterráneas

Tipos de diagramas y su evaluación

La elección del diagrama de una subestación depende de las características específicas de cada sistema eléctrico y de la función que realiza dicha subestación en el sistema.

El diagrama de conexiones que se adopte, determina en gran parte el costo de la instalación. Este depende de la cantidad del equipo considerado en el

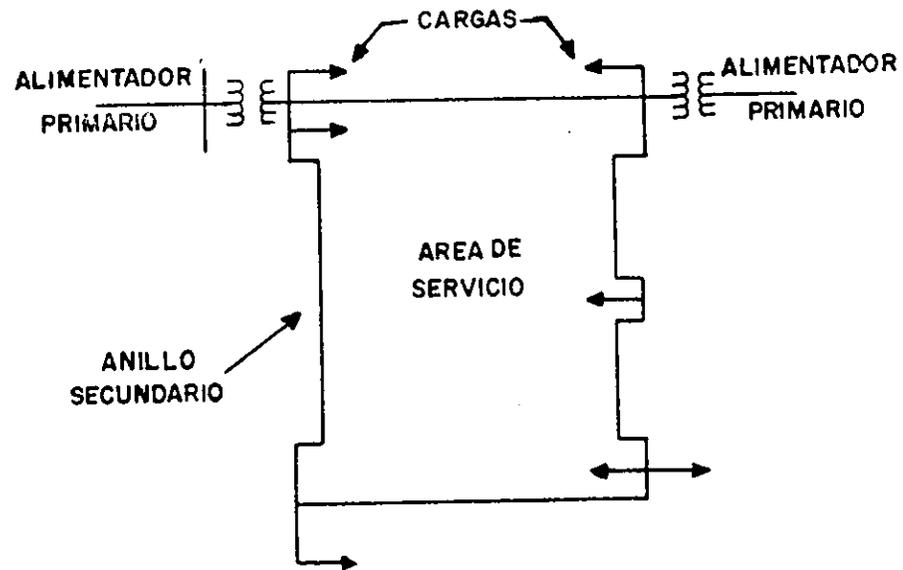


Fig. 2.c Red en conexión de malla (o distribución por redes)

diagrama lo que a su vez repercute en la mayor área del terreno y, finalmente en un costo total mayor.

Los criterios que se utilizan para seleccionar el diagrama unifilar más adecuado y económico de una instalación, son los siguientes:

- a) continuidad de servicio.
- b) Versatilidad de operación
- c) Facilidad de mantenimiento de los equipos.
- d) Cantidad y costo del equipo eléctrico.

1.5 Equipo y elementos que constituyen una Subestación Eléctrica

Transformadores

Reguladores

Interruptores de potencia

Cuchillas desconectadoras

Apartarrayos

Capacitores

Tableros de control

Transformadores de instrumentos

Equipo de medición

Equipo de protección

Servicios auxiliares

Transformadores de Potencia

Un transformador es una máquina electromagnética, cuya función principal es cambiar la magnitud de las tensiones eléctricas.

Transformadores de instrumentos

Son unos dispositivos electromagnéticos cuya función principal es reducir a una escala, las magnitudes de tensión y corriente que se utilizan para la protección y medición de los diferentes circuitos de una subestación, o un sistema eléctrico en general.

Los aparatos de medición y protección que se montan sobre los tableros de una subestación no están contruidos para soportar ni grandes tensiones, ni grandes corrientes

Capacitores

Son unos dispositivos eléctricos formados por dos laminas conductoras, separadas por una lámina dieléctrica y que al aplicar una diferencia de tensión almacenan carga eléctrica.

Los capacitores de alta tensión están sumergidos, por lo general, en líquidos dieléctricos y todo el conjunto está dentro de un tanque pequeño, herméticamente cerrado sus dos terminales salen al exterior a través de dos

boquillas de porcelana cuyo tamaño dependerá del nivel de tensión del sistema al que se conectarán.

Se fabrican en unidades monofásicas de 50,100,150,200,300,400 KVAR y en unidades trifásicas de 300 KVAR.

Pararrayos

Son unos dispositivos eléctricos formados por una serie de elementos resistivos no lineales y explosores que limitan la amplitud de las sobretensiones originadas por descargas atmosféricas, operación de interruptores o desbalanceo de sistemas.

apartarrayos

Es el dispositivo primario de protección usado en la coordinación de aislamiento, su función es limitar las sobretensiones peligrosas a valores que no dañen el aislamiento de equipo así como operar sin sufrir daño por tensiones en el sistema y corrientes que circulen por el.

Interruptores.

El interruptor es un dispositivo destinado al cierre y apertura de la continuidad de un circuito eléctrico bajo carga, en condiciones normales, así como, y ésta en su función principal, bajo condiciones de cortocircuito.

Sirve para insertar o retirar de cualquier circuito energizado máquinas aparatos, líneas aéreas o cables.

El interruptor es, junto con el transformador, el dispositivo más importante de una subestación. Su comportamiento determina el nivel de confiabilidad.

Interruptores de potencia

Es aquel dispositivo capaz de interrumpir o establecer el paso de la corriente en un circuito aun con la corriente de corto circuito y su función principal es la de separar de la red en condiciones anormales del circuito a la porción que contiene una falla siendo sometido a corrientes de falla y después a tensiones de restablecimiento.

Cuchillas

Son dispositivos que sirven para efectuar maniobras de operación o bien para darles mantenimiento.

Las cuchillas pueden abrir circuitos bajo la tensión nominal pero nunca cuando esté fluyendo corriente a través de ellas. Antes de abrir un juego de cuchillas siempre deberá abrirse primero el interruptor correspondiente.

Fusibles

Son dispositivos de protección eléctrica de una red que hacen las veces de un interruptor, siendo más baratos que estos. Se emplean en aquellas partes de la instalación eléctrica en que los relevadores y los interruptores no se justifican económicamente.

Su función es la de interrumpir circuitos cuando se produce en ellos un sobre corriente, y soportar la tensión transitoria de recuperación que se produce posteriormente.

Baterías

Se denomina batería a un conjunto de celdas conectadas en serie. La tensión nominal de la batería viene dada por la suma de las tensiones de cada una de las celdas.

Las baterías, según el tipo de electrolito pueden ser ácidas o alcalinas.

Sistemas Auxiliares

Se entiende por sistemas auxiliares, al conjunto de instalaciones formadas por las fuentes de alimentación de corriente continua y de corriente alterna, de baja tensión, que se utilizan para energizar los sistemas de control, protección, señalización, alarmas y alumbrado de una subestación, así como el sistema contra incendio.

Partes de un sistema auxiliar.

Transformador

Dependiendo de la complejidad de la subestación, la capacidad de los transformadores de la estación varía en función de las cargas conectadas. Siempre se deben utilizar dos transformadores, para que no sea la reserva del otro.

Tableros

La cantidad de tableros y secciones que éstos tengan depende de la complejidad de la subestación de que se trate.

Cargadores

Son dispositivos que mantienen las baterías al nivel de carga nominal. Estos dispositivos son rectificadores estáticos, construidos con tiristores y que regulan la tensión de flotación de la batería.

Planta de emergencia

Son grupos motor-generador que se utilizan en algunas subestaciones muy importantes, para que en caso de falla de los dos circuitos del circuito de estación , se tenga una tercera posibilidad de tener energía para operar los circuitos de baja tensión de ca y cd, de la subestación de que se trate.

Dichas plantas, una por subestación, arrancan y se desconectan en forma automática, al desaparecer la tensión de corriente alterna. la conexión se efectúa en las barras principales de corriente alterna, que son alimentadas por los dos transformadores del servicio de estación , dicha conexión se hace por medio de un interruptor operado por un equipo de transferencia automática, que sólo puede cerrar en el caso de que hayan abierto los interruptores de los transformadores mencionados y viceversa.

El equipo de transferencia automática, mediante los dispositivos adecuados, transfiere la carga del circuito normal de los transformadores al sistema de la planta de emergencia en un tiempo no mayor de 50 milisegundos, por medio de relevadores que detectan la falla de tensión. Al recibir el suministro normal de energía de energía, el equipo de transferencia conecta de nuevo la carga al servicio normal, en un tiempo variable entre cero y cinco minutos, para dar oportunidad a que el sistema de suministro de energía se estabilice.

Alumbrado de subestaciones

Las instalaciones de energía eléctrica, como son las subestaciones, deben ser dotadas de alumbrado para que el personal de operación, mantenimiento y vigilancia puedan desarrollar sus trabajos respectivos.

Aparatos de Medición

Ampérmetros

Son aparatos que se utilizan para medir la intensidad de la corriente que circula por las líneas, cables, bancos de transformadores, alimentadores, etc.

Vóltmetros

Son aparatos que se utilizan para medir la tensión en volts de los diferentes circuitos de la instalación

Frecuencímetros

Son aparatos que se usan para medir la frecuencia, en hertz, de la energía que se recibe en las barras de mayor tensión de la subestación de que se trate, y reciben la alimentación a 110 volts. proveniente de los transformadores de potencial, buses principales.

Medidores de potencia

Son aparatos que sirven para medir el factor de potencia

Wáttmetros

La medición de la potencia se efectúa por medio de aparatos del tipo electrodinámico, formados por dos bobinas, una de corriente conectada en serie y otra de tensión conectada en paralelo, sobre la medición monofásica.

Vármetros

Son aparatos semejante a los wáttmetros, con la diferencia de que miden la potencia reactiva de una instalación, la cual se expresa en volt-amperes-reactivos (VAR)

Watthorímetros

Son aparatos que integran la energía real consumida por la instalación eléctrica.

1.6 Sistemas de Transmisión.

Antecedentes

En un principio el suministro de energía eléctrica se hizo mediante corriente continua a baja tensión , utilizando el generador de corriente continua (dínamo) desarrollado en 1870 por Gramme. Inicialmente la carga estaba constituida por lámparas incandescentes de filamento de carbón; hacia 1884 se empezaron a utilizar motores de corriente continua.

Los primeros sistemas eran de dos hilos, a potencial constante . El aumento de la carga condujo a desarrollar el sistema de tres hilos.

El uso de sistemas de corriente continua a baja tensión limitaba, por razones económicas, la distancia a que podía transmitirse la energía eléctrica con una regulación de voltaje aceptable.

Se considera a Marcel Deprez como el precursor de la transmisión de energía eléctrica a alta tensión.

La transmisión con corriente continua a alta tensión tuvo algunas aplicaciones industriales limitadas, de las cuales la más importante fue el sistema Thury que consistía en conectar en serie varios generadores de corriente continua con excitación serie funcionando a corriente constante, para obtener la tensión de transmisión requerida por la carga, que consistía en motores serie, conectados también en serie.

Sistemas de corriente alterna

Con el invento del transformador por Gaulard y Gibbs en 1883 se hizo posible la elevación eficiente y económica de la tensión utilizando sistemas de corriente alterna. Por esta razón el sistema de corriente alterna para la generación y la transmisión desplazó al de corriente continua, permitiendo la transmisión de grandes cantidades de energía eléctrica a grandes distancias.

Los primeros sistemas de corriente alterna fueron monofásicos. En 1884 Gaulard realizó una transmisión de corriente alterna monofásica de 40 Km de longitud en la región de Turín (Italia).

La primera línea de transmisión trifásica se contruyó en 1891 en Alemania, con una longitud de 180 Km y una tensión de 12,000 volts.

El sistema de corriente alterna trifásico se desarrolló rápidamente y es actualmente de empleo general, ya que presenta la ventaja de que la potencia total suministrada es constante, siempre que el sistema trifásico sea equilibrado, mientras que en un sistema monofásico la potencia suministrada es pulsante.

Otros sistemas polifásicos han tenido un desarrollo limitado. Actualmente se usan sistemas de corriente monofásicos únicamente en algunos sistemas de distribución, especialmente en Estados Unidos y para la alimentación de sistemas de tracción eléctrica. En todos los casos estos sistemas monofásicos se alimentan desde sistemas trifásicos

Transmisión con corriente continua a alta tensión.

En años recientes se ha desarrollado un sistema de transmisión con corriente continua a alta tensión.

La energía eléctrica se genera con corriente alterna , la tensión se eleva mediante un transformador al valor necesario y se rectifica para realizar la transmisión con corriente continua; en el extremo receptor se sigue el proceso inverso. Este sistema se pudo realizar debido al perfeccionamiento de equipos

rectificadores e inversores de alta tensión , basados en la válvula de arco de mercurio controlada por rejilla.

Las instalaciones más recientes de equipos de conversión se han realizado con rectificadores controlados de silicio (tiristores).

En todos los casos el sistema de corriente continua interconecta dos sistemas de corriente alterna , ya que el funcionamiento de las válvulas como inversoras requiere la existencia de una fuente de corriente alterna.

En el caso de las líneas de transmisión aéreas el interés que presenta la transmisión con corriente continua se debe a que, considerando únicamente la línea de transmisión, excluyendo el equipo terminal, la transmisión con corriente continua resulta más barato que con corriente alterna.

