

0430

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

"INSTALACION ELECTRICA EN UNA
FABRICA DE AVIONES".

TESIS PROFESIONAL que presenta el alumno
XAVIER A. TORRES ARRI
para obtener el título de
ING. MECANICO ELECTRICISTA.
FACULTAD DE INGENIERIA.
U.N.A.M. 1960.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Al Pasante señor Javier TORRES ARPI
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el señor profesor Ingeniero Jacinto Viqueira Landa para que lo desarrolle como tesis en su examen profesional de Ingeniero MECANICO ELECTRICISTA.

INSTALACION ELECTRICA EN UNA FABRICA DE AVIONES

"El desarrollo podría constar de los siguientes puntos:

- 1.- Introducción.
- 2.- Localización y especificaciones de la maquinaria.
- 3.- Instalación de fuerza.
- 4.- Iluminación y carga de alumbrado.
- 5.- Sub-estación y tablero general de distribución.
- 6.- presupuestos globales."

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar examen profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Muy atentamente,

"POR MI RAZA HABLARA EL ENTRENADO"
México, D.F. 5 de Junio de 1960.
EL DIRECTOR

Ing. Antonio Powell Jaime

A mi padre (Q.E.P.D.)

y

A mi madre,

A la Nena.

Al Dr. Manuel Nava M (I.E.P.D.)
y a La Universidad Autónoma de
San Luis Potosí.

A mis maestros y amigos.

I N D I C E:

CAF. 1.- Introducción	Pag. 1
2.- Flujo de producción y especificaciones - de la maquinaria	Pag. 5
3.- Fuerza en 440V y en 220V	Pag. 12
4.- Iluminación y cálculo de circuitos de alum- brado.	Pag. 32
5.- Diseño de la subesta- ción y del tablero ge- neral de distribución	Pag. 39
6.- Presupuestos globales	Pag. 54
Bibliografía.	Pag. 57

CAPITULO PRIMERO

INTRODUCCION.

El motivo de este capítulo es el de dar una idea lo más-completa posible sobre qué fué lo que se instaló en la fábrica de aviones Lockheed-Azcárate S.A. (L A S A), que es lo que--constituye el tema de esta tesis.

Es mi intención dar a conocer el cómo y el por qué de la formación de esta empresa, por el interés que pueda tener al-ser la primera fábrica de aviones que se instala en nuestro-país y en toda Ibero-américa.

Aquí cabe hacer la aclaración de que LASA no es, en justicia, la primera planta constructora de aviones. En 1928, el mismo dirigente de la fábrica que nos ocupa, Gral. Juan F. Azcárate, construyó en serie, en México, un avión al que se --llamó Sesquiplano-Azcárate, biplaza de entrenamiento que mereció premios en concursos internacionales de diseño.

50 de estos aviones formaron el material volante de la --Escuela Militar de aviación, sin que con ellos se haya reali-zado un solo accidente.

En 1929, se fundó una compañía denominada "Fábrica de --Aviones Juan F. Azcárate S. en C." que fué encargada de armar el Chance Vaught Corsair, y que equipó por aquel entonces a --la Fuerza Aérea Mexicana.

La incipiente aviación comercial no fué mercado suficien-te para una empresa de ese tipo y la fábrica debió ser liqui-dada.

Las condiciones de demanda fueron mejorando, pero la cri-sis provocada por la II Guerra Mundial impidió todo nuevo in-tento. Los años de la post-guerra tampoco fueron propicios pa-rra la construcción de aeroplanos, ya que las grandes poten--cias estaban vendiendo su material volante en perfectas condi-ciones a precios que impedían toda competencia.

El año 1956, once después del término de la guerra, fué --el primero en que el número de aviones importados estuvo for-mado en porcentaje más alto por aviones militares adaptados.--

lo que hizo renacer la idea de fabricar aviones mexicanos -- que sirvieran para las condiciones tan peculiares que presenta la topografía de nuestra patria.