O sea que el sistema de corriente continua, para transmitir la misma potencia, a la misma distancia , con las mismas pérdidas y el mismo calibre de conductores que el sistema de corriente alterna, requiere únicamente de dos conductores, en ves de tres, o sea el 67 %, y una tensión a tierra cuya

magnitud es el 87 % del valor de la cresta de la tensión del sistema de corriente alterna y , por lo tanto, su nivel de aislamiento necesita ser únicamente el 87 % del sistema de corriente alterna.

Como el costo de una línea es proporcional a su longitud , mientras más larga sea la distancia a que se quiere transmitir la energía eléctrica, mayor será el ahorro que se obtiene con la línea de corriente continua y existirá una longitud para la cual los costos de los dos sistemas , incluyendo las instalaciones terminales, serán iguales. Para longitudes mayores el costo de la transmisión con corriente continua será menor que el de la transmisión de corriente

alterna. En el estado actual de la tecnología esta distancia resulta del orden de 800 Km.

Otra limitación de la transmisión con corriente continua es que no se ha desarrollado hasta la fecha un interruptor para corriente continua a alta tensión. A diferencia de lo que ocurre con la corriente alterna, en que la interrupción de la corriente se facilita por que la intensidad de la corriente se reduce dos veces en cada ciclo, en el caso de la corriente continua tiene que disiparse antes de la interrupción.

Para el caso de la transmisión con cables subterráneos o submarinos, en un sistema de corriente alterna, debido al elevado valor de la capacitancia de los cables, la corriente capacitiva puede alcanzar valores muy altos, incluso para distancias relativamente muy cortas.

La longitud de un cable para la que la corriente capacitiva resulte igual a la corriente que puede conducir el cable, se llama longitud crítica; para el caso de un cable de 220 KV es del orden de 45 Km.

CAPITULO II

SISTEMAS DE DISTRIBUCION

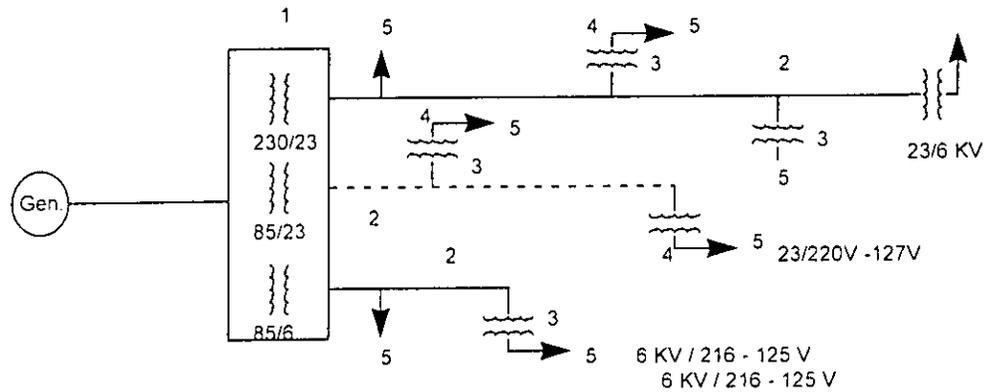
2.1 Clasificación y características de los sistemas de distribución

Los sistemas de distribución tienen como función suministrar a los consumidores la energía eléctrica producida por las plantas generadoras y transmitirla hasta las subestaciones de distribución.

Un sistema de distribución comprende los alimentadores primarios que parten de las subestaciones de distribución, los transformadores de distribución para reducir la tensión al valor de utilización por los clientes y los circuitos secundarios hasta la entrada de la instalación del consumidor, como se observa en el diagrama de la fig 2.1.

Los alimentadores primarios son trifásicos, de 3 ó 4 hilos; las derivaciones de la alimentación troncal pueden ser trifásicas o monofásicas. Las tensiones entre los hilos varían según los sistemas de distribución de tensiones de la clase 25 kv a 35 kv. Las tensiones más bajas corresponden a instalaciones antiguas; la tendencia moderna es utilizar tensiones de la clase 15 kv o superior. En México las tensiones de distribución primarias recomendadas son 13.2 kv, 23 kv y 34.5 kv.

Los circuitos secundarios son generalmente trifásicos, de cuatro hilos, de 15 a 127 volts entre fase y neutro (200 a 220 volts. entre fases) o de 220 a 240 volts entre fase y neutro (380 a 415 volts entre fases) o de 220 a 240 volts entre



- 1-Subestación de potencia (distribución)
- 2-Red de distribución primaria
- 3-Transformador de distribución
- 4-Red de distribución secundaria
- 5-Acometidas o equipos de medición

FIG 2 1 Diagrama de un sistema de distribución

fase y neutro (380 a 415 volts entre fases); este segundo escalón de tensiones es el que se está generando en Europa. En Estados Unidos se usa mucho el sistema monofásico de tres hilos de 120/240 volts.

Hay dos formas usuales de transportar la corriente eléctrica: mediante líneas aéreas y subterráneas. En ambos casos, el conductor puede ser de cobre o aluminio, pero la aislación en el primer caso es generalmente el aire, salvo en los apoyos (postes o torres), donde se utiliza porcelana o vidrio. En el transporte subterráneo, el conductor suele estar aislado con goma, papel, aceite u otro material

En las estructuras aéreas, el costo del cobre o aluminio es relativamente alto comparado con el de la aislación. por lo tanto, cuando se transportan grandes cantidades de energía eléctrica conviene recurrir a las presiones eléctricas, o tensiones más elevadas; de este modo los conductores serán de menor diámetro y menos costosos. Para tensiones bajas se necesitan conductores gruesos, que son difíciles de manejar, caros para instalar e intrínsecamente dispendiosos.

Sin embargo, existe un límite máximo al cual podemos llevar la tensión y un diámetro mínimo conque es posible hacer los conductores. En las instalaciones aéreas tenemos el problema de los apoyos: postes o torres. Si el conductor es muy delgado no podrá autosustentarse mecánicamente y el costo de los apoyos y aisladores adicionales pasa a ser muy alto. Las instalaciones subterráneas se enfrentan con la misma limitación de carácter económico. En este caso el gasto estriba en la aislación: el cable debe estar perfectamente aislado y forrado para protegerlo contra la corrosión. A mayor tensión, más aislación se necesita; cuanto mas grande es el conductor, mas forro necesita.

Sistemas Radiales Aéreos

Los sistemas de distribución radiales aéreos se usan generalmente en las zonas suburbanas y en las zonas rurales.

Los alimentadores primarios que parten de la subestación de distribución están constituidos por líneas aéreas sobre postes y alimentan los transformadores de distribución, que están también montados sobre postes. En regiones rurales, en las que la densidad de carga es baja, se utiliza el sistema radial puro.

En regiones suburbanas, con una mayor densidad de carga, los alimentadores primarios que parten de la misma subestación o de subestaciones diferentes, tienen puntos de interconexión, en servicio normal estos puntos de interconexión están abiertos; en condiciones de emergencia permiten pasar parte de la carga de un alimentador a otro.

Los circuitos secundarios conectan el secundario de cada transformador de distribución a los servicios alimentados por ese transformador siguiendo también una disposición radial, aunque en algunos casos se interconectan los secundarios de transformadores adyacentes.

Para la alimentación primaria radial se utilizan dos sistemas; trifásico de tres hilos y trifásico de cuatro hilos.

Sistema primario trifásico de tres hilos. En este sistema la alimentación troncal del alimentador primario está constituida por un circuito trifásico de tres hilos; los ramales pueden ser también trifásicos, o bien estar constituidos por los

conductores de fase que alimentan transformadores de distribución monofásicos.

Sistema primario trifásico de cuatro hilos. En este sistema la alimentación que sale de la subestación consiste en una alimentación trifásica formada por tres conductores de fase y conductor neutro.

Para que este sistema funcione correctamente el neutro debe quedar conectado

a tierra en forma efectiva, lo que requiere hacer una corrección a tierra del neutro en cada poste. Si por algún motivo el neutro se desconectase de tierra, o la impedancia de la conexión fuese muy alta, el sistema se transformaría en estrella sin neutro a tierra, lo que podría dar lugar a elevaciones peligrosas de la tensión y a corrientes excesivas, provocadas por el desplazamiento del neutro con cargas desequilibradas.

En este sistema de cuatro hilos, las cargas trifásicas se toman entre los tres conductores de fase y el neutro sin embargo su aplicación principal ha sido como un sistema de distribución monofásico, para zonas rurales de densidad de carga baja.

Sistema secundario trifásico de cuatro hilos. En este tipo de circuitos secundarios se alimentan desde el circuito primario mediante transformadores de distribución trifásicos con conexión delta en el lado de alta tensión y conexión estrella con neutro a tierra en el lado de baja tensión.

Las cargas trifásicas se alimentan de los tres conductores de fase; las cargas monofásicas pueden alimentarse de una fase y el neutro, a la tensión V_n o de dos fases, a la tensión, $\sqrt{3} V_n$.

Sistema secundario monofásico de tres hilos. Este sistema se alimenta desde el circuito primario mediante transformadores de distribución monofásicos.

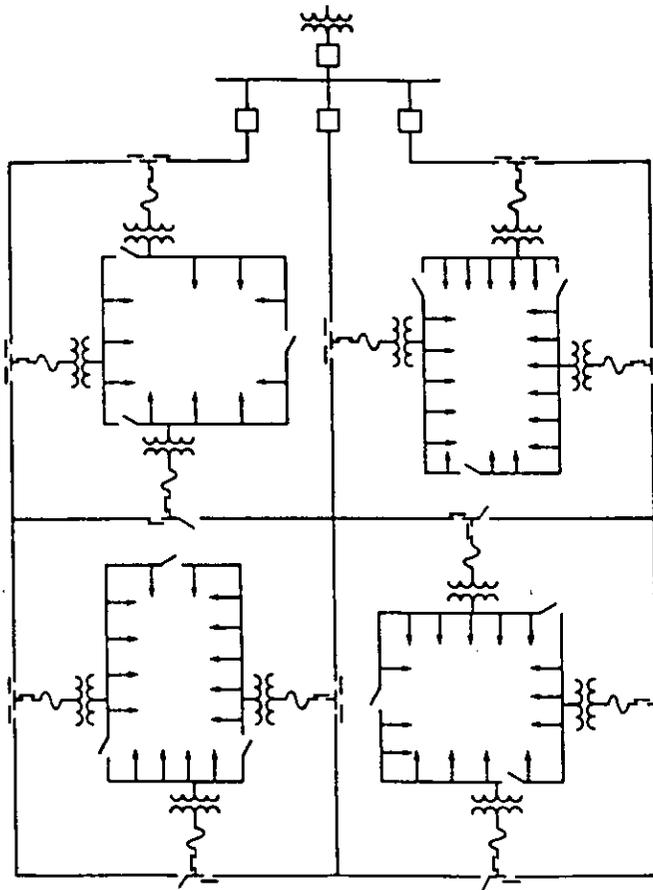
Sistemas Radiales Subterráneos

Los sistemas de distribución radiales subterráneos se usan en zonas urbanas de densidad de carga media y alta

Los sistemas de distribución subterráneos están menos expuestos a fallas que los aéreos pero cuando se produce una falla es más difícil de localizar y su reparación lleva más tiempo. por esta razón, para evitar interrupciones prolongadas y proporcionar flexibilidad a la operación, en el caso de los sistemas radiales subterráneos se instalan seccionadores para permitir pasar la carga de un alimentador primario a otro.

También se instalan seccionadores para poder conectar los circuitos secundarios, para en caso de falla o desconexión de un transformador, se puedan conectar sus circuitos secundarios a un transformador contiguo. En la fig 2.1 se muestra el diagrama unifilar de un sistema subterráneo.

Actualmente existe la tendencia a realizar la distribución eléctrica de zonas residenciales suburbanas mediante instalaciones subterráneas. Generalmente los alimentadores primarios consisten en cables subterráneos dispuestos formando un anillo, que funciona normalmente abierto, conectados a un alimentador aéreo próximo.



- Desconectores normalmente cerrados.
- - - Desconectores normalmente abiertos.

Fig. 2.1 Sistema de distribución radial subterráneo (Diagrama unifilar)

Sistema de Red Automática Secundaria

Este sistema de distribución se utiliza en zonas urbanas de gran densidad de carga y proporciona un grado de continuidad de servicio muy elevado. Las instalaciones son subterráneas.

Como se muestra en la fig. 2.2, la red secundaria, está constituida por alimentadores, trifásicos de cuatro hilos, interconectados formando una malla, siguiendo el trazado de las calles de la zona urbana a la que le suministra la energía eléctrica y de la que derivan los servicios a los consumidores.

La red secundaria se alimenta por varios alimentadores primarios, trifásicos radiales, procedentes de una mismas subestación, a través de transformadores de distribución trifásicos, conectados del lado de baja tensión a los nudos de la red secundaria. Estos transformadores están conectados al alimentador primario correspondiente por unas simples cuchillas desconectoras y a la red secundaria por un protector de red, que es un interruptor en aire operado automáticamente por un relevador principal direccional y un relevador auxiliar de fase que tienen como función abrir el protector de red cuando la potencia eléctrica fluye de la red secundaria hacia el alimentador primario y cerrar el protector cuando el voltaje en las terminales secundarias del transformador, es mayor que el voltaje de la red secundaria y ambos están aproximadamente en fase, de manera que al cerrar el protector la potencia eléctrica circulará del alimentador primario a la red secundaria.