La compañía formada para hacer cristalizar la idea se constituyó en Diciembre de 1958 a base de capital mexicano y estadounidense, contando con el apoyo técnico de una firma de grande experiencia como es Lockheed.

La planta está diseñada para la construcción de un -- avión que responde a las necesidades de la mayoría de campos existentes en nuestro país. El avión diseñado para el efecto es el Lockheed-Azcárate 60 (fig.

Las características principales de el LA-60 son: versatilidad, despegue y aterrizaje en campos cortos.

El avión es un monoplano de ala superior, completamente metálico, que tiene un peso en vacío de 916 Kg. y una carga útil de 684 Kg. Posee una velocidad de crucero de 270 Km/h.; velocidad ascensional a nivel del mar de 930 pies por minuto, y de 820 a una altitud de 10,000 pies.

El techo de servicio es de 23,100 pies, que es suficiente para sobre volar las mayores alturas que existen en nuestra patria.

Una característica que lo hace utilísimo es el que puede salvar un obstáculo de 15 mts. tras correr, a nivel del mar, una distancia de 320 mts.; si a esto se añade su tren de aterrizaje especial, reforzado de triciclo delantero, vemos que puede despegar y aterrizar prácticamente en cualquier pequeño pueblo.

Tiene un alcance de 965 Km., a velocidad de crucero.

Su motor es un Continental T S-10-470 que desarrolla una potencia de 270 H P, equipado con un tubo compresor que le permite desarrollar esta potencia hasta altitudes de -- 12,400 pies.

Todo esto hace que se logre hacer que con el avión cargado a su máxima capacidad el 42.7% es carga útil, que constituye uno de los porcentajes más altos que ofrece la industria de aviones de su tipo.

Es un avión sumamente versátil y que puede servir de transporte de carga, con 500 Kg. de pasajeros con cupo para piloto y 5 plazas más o 3 plazas más en clase de lujo, etc.

En resumen, el L A-60 es lo que sus fabricantes creen que se adaptaría a un mayor número de las necesidades de México e Iberoamérica.

El prototipo de este aparato, construido en Estados Unidos, fué sometido a todo tipo de pruebas en sus partes estructurales y motoras, por parte de la Federal Aviation Agency con representantes de la Dirección de Aeronáutica Civil mexicana.

Cuando por fin estuvié decidido que este sería el tipo de aeroplano que construiría la firma Lockheed-Azcatote S.A. se buscó la localización más adecuada geográficamente y económicamente, y se proyectaron las instalaciones en donde se construiría el mencionado avión.

Se escogió San Luis Potosí por varias razones como sus condiciones atmosféricas, los terrenos amplios asequibles, las comodidades existentes, escuelas suficientes, etc.

El Gobierno del Estado dió todas las facilidades necesarias para la instalación en San Luis de la Planta, regaló las líneas eléctricas y telefónicas, la instalación de un pozo profundo.

La fábrica en sí está formada por un salón de 146 mts. de largo con un claro de 30 mts., techado a dos aguas con lámina acanalada de asbesto, fijada a estructura tiene una flecha máxima de 4.5 mts.

El eje principal está orientado aproximadamente de Norte a Sur, en dirección paralela a la Carretera Federal No. 57. Las oficinas administrativas están situadas al Oeste, es decir, al frente al encarar la obra desde la carretera. Con este mismo emplazamiento, del lado derecho de las oficinas tenemos la sub-estación de 1200 KVA con su cuarto de tableros, y los locales para dos compresoras de 150 HP, para una caldera de caballos-caldera, y el local de carpintería. Hacia el Sur, a unos metros se encuentra el pozo profundo y el tanque de almacenamiento de agua subterráneo.

La salida del salón da al Norte y allí empieza una pista de "taxeó", en dirección Poniente-oriente, con una longitud de 800 mts., y un ancho de 60 pavimentada con asfalto que desemboca en la pista principal de 2200 mts. con 80 mts. de ancho, orientada aproximadamente de Nor-este a Sur-este.

Las dimensiones de estas pistas nos hacen pensar en los planes de expansión de la empresa, ya que son muy grandes para el avión con el que iniciarán sus actividades. Para estas futuras expansiones se han dejado provisiones en las columnas oriente del salón principal anclar otra estructura similar a pa primera.

La inversión inicial es de \$25,000,000 y cuando eventualmente se completen los planes habrá no menos de \$100,000,000. de capital.

Entre los planes que existen, El Presidente de la empresa Gral. Azcárate ha anunciado la instalación de "Aeromotoros de México, S.A." compañía subsidiaria de LASA, y que también será la única en Ibero-américa.

CAPITULO II.

DIAGRAMA DE FLUJO Y ESPECIFICACION DE LA MAQUINARIA.

El flujo de producción en una fábrica dispuesta de la manera en que está Lockheed-Azcárate, es muy simple. Casi se puede decir que es rectilínea, aunque tenga algunas arborificaciones.

En este Capítulo voy a dar una idea de como se lleva a cabo la producción del avión, e iré dando las especificaciones de las máquinas que aparezcan a lo largo de nuestro camino. Esto es solo un paso para justificar, digamoslo así, la presencia de las máquinas que instalaremos de la manera que marca el capítulo III, que junto con el V puede decirse que forman el método de este trabajo.

El material llegará a la fábrica en camión.

En el extremo sur del salón se ha excavado un muelle en el que podrán descargar cuatro camiones y una camioneta a la vez. De aquí pasa a una área de acumulación y distribución, de donde llega a los dos pisos de la primera mezzanine, que son el almacén, propiamente dicho.

La primera parte de la producción se hace en lo que se llama Area de preparación de material. En ella está la Cizalla motorizada, Referencia # 5.

Marca Lodge and Shipley; modelo O412; capacidad hojas de acero dulce de 1/4 de espesor y 12 pies de ancho, 60 cor-

tes por minuto, lubricada automáticamente, con brazo para es-
cuadrar de 6 pies, a ulada por un motor de 10HP, en 440 vol-
ts; incluye arrancador.

Junto a citada máquina está el gabinete de sobrante de-
lámina.

Después están dos

Copiadoras Ref # 40

La estampadora neumática Ceco, Ref # 55.

Con mesa de 66" x 48", diámetro del cilindro 15 1/2", -
entrada de aire de 2", salida de 3". Peso aproximado de 45 -
toneladas, con un impacto de 100 toneladas. Lubricada a base
de bombas accionadas por motores pequeños en 110 volts.

Con esta máquina y la estación # 1 de control de pro --
ducción pasemos a la

Sección de maquinado

En donde encontramos la Fresadora Universal, Ref # 9, -
marca Cincinnati, modelo 410-14, actuada por un motor de ---
15 HP. Superficie de trabajo de 70" x 14", con tres ranuras-
de 13/16" a una distancia de 31/2", inclinación de 46° a la-
izquierda y a la derecha.

Alcance longitudinal 42"; transversal 12", vertical 20"

Usillo # 50 standar, Velocidades de 33 a 2000 R.P.M. --
Alimentaciones longitudinal y transversal de 1/4 a 30" por-
minuto, vertical de 1/8 a 15 pulgadas/minuto, con 16 puntos-
diferentes. La alimentación dada por un motor de 3 H.P.; ---
con todos los accesorios.

3 Fresadoras verticales Ref # 23, marca Toolmaster; 140
a 3800 R.P.M. 22" de movimiento de la mesa, con todos sus ---
aditamentos.

1 torno de precisión Ref # 10, marca Wipert,
volteo sobre la bancada 16 15/16"
volteo sobre el carro 9 5/8"

3 cambios con velocidades de 11.2 a 1800 R.P.M., motor-
de 7.5 HP

Ancho de la bancada 14 1/2"

tes por minuto; lubricada automáticamente, con brazo para es- cuadrar de 6 pies, a ulada por un motor de 10HP, en 440 vol- ts; incluye arrancador.