Cuando ocurre una falla de aislamiento en un alimentador primario, la protección automática de dicho alimentador hace abrir el interruptor correspondiente de la subestación. La falla es alimentada también desde la red secundaria, lo que

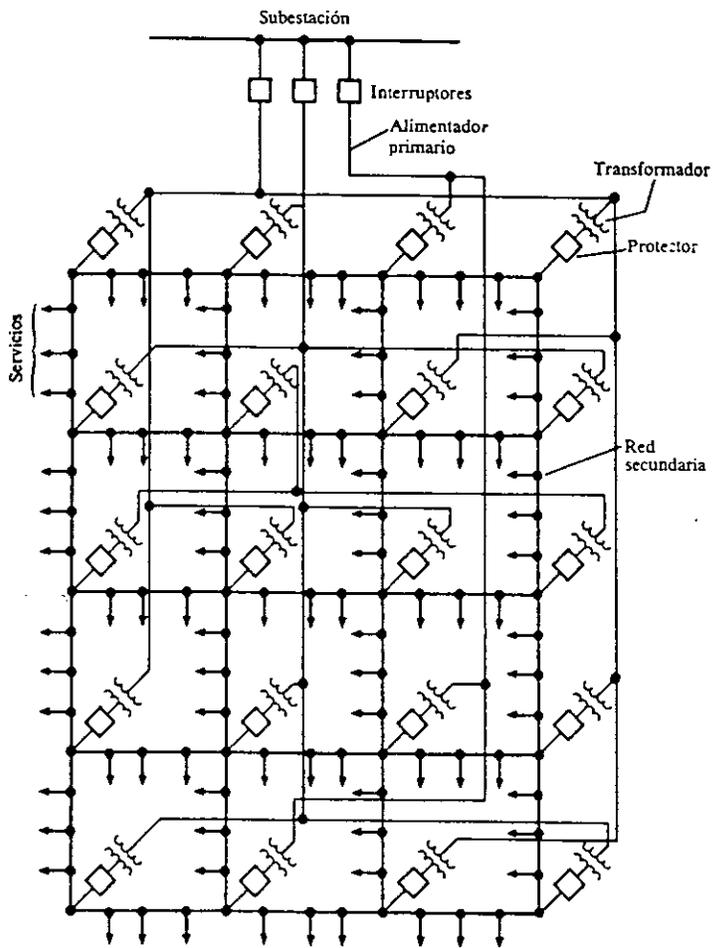


Fig. 2.2 Sistema de distribución de red automática secundaria (Diagrama unifilar)

provoca la apertura de los protectores de red de los transformadores conectados al alimentador primario afectado por la falla. Para restablecer el servicio una vez que la falla ha sido eliminada, basta con cerrar el interruptor de la subestación lo que provoca el cierre automático de los protectores de red. La red automática se diseña de manera que pueda funcionar satisfactoriamente con un alimentador primario fuera de servicio.

El protector red incluye fusibles cuya función es proteger contra fallas en el mismo protector o servir como protección de respaldo para fallas en el transformador o en los alimentadores primarios y la red secundaria.

La mayoría de las redes automáticas secundarias están diseñadas de manera que una falla en la red secundaria se elimine sin necesidad de que opere ninguna protección, al quemarse el cable en el punto de falla. Este sistema funciona bien con voltajes secundarios de 120/208 volts. ó 125/216 volts. que son las más utilizados en este tipo de instalaciones, ya que estos voltajes no son suficientes para mantener el arco eléctrico; se requiere también que la corriente de corto circuito sea de intensidad suficiente para quemar el cable en el punto de falla y así la falla. (por ejemplo una vez al año) deben hacerse pruebas de continuidad de la red, para localizar los puntos donde se han producido fallas y proceder a la reparación de los cables.

En redes automáticas secundarias con voltajes más altos que los antes mencionados el procedimiento de auto-extinción de fallas no es siempre seguro.

En estos casos se recurre a realizar la protección mediante limitadores, que son piezas de cobre de menor sección que los alimentadores, que se instalan

en serie con éstos cerca de los puntos, de unión de la red y que cuando hay una sobre corriente de suficiente magnitud, se funden antes de que se dañe el cable.

2.2 Panorama general de distribución en México

Automatismo de Distribución

El programa tiene tres subprogramas simultáneos congruentes con sus resultados. El primero es la operación de las líneas de subtransmisión y subestaciones en tiempo real para una o varias zonas colindantes, mediante la instalación de centros de operación de distribución regionales; el segundo, el automatismo de la red de distribución, y finalmente, el automatismo de subestaciones para realizar su propio monitoreo de operación, ajustes de sus sistemas de protección, control y medición, así como del registro histórico de la operación y mantenimiento del equipo instalado.

Los centros regionales de operación ayudan en las zonas de distribución a la modernización de sistemas obsoletos. Un proyecto piloto estudia y aplica el automatismo a cinco o seis subestaciones y determina los criterios y políticas que se requieren aplicar a las más de 1 200 subestaciones de distribución.

Apartir de 1990, los trabajos de automatismo de distribución integraron un software y sistemas de comunicaciones y control aplicados, tanto al interruptor del alimentador en la subestación como a los equipos de seccionamiento en la red del circuito correspondiente y a los puntos de enlace con otros circuitos. Esto da origen a un sistema que permite localizar y seccionar una falla en un

máximo de dos minutos que restablece inmediatamente las secciones sin falla, al reducir el tiempo de interrupción y el número de afectados por una falla.

Anteriormente, la falla en un circuito afectaba a un promedio de 10 000 usuarios durante un tiempo aproximado de 120 minutos en áreas urbanas. Con el automatismo, el tiempo de localización de la falla se reduce de 60 a dos minutos y el número de usuarios se abate a un número aproximado de 3 000 durante un tiempo promedio de 45 minutos en que se repara la sección dañada. Este sistema ha incrementado la continuidad y confiabilidad, mejorando las condiciones de operación, reduciendo el riesgo para el trabajador de campo y optimizando la calidad del servicio a clientes.

Construcción de subestaciones

El crecimiento y complejidad de los sistemas eléctricos, el requerimiento de confiabilidad en el suministro eléctrico, reducción de costos y cumplimiento estricto de la normatividad en materia ambiental hizo imperiosa la revisión, actualización y adecuación de los criterios existentes en el diseño de subestaciones de distribución de 138 kv y menores a media tensión.

En 1992 se conformó un grupo de personal técnico para diseñar un nuevo sistema mecanizado de subestaciones, el cual opera en una computadora personal y realiza un nuevo proyecto: desarrollar los principales planos y aprovechar las herramientas de dibujo por computadora y graficadores, así como las especificaciones de equipo y construcción necesarios para la construcción de la subestaciones.

Sistema Integral de Distribución

La administración del sistema de distribución requiere una planeación moderna y un sistema administrativo de gestión con base en herramientas de cómputo y técnica avanzada, que le permiten ser dinámico y congruente con su crecimiento diario, debido a los nuevos servicios o al aumento del consumo de los ya existentes. La planeación y mantenimiento de los parámetros actualizados dentro de los límites de la calidad de servicio demanda un monitoreo permanente.

Para lograrlo se han desarrollado dos sistemas.

Se contempla digitalizar la cartografía y la red de todo sistema de distribución a corto y largo plazo aplicando un sistema de planeación y diseño que utiliza técnicas avanzadas de planeación, ingeniería y optimización como análisis de flujos de potencia en alimentadores balanceados o desbalanceados ya sea radiales, de anillo o mallas, análisis de corto circuito, coordinación de protecciones, pérdidas de arranque de motores, optimización de la configuración para situaciones normales, de emergencia o futuras. A largo plazo, el pronóstico espacial y su carga, administración de la demanda, selección económica de conductor, evaluación de la planeación y su efectividad y la calidad de servicio.

En paralelo, con una base de datos el sistema de información geográfica administra los procesos comerciales, la operación, mantenimiento y construcción del sistema de distribución, productividad de los recursos humanos, materiales y financieros, determinación de costos y realización y actualización del inventario físico y contable del sistema de distribución.

Con lo anterior se espera contar con sistema integral de distribución que permita analizar y administrar técnica y financieramente, con eficiencia, eficacia y al menor costo posible, así como con la evaluación de sus resultados.

2.3 Tipos de carga

Carga eléctrica: es la parte final del sistema de distribución y son los aparatos o equipos eléctricos que utiliza un usuario para cierta producción o para satisfacer sus necesidades mas comunes.

En un sistema eléctrico de potencia encontramos diversos tipos de carga

Industrial	Inductiva
Comercial	Resistiva
Residencial	Resistiva
Rural	Resistiva

2.4 Características de la carga

clasificación

a) localización Geográfica

Urbana central (40-100 MVA / KM²) Se encuentra en las grandes ciudades.

urbana (5-40 MVA / KM²) Se encuentra en las zonas Industriales

semi urbana (3-5 MVA) Se encuentra en zonas habitacionales

Rural (menores a 5 MVA / KM²) Se encuentra en pequeños poblados

b) tipo de utilización

Residenciales	1Ø, 3Ø
Comerciales	1Ø, 3Ø
Industriales	3Ø
Mixtas	3Ø

c) Confiabilidad

Sensibles Hospitales, T.V, Industriales (no hay interrupción)

Semisensibles Zonas comerciales, Industriales (interrupción menor de 10 min)

Normales Domésticas, Habitacionales (se permiten fallas)

Parámetros y factores que afectan a las cargas**Carga instalada.**

Es la suma de las potencias nominales de los equipos o aparatos conectados en una zona determinada y se expresara en KVA, KW, W, HP. ó Amperes.

Densidad de carga.

Es la cociente o relación de la carga instalada y el área de la zona considerada y se expresa en KVA / KM² ó MVA / KM² ó en Watt

Demanda

Es la potencia consumida por la carga en un intervalo de tiempo a un factor de potencia determinado (el intervalo de tiempo) puede ser 1 hr, un día, una semana, un mes etc)

Demanda Máxima

Es la demanda instalada instantánea mayor que se tiene en un periodo especificado en un sistema o instalación

Factor de demanda

Es la relación o cociente entre la demanda máxima de un sistema y la carga instalada ó conectado al mismo.

$$Fd = \frac{D.Max}{C. instal.} \leq 1$$

Factor de utilización

Es la relación entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema en un intervalo de tiempo.

$$Fu = \frac{D.Max}{C. Nom}$$

Factor de carga

Es la relación entre la demanda promedio y la demanda en un intervalo de tiempo

$$Fd = \frac{D. \text{ prom}}{D. \text{ max.}} \leq 1$$

Donde:

$$D. \text{ pro} = \frac{\sum \text{Dem}}{t} \quad t = \text{periodo de tiempo.}$$

Factor de diversidad

$$Fdiv = \frac{\sum Dmax. \text{ ind.}}{Dmax. \text{ cjto.}}$$

Factor de Coincidencia ó Simultaneidad

$$Fco = \frac{1}{Fdv}$$

Demanda diversificada

$$\text{Dem. div.} = \frac{\sum \text{Dmax. ind.}}{\eta} \quad \eta = \text{N}^\circ \text{ de cargas.}$$

Demanda Máxima Diversificada

$$\text{Dem. max. div.} = \frac{\text{Dmax. cjto.}}{\eta}$$

Demanda Máxima no Coincidente

$$\text{Dem. max. no coincidente} = \frac{\sum \text{Dmax. ind.}}{\eta}$$

2.5 Niveles de tensión

Las tensiones en un sistema eléctrico de potencia se normalizan en primer término, dependiendo de las normas que se utilizan en cada país y, en segundo término, según normas internas de las compañías suministradoras de energía. En nuestro país la Comisión Federal de Electricidad y Compañía de Luz y Fuerza. Las tensiones que tenemos en nuestro sistema eléctrico de potencia son las siguientes

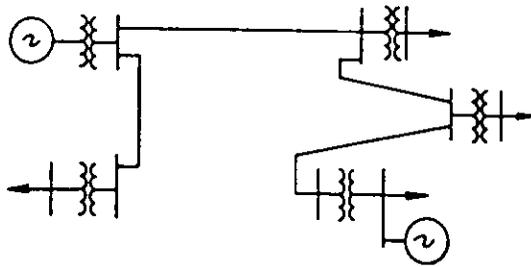
Nivel de generación		250 MW, 20 Kv
Nivel de transmisión o nivel de potencia		400 Kv 230 Kv
Nivel de subtransmisión		169 Kv, 120 Kv, 85 Kv
Nivel de distribución		
	primaria	23 Kv, 13.5 Kv.
	secundaria	9 Kv, 6 Kv, 4 Kv
Nivel de utilización		6 Kv, 4 Kv. 2Kv y 440
Volts, 220 Volts,		
115 volts, 127 Volts		

2.6 Tipos de alimentación

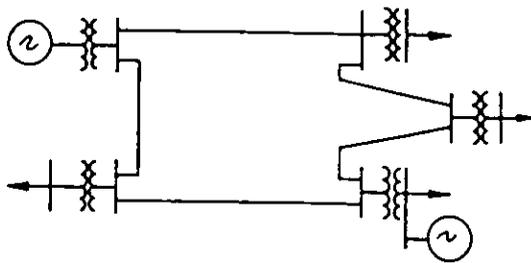
En un sistema radial (fig. 2.3 a) las cargas tienen una sola alimentación de manera que una avería en la alimentación produce una interrupción del suministro.

Con un sistema en anillo (fig. 2.3 b) se tiene una doble alimentación y puede interrumpirse una de ellas sin causar interrupción del suministro .

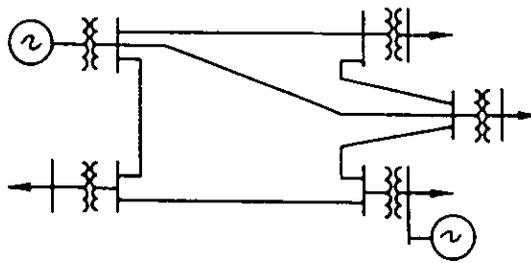
Con una red (fig. 2.3 c) se aumenta el numero de interconexiones y consecuentemente la seguridad del servicio.



a) Sistema radial



b) Sistema en anillo



c) red

Fig. 2.3 Distintos arreglos topologicos

Ubicación geográfica	Latitud 19º 26' 13" N Longitud 99º 04' 10" W
Altitud	2237 m. sobre el nivel del mar (7341')
Superficie que ocupa	746.3 ha.
Datos meteorológicos:	Temperatura de referencia 25°C. En cuanto a vientos, ver rosa de vientos directos y cruzados

Instalaciones Existentes

- * Zona operacional

A) Ayudas Visuales

- * Reil en pistas 05

Es un equipo que se encuentra a cada lado de la cabecera de pista con 10° hacia arriba (trayectoria de la aeronave)

- * Iluminación de pistas:

Pista 05D (borde y umbral) HIRL

Pista 051 (borde y umbral) HIRL

Pista 23D (borde y umbral) HIRL

- * Radar (localizado en el cerro del peñón)
- * Conos de vientos
- * Luces de aproximación , pista 23I
- * Luces de destello, pista 23I
- * Luces de borde en calles de rodaje y plataformas
- * Plantas de emergencias

B) Ayudas a la Navegación

Existen luces papi en las pistas 05I / 23D y 05D / 23I luces de borde de pistas, luces de aproximación en las pistas 05I / 23D y 05D / 23I, 4 conos de vientos 3 iluminados y uno sin iluminación también se cuenta con radiofaros como lo es el very high frequency omnidirectional range (radiofaro omnidireccional de muy alta frecuencia VOR) el distance measuring equipment (equipo medidor de distancia DME) y el instrument landing system (sistema de aterrizaje por instrumentos) ILS

- * Control de tránsito y aéreo
- * VORD/DME
- * ILS categoría 1, Pista 23I
- * ILS categoría 1, 05D
- * Radar ASR
- * Marcadores

aparato de medición de la visibilidad que hay en el aeropuerto

C) Pistas

- * 05D - 23I de 3900 m. x 45 m., pavimento de concreto asfáltico.
- * 05I - 23I de 3846 m. x 45 m., pavimento de concreto asfáltico.

D) Rodajes de Salidas de Pistas.

- * Pista 05D-231: Rodajes A, B3, B4, B6, E1, B7, E y B.
- * Pista 051-23D: Rodajes, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B9 E,

E) Rodaje de Carretero

- * Rodajes A, B, C, D, E.

F) Plataforma de Aviación Comercial

- * Área de 347 000 m².
- * Tipo de pavimento concreto asfáltico e hidráulico
- * Hidrantes para el suministro de combustibles

G) Plataforma de Aviación General

- * Área de 100 000 m²
- * Tipo de pavimento: concreto asfáltico
- * Bomba estacionaria para el suministro de combustible

H) Plataforma de Carga Aérea de 54 000 M².

- * Tipo de pavimento: concreto asfáltico e hidráulico

Zona Terminal de Pasajeros de Aviación Comercial

A) Edificio Terminal

- * En una superficie total de 69 000 m²., distribuida en la siguiente forma:
- * Documentación de compañías nacionales
- * Documentación de compañías Extranjeras
- * Salas de espera para vuelos Nacionales
- * Salas de espera para vuelos Internacionales
- * Reclamo de equipaje Nacional
- * Reclamo de equipaje Internacional
- * Servicios de apoyo

B) Estacionamiento Para Automóviles

- * Edificio vertical, en una superficie de 61 200 m², capacidad para 1900 cajones
 - * Estacionamiento No. 2, en una superficie de 12715 m², con capacidad para 340 cajones.
 - * Estacionamiento No. 3, en una superficie de 12440 m², con capacidad para 282 cajones.
 - * Estacionamiento No. 4, en una superficie de 15171 m², con capacidad para 514 cajones.
 - * Estacionamiento remoto No. 1, en una superficie de 14450 m², con capacidad para 479 cajones.
- Estacionamiento remoto No. 2, en un superficie de 36966 m², con capacidad para 1214 cajones.

Zona Terminal de Pasajeros de Aviación General

- * Edificio terminal, en una superficie de 1350 m²
- * Estacionamiento, en una superficie de 3100 m², con una capacidad para 103 cajones.
- * 90 hangares en una superficie de 38.0 ha.

Zona de Manejo de Carga

- * Terminal de carga Internacional, en una superficie de 11.1 ha.
- * Bodegas en el aeropuerto, para manejo de carga nacional, en 0.68 ha.
- * Bodegas en el aeropuerto para tramitadores de carga aérea, en 1 ha.
- * Preparación de alimentos y mantenimiento en 11.9 ha.
- * Correo, 6300 m².

Servicios de Apoyo a la Operación

A) Torre de Control

- * Altura de la cabina: 33.0 m. al n.p.t.
- * Edificio anexo en 880 m² que alojan las siguientes instalaciones.
- * Laboratorio
- * Radar
- * Radio ayudas
- * Subestación
- * Comunicación
- * Oficinas

B) Zonas de Combustibles

- * Superficies 8.2 ha. Con una capacidad para almacenar 10.4 M litros de combustible
- * 5 tanques de almacenamiento de turbocina con capacidad para 2 M litros c/u.
- * 2 tanques de almacenamiento de gas - avión 100-30 oct. con capacidad para 100 000 lts. c/u.
- * 2 tanques de almacenamiento de gas - avión 80-87 oct. con capacidad para 100 000 lts. c/u
- * 1 tanque de almacenamiento de lubricante 120 con capacidad para 56 000 lts.
- * 1 tanque de almacenamiento de gas avión 80-87 oct. con capacidad para 12000 lts. en la isleta de aviación general.

C) Cuerpo de rescate y extinción de incendios (CREI)

Superficie: 1.7 ha., constituido por:

- * pantalla alta con una superficie de 300 m², biblioteca, dormitorios y sanatorios
- * pantalla baja, superficie 1250 m². comedor, oficina de control, bodega
- * taller, cobertiza, área de maniobras.

D) Mantenimiento y construcción del aeropuerto:

10.6 ha.

E) Oficinas con actividades de apoyo a la operación:

19.5 ha.

çF) Zona de servicios a plataforma

1600 m2

G) Estacionamientos

oficial, en 1 900 m2

renta de autos, en 18 000 m2

Transportación, en 8 640 m2

empleados, en 12 000 m2

Fuerza Aérea Mexicana

Superficie: 14.5 ha.

Zona Presidencial

Superficie: 17.2 ha.

3.2 Demanda

Continuación se presentan datos correspondientes al movimiento en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. Mediante la organización de estos datos y de su análisis correspondiente, apoyado con observaciones directas, ha sido posible detectar el grado de crecimiento de la demanda, así como de interpretar en términos generales el comportamiento de las actividades que ocurren en él: esto ha permitido hacer las proyecciones del movimiento.

La información que se presenta parte de 1967, dividida en aviación comercial, privada y oficial, por el número de pasajeros por año.

Además de las operaciones y los pasajeros por año, se presentan los datos correspondientes a carga, correo y equipaje.

Pasajeros

El movimiento de pasajeros comerciales por año, en el periodo transcurrido de 1967 a 1994, tuvo una tasa de crecimiento media de 12% aproximadamente, es decir, un incremento de casi 5 veces.

El movimiento de pasajeros particulares registró en el mismo periodo una tasa anual media de 22%. esta actividad se significó por ser muy irregular en su crecimiento anual; en 1976-77 hubo incrementos extraordinarios. En 1967 se registró un movimiento de 2336 pasajeros y en 1994 de 203 232 es decir, aproximadamente 9 veces mayor.

El crecimiento de pasajeros oficiales se incrementó con una tasa anual media de 18% en el periodo mencionado

Operaciones

En lo que respecta a operaciones comerciales en el periodo analizado, éstas registraron una tasa anual media del 8% . su tendencia fue de crecimiento en todos los años. en 1967 se atendieron 52 209 operaciones y en 1994, 144 973,

es decir, su valor se triplicó. En cuanto a la aviación particular, estas mostraron cierta irregularidad en el periodo analizado. su tasa de crecimiento media anual fue de 16% , con incrementos significativos en 1972 y 1976.. En lo referente a las operaciones oficiales, en este periodo fue bastante regular, con una tasa media anual de 9%, con excepción de un pequeño decremento ocurrido en 1968.

Carga

En el mismo periodo de 1967-1994 el movimiento de carga fue regular, ya que tuvo una tasa de crecimiento anual de 13% cabe mencionar que el año de 1975 no fueron publicados los datos estadísticos.

Correo

En lo concerniente a este renglón en el lapso analizado se tuvo una tasa anual del 5%. su tendencia fue casi siempre de crecimiento, aunque sus estadísticas no fueron publicadas en 1975.

Equipaje

El movimiento de equipaje en este lapso tuvo una tasa media anual del 12% ; su tendencia fue siempre de creciente

3.3 Capacidad Actual

Para determinar la capacidad de las instalaciones actuales del aeropuerto, que ocupan una superficie de 783 ha., se agruparon los diferentes elementos que lo componen en los siguientes sistemas:

- 1-pistas-rodajes
- 2-plataforma-edificio-Estacionamiento
- 3-Servicios de apoyo
- 4-Red vial general

Pistas y Rodajes

De acuerdo a la configuración geométrica de las pistas, en el estudio de actualización, se determinó que la capacidad teórica del sistema es del orden de 90 operaciones por hora. En la práctica los efectos en la operación por la orografía circundante de la zona, Turbulencias de estela, condiciones meteorológicas marginales, destreza de los controladores y pilotos, tiempo de reacción de los mismos, así como la mezcla de aeronaves de diferentes velocidades, la capacidad anterior se ve reducida a 60 operaciones por hora.

Plataforma-Edificio-Estacionamiento

Aviación comercial

Plataforma.- Constituida por 347 000 m² en 3 diferentes zonas;; 90 000 m² en la zona determinada norte, 177 00 m² en la de operaciones y 80 000 m² actualmente en construcción en la sur. En estas zonas es posible estacionar simultáneamente 13, 20 y 9 aeronaves respectivamente para llegar a un total de 42.

Estacionamiento para automóviles con una superficie total de 152 900 m² , de los cuales 101 500 m² corresponden a estacionamientos próximos a la terminal (N° 2,3 y 4 además del edificio vertical) y 51 400 m² a remotos (N° 1 y 2), se puede disponer de 5 100 lugares si se considera un indicador de 13.7 m² por pasajero.

Aviación General

Plataforma localizada al sureste de la terminal de aviación comercial con una superficie de 100 000 m² que tiene capacidad para estacionar del orden de 90 aeronaves, considerando un indicador de 1 100 m², que permite el estacionamiento de una mezcla de aeronaves muy heterogénea y similar a la actual, que incluye diversos tamaños desde B-727 hasta pequeñas avionetas.

Edificio para pasajeros.- para determinar la capacidad del edificio se tomó como la información de una muestra de 90 días, sobre la utilización de cada una de las zonas del edificio en las horas de mayor movimiento, así como de

los tiempos de permanencia y de proceso, obteniéndose para cada zona en teoría la superficie necesaria. El resultado fue un indicador global de 10 m² de edificio por cada pasajero en la hora de mayor movimiento.

Estacionamiento para automóviles.- El estacionamiento cuenta con una superficie de 3100 m². donde es posible alojar 103 automóviles, si se asigna un indicador de 30 m² por lugar.

3.4 Desarrollo del aeropuerto

Para de terminar el plan de desarrollo del aeropuerto, es decir, la forma más conveniente para dar soluciones a sus diferentes elementos, en el horizonte de planeación (año 2 000), se deberán tomar en cuenta los siguientes puntos:

- * La demanda esperada en el horizonte de planeación referida a la magnitud de los diferentes elementos, que es la que permite llegar a las soluciones adecuadas para este plan.