Junto a citada máquina está el gabinete de sobrente de lámina.

Después están dos

Comiadoras Ref # 40

La estampadora neumática Ceco, Ref # 55.

Con masa de 66" x 48", diámetro del cilindro 15 1/2", - entrada de aire de 2", salida de 3". Faso aproximado de 45 - toneladas, con un impacto de 100 toneladas. Lubricada a base de bombas accionadas por motores pequeños en 110 volts.

Con esta máquina y la estación # 1 de control de pro- ducción pasemos a la

Sección de maquinado

En donde encontramos la Fresadora Universal, Ref # 9, - marca Cincinnati, modelo 410-14, actuada por un motor de --- 15 HP. Superficie de trabajo de 70" x 14", con tres ranuras de 13/16" a una distancia de 3 1/2", inclinación de 45° a la izquierda y a la derecha.

Alcance longitudinal 42"; transversal 12", vertical 20"

Usillo # 50 standar. Velocidades de 33 a 2000 R.P.M. - Alimentaciones longitudinal y transversal de 1/4 a 30" por - minuto, vertical de 1/8 a 15 pulgadas/minuto, con 16 puntos - diferentes. La alimentación dada por un motor de 3 H.P.; --- con todos los accesorios.

3 Fresadoras verticales Ref # 23, marca Toolmaster; 140 a 3800 R.P.M. 22" de movimiento de la mesa, con todos sus --- aditamentos.

1 torno de precisión Ref # 10, marca Wipert,
volteo sobre la bancada 15 15/16"
volteo sobre el carro 9 5/8"

3 cambios con velocidades de 11.2 a 1800 R.P.M., motor - de 7.5. HP

Ancho de la bancada 14 1/2"

Alimentación longitudinal 0.00098 a 0.22" por rev.

Cuerda Withworth transversal y métrica de 1/2 a 60 hilos por pulgada y de 0.5 a 60 milímetros de peso.

Feso máximo de trabajo entre centros 1650 lbs.

Distancia entre centros 59"

Equipada con sus aditamentos normales y poste de herramientas tipo revólver.

1 torno Ref # 16, marca Weisser Toolroom. Modelo D L Z.

Altura de centro sobre bancada 7"

Volteo sobre bancada 14"

" " carro 7 1/4"

Ancho de la bancada 12 1/2"

Diámetro del plato 13 1/4"

Altura de herramienta 1"

Velocidades del husillo 12, de 33 a 1500 R.P.M.

Potencia 5 HP.

Cuerdas de 0.5 a 7 mm de peso.
y 4 a 56 hilos por pulgada.

Distancia entre centros 59"

Con todos sus accesorios normales,
poste de herramienta estilo americano.

" " " tipo revólver.

Chuck de 3 quijadas de 9 1/2" universal.

" " " 13.8" independiente.

centro antifricción.

Segueta mecánica Ref # 11-4

Marca Viebahn. tipo S 25, Capaz de cortar 250 mm en círculo o en cuadro.

Longitud de la hoja 450 mm

Inclinación para cortes a 45°

Con dos velocidades reversibles en caja de cambios.
Lubricación constante.

Accionada por un motor de 2 HP, 1450 r.p.m., 440V, 60 -
viviend, transmisión por medio de banda trapezoidal.

Taladro de columna Ref # 15 marca Strands, Modelo S 5-
3 con capacidad hasta para 25mm de acero.

Distancia de centro a columna 225 mm.

" del husillo a la mesa (max) 730 mm

Carrera del husillo 110mm

8 velocidades, de 10 a 1360 r.p.m.

Motor 1HP, 220 V.

Pulidor Ref # 2, Marca Jung, modelo F-50.