- * La necesidad urgente de contar con una pista adicional para satisfacer la demanda actual, y establecer la fecha de partida del nuevo desarrollo y, consecuentemente, la primera etapa del mismo. considerando el tiempo mínimo de construcción de la primera etapa de un proyecto de esa naturaleza, se puede pensar que en el mejor de los casos se llegaría a poner en servicio alrededor del año 2000; es decir, ésta será la fecha que en los análisis subsecuentes se tomarán como inicio de operación de las nuevas instalaciones.

Por lo que respecta al proceso del análisis del plan de desarrollo, éste se ha realizado en función de la importancia de los principales elementos . Según se ha expuesto anteriormente, ésta importancia empieza por el área de

operaciones, por lo que se ha indicado por definir el número y ubicación de las pistas. posteriormente, se hace el análisis referente a la solución del área terminal, planteando diversas opciones que toman en cuenta la ubicación final de las pistas.

El resto de los elementos, que se pueden considerar como auxiliares o complementarios de las zonas aeronáutica y terminal, ha sido estudiado a nivel de magnitud y zonificación, mismas que consignan en el plano correspondiente.

Finalmente, con las zonas anteriores, así como la ubicación en este contexto de los elementos adicionales y ciertas limitaciones para evitar afectaciones a corto plazo

3.5 Concentraciones horarias de movimiento

Las concentraciones de movimiento en los periodos frecuentes e mayor actividad permiten establecer la base para definir la magnitud requerida de los diferentes elementos que constituyen un aeropuerto.

Un análisis adecuado de estas concentraciones, conforme a su diferente naturaleza, ha permitido determinar parámetros, que a su vez han servido para cuantificar cada elemento en particular . Así como el número de operaciones por hora, se ha cuantificado el número de distribución de pistas y calles de rodaje; con los pasajeros por hora, las diferentes partes que constituyen el edificio terminal, y así sucesivamente con el resto de los datos que se indiquen posteriormente.

Magnitud de los elementos

La base para determinar la magnitud de los elementos que conforman el aeropuerto, de tal manera que puedan prestar un nivel de servicio adecuado durante su desarrollo, son las concentraciones de demanda, y sus proyecciones. Mediante un análisis operativo particular de los elementos de acuerdo a la naturaleza del servicio que prestan se han establecido parámetros que, aplicados a los valores especificados de la demanda concentrada, permiten obtener la magnitud buscada.

Por otra parte cabe mencionar que existen elementos cuya magnitud es determinante para el desarrollo ordenado y armónico del plan maestro. Se encuentran en esta clasificación, en orden de importancia: el área de operaciones, constituida por pistas y calles de rodaje, las plataformas, los edificios terminales de pasajeros, los estacionamientos para automóviles, terminales y zonas de carga y áreas para el almacenamiento de los combustibles.

El resto de los elementos aún cuando son indispensables para la operación del aeropuerto, dado que su magnitud es relativamente pequeña comparada con los anteriores, pueden ser localizados sin mayor problema y, por lo mismo, no requieren análisis exhaustos para definir sus dimensiones, ya que no afectan la extensión final del aeropuerto.

De las consideraciones anteriores, se ha estimado que los elementos que deben constituir el aeropuerto son los siguientes:

1.- Zona aeronáutica:

Superficie libre de obstáculos

Ayudas visuales y radio ayudas

Pistas

Calles de rodaje y salidas de alta velocidad

Plataforma para aviación comercial

Caminos de servicio en la zona

2.- Zona terminal de pasajeros de aviación comercial:

Edificio

Estacionamiento para automóviles próximo a la terminal

Vialidad

3.- Zona terminal de pasajeros de aviación comercial irregular:

Edificio

Estacionamiento para automóviles próximo a la terminal

Vialidad

4.- Zona terminal de pasajeros de aviación general:

Edificio

Hangares

Estacionamiento para automóviles próximo a la terminal

Vialidad

5.- Centro de carga:

Terminal de carga para movimiento internacional (incluye almacén y área de estiba)

Bodegas para las compañías aéreas nacionales para movimiento de carga doméstica

Bodegas para concesionarios de tramitación de carga aérea, tanto agentes aduanales como compañías aéreas

Correo

Estacionamientos y patios para maniobras de vehículos

Vialidad

6.- Servicios de apoyo a la operación:

Torre de control

CREI

Almacén de combustibles

Oficinas de autoridades aeroportuarias

Servicios de plataforma

Estaciones meteorológicas

Vigilancia y seguridad

Clínicas de emergencia y helipuerto correspondiente

Comisariatos

7.- Zona para edificaciones de compañías aéreas para el mantenimiento de su equipo de vuelo

8.- Zona para edificaciones destinadas al mantenimiento y construcción de aeropuerto

9.- Zona comercial y hotelera

Infraestructura general

Vialidad

10.- Zona para industrias relacionadas con el aeropuerto:

Infraestructura general

Vialidad

11.- Zona presidencial

Área de recepciones oficiales

Estacionamiento para automóviles

Vialidad

12.- Zona Presidencial

Edificios

Hangares

Estacionamientos

Vialidad

13.- Edificios de Servicios Adicionales

Central telefónica

Central eléctrica

Plantas de tratamientos de aguas

Subestaciones

14.- Red Vial General

Acceso al aeropuerto

Terminales de transportación masiva

Estacionamientos remotos

Oficiales

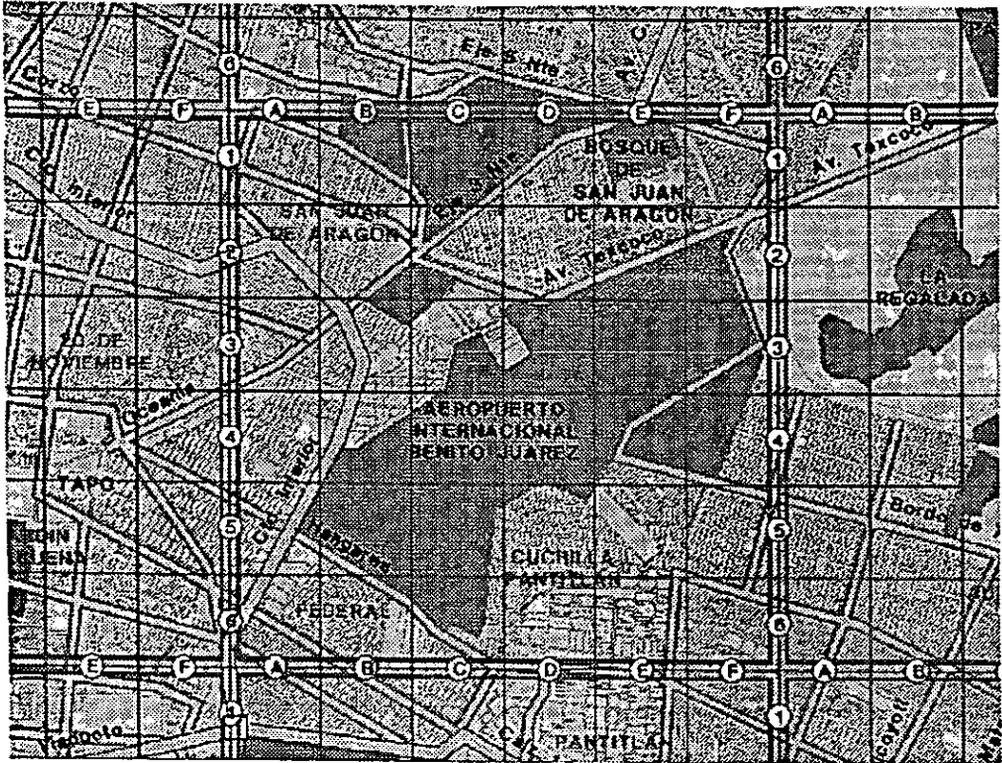
Empleados

Renta

Transportación (incluye taxis)

Vialidad interna

Camino perimetral



Plano de la ubicación física de Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

CAPITULO IV

Mantenimiento de la subestacion de pistas del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

4.1 características de la subestacion de pistas del aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

De acuerdo con las clasificaciones mencionadas la subestación de pistas del (AICM), por su función es una subestación reductora puesto que cuenta con una alimentación por parte de compañía de luz de 23 KV., la cual se reduce a 220 volts, por su potencia y tensión es de distribución primaria puesto que se encuentra en los niveles de 23 kv, 13.5 kv. por su construcción es convencional interior ya que sus instalaciones están cubiertas y no están expuestas a las condiciones atmosféricas, por su operación es convencional debido a que tiene personal fijo el cual realiza todos los reportes y se encarga de revisar que todos los equipos estén funcionando en óptimas condiciones, tiene un arreglo de triple juego de barras y neutro.

Cuenta con dos acometidas en alta tensión y su transformador principal es trifásico de 600 KVA. conectado en estrella delta, del tablero alimentador pasa la tensión a 220 o 127 volts dependiendo de la carga del regulador.

Como medida de protección en caso de que se llegará a cortar la alimentación de compañía de luz cuenta con planta de emergencia, y por si fuera poco tiene

una segunda planta de emergencia en caso de que fallara la primera planta de emergencia por situaciones inesperadas.

Estas plantas de emergencia son accionadas por medio de un equipo de transferencia., que mediante los dispositivos adecuados transfiere la carga del sistema normal de los transformadores al sistema de la planta de emergencia en un tiempo no mayor de 50 milisegundos, por medio de los relevadores que detectan la falla de tensión.

Tiene una cantidad de 21 reguladores de corriente continua de los cuales su conexión se muestra en el diagrama unifilar de la subestación que se presenta mas adelante

2 de 50 kw

5 de 30 kw

5 de 20 kw

9 de 10 kw

Estos reguladores tienen como función mantener una salida de corriente constante dentro de circuitos alumbrados de campos de aviación que son alimentados de una fuente de corriente alterna. (la corriente se mantiene constante aun así halla un cambio en la fuente de alimentación o en la carga.

Cada regulador contiene 5 pasos de intensidad.

CLASE 1

B1= 2.8 A

B2= 3.4 A

B3= 4.1 A

B4= 5.2 A

B5= 6.6 A

CLASE 2

B1=R3

B2=R5

B3= R5

B4=R6

B5=R7

Estos pasos pueden ser reajustados si es necesario en la tarjeta RLR-3, ajustando las resistencias variables que corresponden a cada paso.

Ajustando las resistencias variables en el sentido de las manecillas del reloj se aumentara la intensidad del paso que se esta ajustando y se disminuirá en el sentido contrario de las manecillas del reloj.

Cada regulador ofrece las siguientes protecciones:

a) Sobrecorriente

El regulador es ajustado a 6.9 A para la clase 1 y 21.0 A para la clase 2. Esto es para proteger la carga en caso de una sobrecorriente; el regulador automáticamente cancelara la salida de la corriente.

b) Sobre voltaje

si se presentara un carga abierta o sobrecarga el regulador automáticamente cancelara la salida de la corriente.

c) Puerta de trabar

El regulador dejara de funcionar cuando la puerta esta abierta, o cualquiera de las dos puertas cuando esto es aplicable.

d) Protección de falla

En caso de una sobrecorriente, fusibles protegerán los thyristores.

El regulador puede ser operado de una manera local o remota.

Teniendo el switch localizado en la puerta del regulador en la posición REM el regulador estará funcionando en manera remota controlado por la torre de control.

Indicación Lights = Luces de indicación

(a) DI= puerta de trabar

indica que la puerta no esta completamente cerrada.

(b) OV = sobre voltaje

carga abierta o sobre voltaje

(c) OC = sobrecorriente

regulador mas de 6.9 A ó 21,0 A

(d) regulador en operación**(e) luces indicando que el regulador esta funcionando en B1, B2, B3, B4 y B5**

- (f) **DS ½ (las luces que se encuentran en el diagrama de la puerta del regulador) supervisan los fusibles de los thyristores. Cuando el fusible esta abierto la luz enciende.**

Después de que la alimentación de 220 o 127 volts de ca mediante los reguladores se convierte a cc.

Los cuales alimentan las lámparas de pistas de la siguiente manera:

La pista 05 izquierda y circuitos de aproximación llevan reguladores de 30 y 50 kw con sus transformadores de 5,000 volts en el primario y 40 volts en el secundario y una corriente de 6.5 amper tanto en primario como en secundario. La pista 05 derecha su regulador es de 50 kv con 5 000 volts en primario y 40 volts aproximadamente en el secundario mientras que en la corriente tiene hasta 20 amper en el primario y en el secundario un máximo de 6.6

Al término de este capítulo se presentan los planos estructurales y el diagrama unifilar que corresponde a la descripción hecha así como un plano de las pistas

Los tipos de lámparas existentes en pistas, son las siguientes:

Lámpara L-822 borde rodaje con foco de 45 w incandescente ó 45 w de cuarzo

Lámpara L-838 de rodaje 45 w incandescente ó 45 w de cuarzo

- Lámpara L-892 de aproximación elevadas, (unidad par 56) foco 200 w halógeno ó cuarzo
- Lámpara L-850 embutido impacto 200 w halógeno
- Lámpara L-819 alimentadas por el regulador de 50 kw con un foco de 240 w incandescente
- Lámpara Reil de zenon de descarga (inicio de pista)

Características de las luces en pistas

Umbral de pista reil

Son luces de destellos color blanco de frecuencia de destello de 60 a 120 por minuto. Emplazadas sistemáticamente respecto al eje de la pista y alineados con el umbral.

Umbral y extremo de pista

Están localizadas en línea perpendicular al eje de la pista a una distancia no menor de 60 cm y no mayor a 3 m, de la línea que marca el umbral de pista no mayor de 60 cms.

Luces borde de pista

Este tipo de luces son utilizadas para el delineamiento del área operacional o espacio utilizable de un pista en un aeropuerto durante periodos de oscuridad y condiciones metereológicas de baja visibilidad proporcionan una gran guía visual durante fases de operación de una aeronave en despegue , aproximaciones y maniobras a tierra.

Luces borde de calle de rodaje

Este tipo de luces son utilizadas para el delineamiento de las áreas operacionales o espacios utilizables de una calle de rodaje, perimetro de plataforma comercial, carga o aviación general durante periodo de escolaridad o condiciones de baja visibilidad.

Luces de eje de pista

Sistema de luces empotradas en el pavimento este tipo de luces son utilizadas como guía de eje de pista de despegue o aterrizaje de aeronaves cuando se presentan alcances visuales reducidos la instalación de este sistema estará sujeto a la construcción de la pista con concreto hridraulico ya que el asfalto presenta desajustes constantes y esta localizado sobre un eje de longitudinal de la pista y sus características son de color blanco claro desde el umbral hasta un punto situado a 900 m del extremo, a partir de ese punto, hasta los 300 m del extremo de pista serán luces alternas de color blanco y rojo los últimos 300 m serán de color rojo y es de mucha utilidad para el caso de un despegue interrumpido o abortado.

**ESTA TERCERA DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Sistema Papi

El sistema papi proporciona una guía de trayectoria de aproximación y cuatro indicaciones de desviación dos arriba y dos abajo de la trayectoria deseada. el reglaje del ángulo de elevación de los elementos luminosos papi será tal que el piloto que se encuentra en aproximación y observe un señal de dos luces blancas y dos luces rojas, pueda flanquear con un margen seguro todos los objetos que se encuentran en el área de aproximación .

Listado de Circuitos en pistas

Circuito 1 rodaje bravo alimenta bravo, 5,6,7

Circuito 2 rodaje bravo alimenta eco, eco 2

Circuito 3 rodaje coca alimenta coca, 1,2,3

Circuito 4 alimenta bravo 3 y alfa

Circuito 5 alimenta bravo 4 y 6 entre pistas

Circuito 6 alimenta eco, eco 1, bravo 4 y 7

Circuito 7 alimenta eco delta

Circuito 8 alimenta eco 2

Circuito 9 alimenta eco entre dos pistas

Circuito 10 alimenta bravo, bravo 1, 2 , 3 y alfa

Circuito 11 alimenta la plataforma de amenazas

4.2 Mantenimiento.

El mantenimiento se define como el trabajo armónico tanto de hombres como herramientas y materiales, controlados por un sistema, con el objeto de cuidar las inversiones de capital, permitiendo rendir a la industria en un nivel adecuado de productividad , es decir se le considera como una entidad correctiva de errores ya existentes, esta definición clásica se refiere al servicio de maquinaria o equipo.

En la actualidad la noción de mantenimiento es mas compleja que la sola idea de un conjunto simple de actividades orientadas a la maquinaria y equipo.

La noción mantenimiento, se a considerado como parte de las operaciones de producción definiéndose estrategias de trabajo y estudios teóricos para abordar este problema, ya que, los propósitos del mantenimiento son lograr confiabilidad y mayor duración de los recursos puestos a disposición, así como, evitar costosas consecuencias directas o indirectas, como directas se consideras los paros de funcionamiento, la perdida de producción la reparación de maquinaria, el reemplazo de maquinas y otras , como indirectas, las demoras de producción, entregas tardías, clientes descontentos, accidentes en potencia, mala reputación y otras. Estos dos propósitos deben ser administrados y controlados para la toma de decisiones por medio de acciones eficaces, económicas y factibles de realizarse, con el fin de aplicarlas a la

maquinaria y equipo y así poder proporcionar al sistema productivo un nivel adecuado de desempeño, permitiéndole cumplir sus objetivos y metas.

Para un responsable o gerente de mantenimiento, resulta interesante saber que servicios serán capaces de disminuir su índice de fallas durante la producción. sin embargo, también existe el problema de como puede programarse el tiempo disponible para mantenimiento, de manera conjunta con planeación de la producción , para dar tiempo a la realización del servicio del mantenimiento planeado y además poder seguir compeliendo con el stock necesario de refacciones, para intervenir en la maquinaria en particular establecida en la empresa.

El mantenimiento es una función que visualiza tecnologías a través de atención a maquinas y equipos, esta función debe conceptuarse como un sistema de actividad humana este sistema es el resultado de una integración de un sistema de actividades y de un sistema social, en el primero las relaciones son dependientes lógicas y los elementos son actividades, en el sistema social las relaciones son interpersonales, siendo los elementos, personas realizando actividades.

4.3 CLASIFICACION DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

A) Mantenimiento correctivo

B) Mantenimiento preventivo

Para la mayoría de las empresas, ésta, ni es la única clasificación , ni es suficientemente específica.

Al mismo tiempo, en la mayoría de las empresas la clasificación del mantenimiento, en correctivo y preventivo no es suficientemente específica, por lo que el mantenimiento preventivo se vuelve a clasificar.

- **Mantenimiento diario**, que consiste en aquellas actividades sencillas de mantenimiento que el equipo requiere diariamente generalmente se trata de limpieza y lubricación, y normalmente queda a cargo del operario del equipo y no de los trabajadores de mantenimiento.

-**Revisión general**, que consiste en la revisión sistemática del buen funcionamiento del equipo. Esta revisión , se efectúa en forma visual o con la utilización de instrumento de medición. en este tipo de revisión, es importante checar el ruido y las vibraciones del equipo ya que estos pueden indicar algún desperfecto potencial.

-**Mantenimiento pequeño**, que consiste en la revisión y sustitución de un número limitado de piezas, tales como piezas de unión, piezas que transmiten movimiento, etc.

- **Mantenimiento general**, que consiste en el desmontaje y limpieza total de la maquina y sus sistemas hidráulicos, neumáticos, eléctricos, electrónicos etc: Se supone que con este tipo de mantenimiento, el equipo debe recuperar por lo menos el 50% de su capacidad productiva original. precisamente, porque se considera la frecuencia como principal criterio para clasificar los trabajos en revisión general o mantenimiento pequeño mediano o general, resulta difícil utilizar esta misma clasificación para el mantenimiento correctivo, ya que, por definición la frecuencia de ocurrencia del mantenimiento correctivo es aleatoria.

4.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En el mantenimiento preventivo, se han manejado diferentes criterios que han tratado definirlo. Se consideran que es el trabajo constituido por cuidadoso monitoreo de la condición de los recursos, para después diagnosticar la información, sobre la base de conocimientos y la experiencia. Esta intervención sobrestima la vida útil de la refacción reemplazada. Es decir, es una rutina que se ejecuta con cierta periodicidad y que forma parte de un sistema.

El mantenimiento preventivo, es una técnica que hace posible reparar la maquinaria antes de sufrir un importante deterioro identificando el componente averiado y posibilitando al técnico de mantenimiento, efectuar rápidamente el correspondiente ajuste o reemplazo esta técnica a permitido mejorar considerablemente el tiempo disponible. Se considera que esta técnica es ecuánime y es el mantenimiento más caro para el inicio de su funcionamiento

4.5 Mantenimiento Correctivo,

Se le conceptúa como la reparación inmediata, con objeto de que continúen la producción siendo las reparaciones de tipo provisional o definitivo. Es decir este tipo de mantenimiento, se hace luego de la avería, surgiendo la causa de horas de paro no programadas y disminuyendo el nivel de producción, ya que se subestiman las fallas en la maquinaria o equipo.

4.6 Mantenimiento al equipo existente en la subestación de pistas del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.

Mantenimiento preventivo

Las cuchillas en alta tensión las cuales son el primer elemento que hay que tomar en cuenta para poder dar mantenimiento a la subestación y que corresponde a campaña de luz y fuerza dar mantenimiento y es cuando el personal de la subestación procede a limpiar desempolvando, engrasando cuando se requiera la barras seccionadoras ademas de aterrizar las lineas y equipos.

En cuanto al mantenimiento del transformador, para prolongar su vida y obtener un funcionamiento correcto., en este caso se requiere poco mantenimiento, Sin embargo, es conveniente que periodicamente se haga revisión de lo siguiente:

1- Rigidez dieléctrica del aceite., Esta prueba consiste en tomar una muestra de aceite del transformador para ser analizada en probadores de aceite dielectrico, la muestra es llevada directamente de la válvula de muestreo a botellas limpias para su posterior análisis. Una lectura baja en la rigidez dieléctrica del aceite nos indicara suciedad, humedad en el aceite .Para corregir esto se filtra el aceite las veces que sea necesario..

2-Secuencia de fases (polaridad)

Polaridad, es el sentido de circulación que nos produce el flujo magnetico de los devanados. Hay algunos metodos para conocer la polaridad de un transformador como son:

Metodo de tensión alterna

Metodo de patada inductiva

Metodo de transformador patron.

3-Revisar si las boquillas no están flameadas por sobretensiones de origen externo

4- Observar que los aparatos indicadores funcionen debidamente.

5- Tener cuidado de que los aparatos de protección y control operen en forma correcta.

6- Verificar su aislamiento

El equipo (reguladores) no requiere mantenimiento especial. sin embargo es recomendado que las luces del regulador y el medidor sean periódicamente observados.

Durante esta inspección cualquier daño mecánico es reparado.

El polvo en exceso se remueve.

Las luces de indicación son inspeccionadas y remplazadas si alguna esta fundida.

Los contactos del contactor y relay son inspeccionados.

Se limpian los platinos en los contactores.

En los reguladores de 10 kw se revisan las 3 tarjetas con las que cuenta además de que se checan los fusibles de altos voltajes, se hace la limpieza de

los platinos, se checa amperaje en cada punto también se aprietan tuercas y tornillos.

Los reguladores de 30 kw contienen 4 tarjetas clasificadas pero se sigue el mismo procedimiento que con los reguladores de 10 kw.

En el caso de las plantas de emergencia se tiene un programa de mantenimiento preventivo que es el siguiente, se cambia de aceite cada 8 meses o 100 hrs. de trabajo, cambio de filtro de aceite cada 8 meses o 100 hrs. de trabajo, cambio de filtro diesel cada 8 meses o 100 hrs. de trabajo cambio de filtro de aire cada 8 meses o 100 hrs. de trabajo, calibrar maquina cada 18 meses o 200 hrs. de trabajo, calibrar inyectores cada 18 meses o 200 hrs. de trabajo, lavar y sondear radiador cada 24 meses o 250 hrs. de trabajo, tanque combustible lavar cada 8 meses o 100 hrs. de trabajo, engrasar poleas de la maquina en general cada 4 meses checar que no falte combustible, que las baterías estén cargadas y dependiendo de la temporada del año se prenden para calentarlas, en época de lluvia casi diario, mientras que en temporada de calor cada 3 días aproximadamente.

Mantenimiento Correctivo

Como parte del mantenimiento correctivo tenemos el banco de capacitores que casi no requiere mantenimiento debido a que todos sus sistemas son electronicos por lo que el mantenimiento de este equipo es correctivo. Unicamente se cambian tarjetas electronicas y se limpia el polvo que llegara a tener la tarjeta.

Como se menciona anteriormente los reguladores de corriente continua tienen mantenimiento preventivo, pero tambien tienen mantenimiento correctivo puesto

que cuentan con tarjetas electronicas las cuales cuando hay una falla unicamen-

te se sustituyen y se remueve el polvo existente en las zonas aledañas.

Acontinuación se presenta el programa de mantenimiento general que se tiene en la subestación de ayudas visuales (pistas), algunas hojas de ordenes de trabajo de rutina que se tienen para el control del mantenimiento dentro y fuera de la subestación de ayudas visuales, ademas de un plano de los circuitos electricos y las zonas mas importantes en el aeropuerto.

AEROPUERTOS
Y SERVICIOS
AUXILIARES



DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
ELECTROMECHANICO

ORDEN DE TRABAJO

"NO RUTINA" No. _____

TALLER DE _____

FECHA _____

DESCRIPCION DEL TRABAJO :	NORMAL	URGENTE

PERSONAL ASIGNADO : _____

FECHA INICIACION _____ TIEMPO ESTIMADO _____
FECHA TERMINACION _____ TIEMPO EFECTUADO _____

MATERIALES NECESARIOS	UNIDAD	CANTIDAD	TIPO ADQUISICION	
			GASTOS - M	REQUISICION No.

DESARROLLO DEL TRABAJO.- _____

OBSERVACIONES POR DEMORAS : _____

EL JEFE DEL DEPTO. _____ EL JEFE DE OFICINA _____ EL JEFE DE TALLER _____



REGULADOR DE CORRIENTE CONSTANTE

REGULADOR QUE ALIMENTA EL ALUMBRADO DE : _____

MARCA : _____ CAPACIDAD : _____ KW.

CORRIENTE EN EL PRIMARIO : _____ AMPS SERIE : _____

CORRIENTE EN EL SECUNDARIO : _____ AMPS.

VOLTAJE DE ENTRADA : _____ VOLTS.

VOLTAJE DE CONTROL : _____ VOLTS.

TIENE CONTACTOR DE ENTRADA SI NO

TIPO SECO O EN ACEITE : _____

LITROS DE ACEITE : _____ LTS

PESO APROXIMADO : _____ KGS.

CAPACIDAD FUSIBLE ALIMENTACION : _____ AMPS.

CAPACIDAD FUSIBLE CONTROL : _____ AMPS

OBSERVACIONES _____

NOTAS : LLENAR UNA FORMA POR CADA REGULADOR, ASI COMO DE LOS QUE
TENGAN RESERVA.

Aeropuertos y
Servicios
Auxiliares



ORDEN DE TRABAJO
RUTINA

No. Sabado

TALLER Subestación de Pistas TURNO Primer Turno FECHA 19-XII-97

DESCRIPCION DEL TRABAJO	PERSONAL ASIGNADO	ACCION TOMADA
Se apagaron las luminarias de los postes de vialidad que se encuentran frente al hangar presidencial.		
La torre de control apago las luces de rodajes 7:15 y el personal de la subestación --- apago las luces de rodajes que no tienen control remoto y luces de conos de viento.		
Torre de control apago las luces de las 2 pistas 7:35.		
Se estuvo al pendiente de los reportes por la base del radio y Telefonemas de torre de control y de oficina de mantenimiento y personal en campo.		
Se aviso a torre de control para hacer el recorrido en las 2 pistas para cambio de focos de 100 watts de cuarzo y focos de 200 watts asi como filtros de color verde en lamparas en las cabeceras de las 2 pistas, cambiandose en la pista 05 7 focos de 200 watts incandescente y 2 zozquetz Brayan y 3 globos en lamparas de pista y 4 focos de 100 watts de --- cuarzo.		
Personal que laboro:	Aurelio de Jesús de Felipe	
	Gilberto Vasquez Contreras	
	Ricardo Rosas Bonilla	

DEPTO

JEFE DE OFICINA

JEFE DE TALLER

AEROPUERTOS
Y SERVICIOS
AUXILIARES



ORDEN DE TRABAJO
MANTENIMIENTO ELECTROMECANICO

FECHA: _____ HORA: _____ No. _____

SR. _____ DE: _____

REPORTE _____

OBSERVACIONES: _____

SE LE ASIGNO EL TRABAJO AL TALLER DE: _____

TURNO: _____ V. B

DE CONFORMIDAD _____ EJECUTO _____ JEFE DE TALLER _____

AEROPUERTOS
Y SERVICIOS
AUXILIARES



ORDEN DE TRABAJO
MANTENIMIENTO ELECTROMECANICO

FECHA: _____ HORA: _____ No. _____

SR. _____ DE: _____

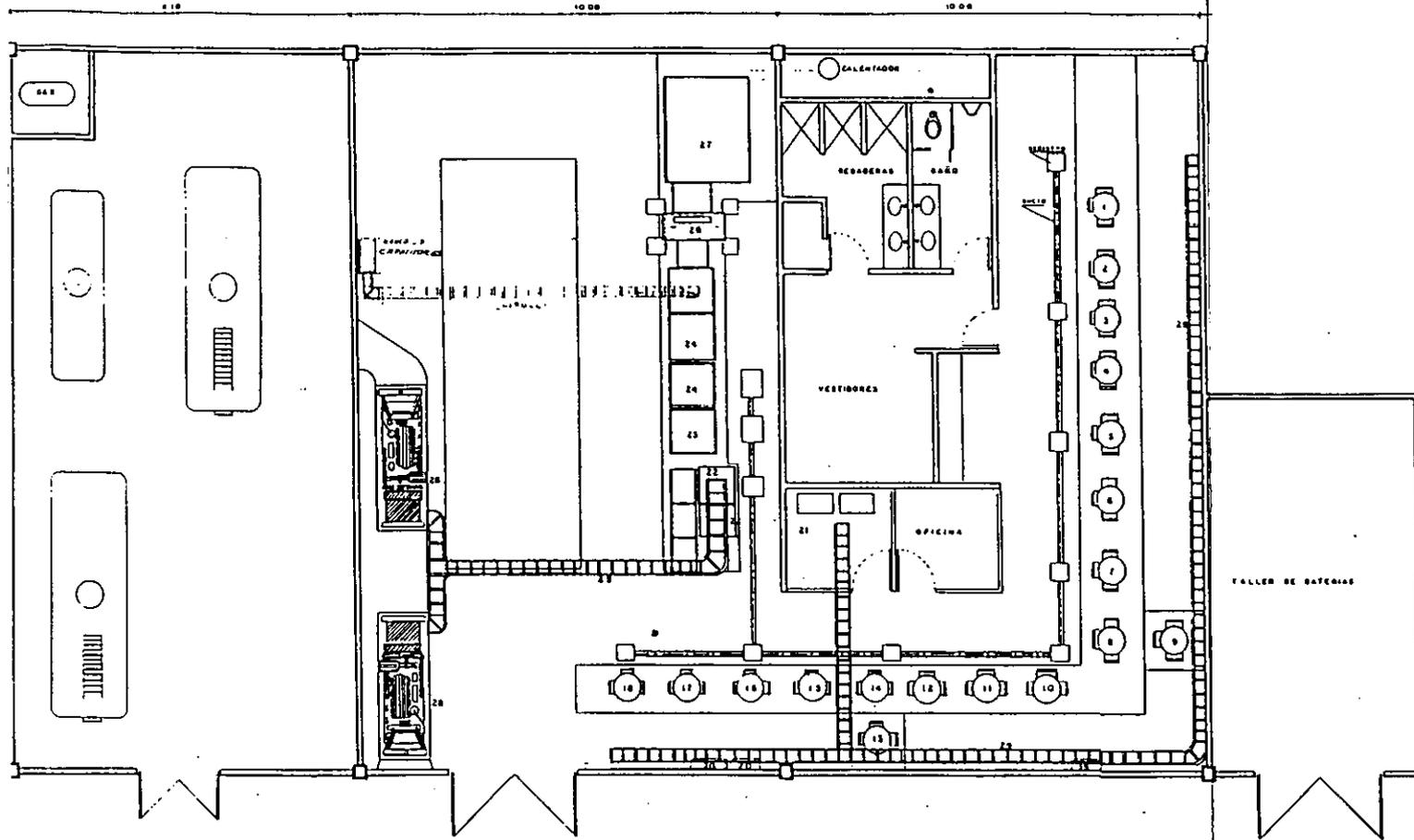
REPORTE _____

OBSERVACIONES: _____

SE LE ASIGNO EL TRABAJO AL TALLER DE _____

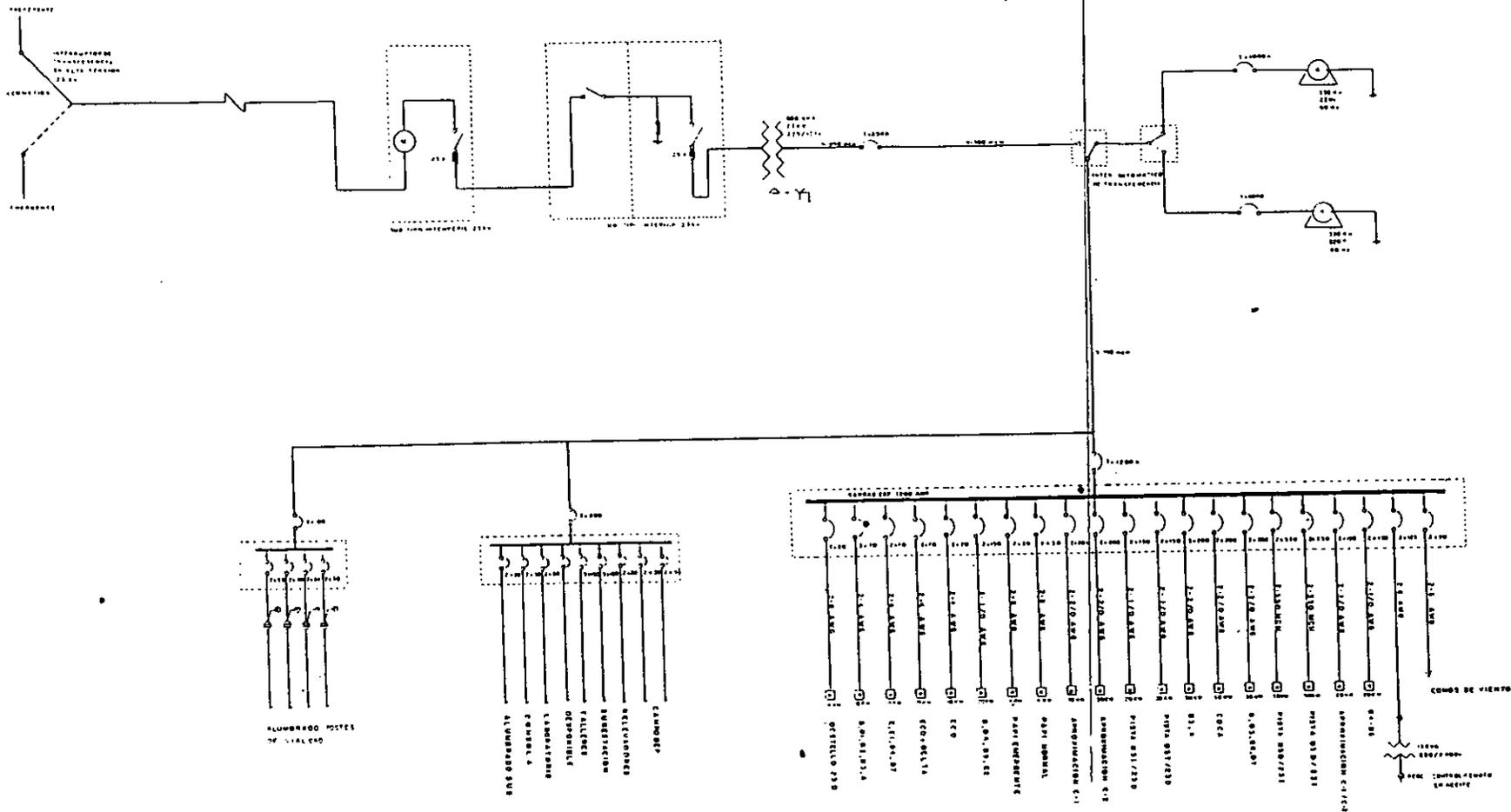
TURNO: _____ V. B

DE CONFORMIDAD _____ EJECUTO _____ JEFE DE TALLER _____



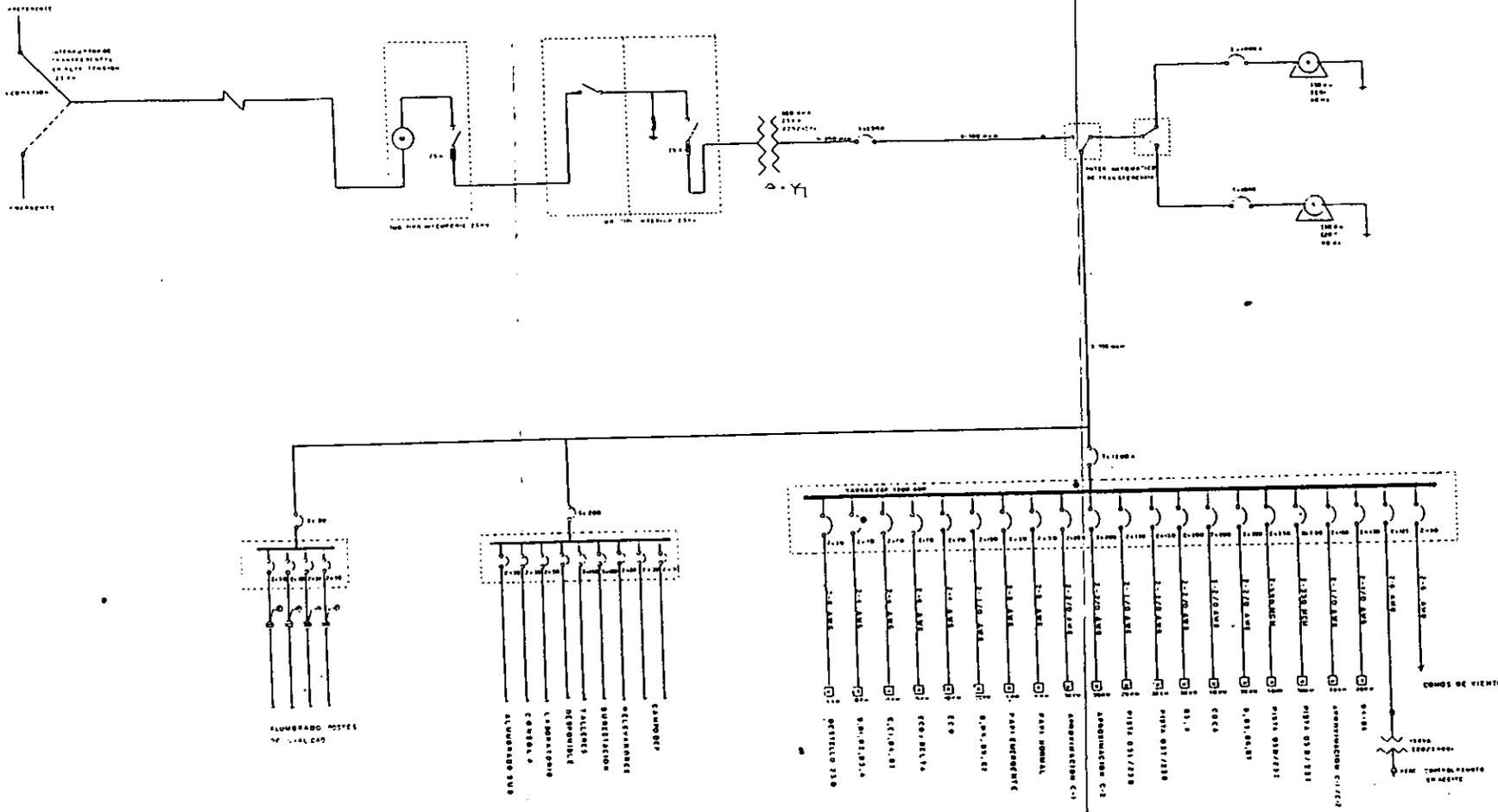
RECIBIDA DE COMENTE CONSTANTE	KW	MARCA
1	60	60
2	APROX C=1 CE 150	20
3	600/120 NORMAL	30
4	600/120 EMERGENTE	10
5	600/120	30
6	COEA	10
7	60 A	30
8	600/120 NORMAL	30
9	600/120 EMERGENTE	10
10	APROX C=1 600/120	30
11	APROX C=1 600/120	30
12	PAPI NORMAL	4
13	PAPI EMERGENTE	4
14	EE. 0, 00, 00	30
15	ECO	10
16	EO	10
17	E, CE, 00, 00	10
18	R, 00, 00, 00, 00	10
19	CONTROL REMOTO	
20	SELECCION DE CONTROL	
21	CENTRO DE MONITOREO COMPUTACION	
22	INTERRUPTOR DE TRANSPARENCIA	
23	TRANSFORMADOR 220/1100V DESTELLE 600/120	
24	TABLERO DE DISTRIBUCION BAJA TENSION	
25	INTERRUPTOR GENERAL BAJA TENSION	
26	TRANSFORMADOR DE 600/110V 120V/220V-120V	
27	INTERRUPTOR EN ALTA TENSION	
28	PLANTA DE EMERGENCIA 220KV	
29	CHAVILA PARA CONTROL Y EMERGENCIA	
30	TANQUES DE ALMACENAMIENTO DIESEL	

Aeropuerto internacional Benito Juarez de la Ciudad de Mexico		N. PLANO
ACTUALIZACION DE SUBESTACION AYUDAS VISUALES A. I. C. M.		IE-4
DIRECTOR GENERAL S. S. A. LIC. ANGELO ESCOBAR CHAVILA GERENTE DE SUBESTACIONES LIC. ANGELO ESCOBAR CHAVILA INGENIERO	DIRECTOR DE PROYECTOS Y OBRAS ING. ENRIQUE VILLANUEVA LUCAS SUPERVISOR DE OBRAS DE SUBESTACIONES ING. ENRIQUE VILLANUEVA LUCAS INGENIERO	FECHA 15/05/1990



- SIMBOLOGIA**
- ACOMETIDA
 - EQUIPO DE MEDICION
 - CUCHILLAS DE PASO
 - FUSIBLE DE ALTA TENSION
 - APARTARRAYOS
 - TRANSFORMADOR
 - INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
 - CONTACTOR
 - PLANTA GENERADORA
 - REGULADOR DE CORRIENTE CONTINUA
 - TIERRA
 - FOTO CELDA

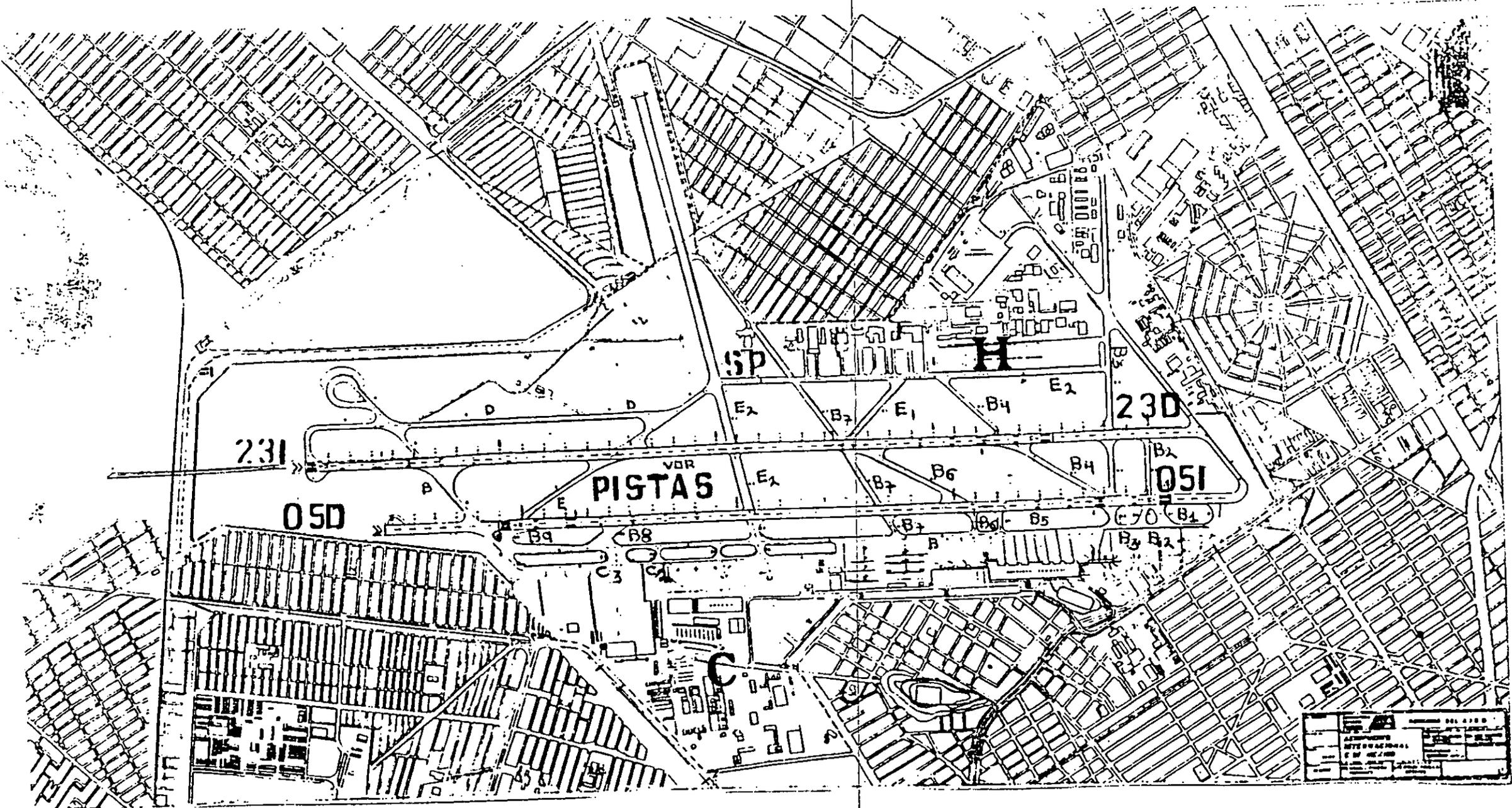
Aeropuerto internacional Benito Juárez de la Ciudad de México		N. PLANO
ACTUALIZACION DE LA SUBESTACION AYUDAS VISUALES DIAGRAMA UNIFILAR		IE-5
DISEÑO GENERAL: J. S. A. LIC. ANGE CRISTOBAL CARRERA LIC. JOSE FELIX POLO	SUPERVISOR DE PROYECTO: J. GARCIA LIC. ANGE CRISTOBAL CARRERA LIC. JOSE FELIX POLO	LICENCIADO EN ELECTRICIDAD INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTROTECNICAS DE LA UNAM
FECHA: 1988	ESCALA: 1:1	FOTOCOPIADO



SIMBOLOGIA

- ARC METEORICA
- EQUIPO DE MEDICION
- CUCHILLAS DE PASO
- FUSIBLE DE ALTA TENSION
- APARTARRAYOS
- TRANSFORMADOR
- INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
- CONTACTOR
- PLANTA GENERADORA
- REGULADOR DE CORRIENTE CONTINUA
- TIERRA
- FOTO CELDA

Aeropuerto internacional Benito Juárez de la Ciudad de México		N. PLANO
ACTUALIZACION DE LA SUBESTACION AYUDAS VISUALES		IE-5
DIAGRAMA UNIFILAR		
DISEÑADO POR: REVISADO POR: APROBADO POR:	AUTORIZADO POR: FECHA:	ESCALA: HOJA:



SP- SUBESTACION DE PISTAS
 H- ZONA DE HANGARES
 C- ZONA DE COMBUSTIBLES

Plano de pistas y circuitos eléctricos

CONCLUSIONES

El aeropuerto internacional de la ciudad de México es de vital importancia para el sector comunicaciones y transportes, ya que en este se realizan un sin fin de vuelos a nivel nacional e internacional, así como transacciones comerciales las cuales atraen capitales de otras latitudes a nuestro país.

Debido al gran número de actividades que se llevan a cabo dentro de el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México y puesto que son insuficientes las instalaciones actuales se tienen en proyecto varias modificaciones, pero por circunstancias tanto administrativas, políticas, económicas etc. No se han llevado a cabo, una de ellas es la de ampliar estas en terrenos adyacentes al aeropuerto, ubicadas en el ex-lago de Texcoco de tal manera que al operar conjuntamente con las actuales, capten en forma paulatina ayudando así a la demanda de la actividad aérea que se presente en el futuro.

Con base en este planteamiento se ha realizado un estudio denominado plan maestro del aeropuerto internacional de la ciudad de México que integra el resultado de diversos análisis, los cuales precisan la demanda de la actividad aérea y sus proyecciones para el año 2000 bajo criterios de tasas conservadoras .

Así como una comparación de la capacidad actual de las diferentes instalaciones con la demanda esperada, y la conceptualización del desarrollo del aeropuerto en sus diferentes etapas hasta el año 2000, de acuerdo a la estrategia de desarrollo que se eligió como mas conveniente.

Considerando a un nivel de servicio adecuado a las características del país las anteriores cifras equivalen a instalaciones de la siguiente magnitud.

- * Cuatro pistas paralelas en el área de operaciones
- * 115 ha. de plataforma para estacionamiento de aviones
- * 196 000 m² en edificios terminales
- * 47 ha. para estacionamientos de automóviles de los pasajeros

El desarrollo de los estudios del plan maestro ha permitido definir la ubicación más conveniente de las pistas, que constituyen la base del desarrollo de las instalaciones en la zona a cargo de la comisión plan lago Texcoco.

En cuanto al mantenimiento que se da a la subestación de pistas, puesto que se da un buen mantenimiento preventivo tanto a los equipos como a las instalaciones de la subestación y de las pistas, se requiere de muy poco mantenimiento correctivo que se presenta en situaciones de mucha emergencia pero debido a que se cuenta con los suficiente sistemas auxiliares y equipos de protección para evitar este tipo de fallas son muy pocas las veces que se da un mantenimiento correctivo.

El buen funcionamiento de la subestación del aeropuerto es de vital importancia para las actividades del aeropuerto ya que sin un control adecuado de los equipos en pistas se paralizarían las actividades de este, por lo que el buen mantenimiento preventivo evita fallas que podrían causar grandes catástrofes.

BIBLIOGRAFIA

1- Diseño de subestaciones eléctricas

José Raúl Martín
MC Graw Hill,

2- Análisis de sistemas eléctricos de potencia

William D. Stevenson
Mc Graw Hill

3- Sistemas eléctricos de potencia

Gilberto Enríquez Harper
Limusa

4- Unidades Generadoras en Operación (sistema eléctrico Nacional)

Comisión Federal de Electricidad

5- Benjamín Modesto Hernández Moreno

Tesis de ingeniería " Implementación de un sistema de mantenimiento de una
fábrica metal mecánica"

6- Plan Maestro del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México

Aeropuertos y Servicios Auxiliares

7- Fundamentos de Sistemas de Energía

Gilberto Enríquez Harper

Limusa

8- Redes Eléctricas Vol. I

Jacinto Viqueira Landa

ALFAOMEGA

**9- Tecnología de las energías solar, hidráulica, geotérmica y combustibles
químicos**

Roberto Palacios Martínez

Marcombo

10-Elementos de Diseño de subestaciones eléctricas

Gilberto Enríquez Harper

Limusa