Pulidora de precisión movida hidráulicamente, mesa de -
8" x 24"

Alimentaciones infinitamente variables.

Motor de 2.7 HP, 3000 rpm.

Cepillo de codo Ref # 18 Marca Klopp, Mod. 550

Carrera de 22"

Movimiento transverso de la mesa 19 1/2".

Distancia de la mesa a la herramienta (max) 17 3/4"

Movimiento vertical del porta herramienta 5 1/2"

Cortes por minuto: de 16 a 164.

Motor 3 HP, 440 V 3 fases.

Esmeril y pulidor Ref # 21 Marca Hisey Wolf

2 HP, 220 V, 1500 rpm.

Soldadora Hobart Ref. # 45, modelo M B- 304 tipo motor-
generador Motor 20 HP 440 V, 1450 rpm,

Generador CD 300 Amp, 50 Volt. Variación y escala de Am-
peraje.

Esmeril de pie Ref. # 24, Marca Hisey Wolf.

3/4 HP, 220 V. 1500 rpm.

Esmeril de pie Ref # 28, Marca Excelo, Mod 46 D 1/2 HP, -
220 V, 1500 rpm.

El area de maquinado se cierra con la estación de con-
trol de producción # 2 y el material continúa su fabricación.

Solamente en dos secciones más quedan máquinas dignas de
mención

La primera, la de fabricación de metal en lámina:

Punzador Ref # 6, Marca Wiedeman, tipo R 4IP.

Tipo revólver. Precisión máxima de 15 tons., a 100 golpes
por minuto Carrera de 11/16", 1 HP, 440 V.

Lisadora Hammond Ref # 19 modelo VH-2, de banda modelo -
de mesa banda de 21/2" por 60" de largo. 1/2 HP, 220V

Prensa de cortina Ref 20, Marca Cincinnati,
Ancho 42"

Largp 96", troquela . 7" de lámina # 10.

40 golpes por minuto, auto lubricado, con capacidad de -
75 toneladas. Golpe de 3". Motor de 5 HP, 440V, controlado por
un arrancador magnético reversible.

Prensa de cortina Ref # 22, marca Cincinnati

94" x 144", troquela 12" de lámina de 3/16.

30 golpes por minuto, auto lubricado, 175 toneladas de -
capacidad carrera de 3", Motor de 10 HP, 440 V, con arranca-
dor magnético reversible .

Sierra cinta Ref # 8 marca Do-all, modelo 1612-1

Garganta 16", corte máximo 12" Largo de la banda 3 Mt, -
con velocidad de 850 a 5200 pies por minuto. 1.5 Hp, 440V.

Rectificadora de herramientas Ref # 4, Marca Cincinnati, -
No. 2

Prensa hidráulica Ref # 65, Verson Wheelon 2 500 R-20-50

Capacidad 2500 toneladas.

Mesa de 20" x 50", 36 segundos para cargar con un motor-
40 HP, 1200 R.P.M., 440 V controlado por arrancador magnético -
reversible.

Sierra de cinta Ref # 29, marca Do-all, 36".

Garganta # 36 " , grueso máximo aceptado 13"

Ancho de banda de 1/16" a 3/4

Potencia variable de 0 a 800 lbs.

Mesa de 30" x 30", girando 45° a la derecha, t 10° a la izquierda.

Area de procesos y tratamientos técnicos.

En este lugar las piezas que lo requieren ya cortadas y formadas en las secciones anteriores reciben tratamientos, térmicos o químicos, que modifiquen de una forma preestablecida las propiedades físicas de las mismas. En esta sección existen pocos aparatos relativamente, pero existe una gran concentración de carga resistiva debido a los hornos. Los principales aparatos son:

Gabinete de Pintura Ref #52, marca Devilbis, DW-6302, con extractores que manejan 125 pies cúbicos de aire por minuto Motor de extractores de 2 HP; de la bomba 5HP, ambos en 440V.

Horno de templado Ref # 57, Marca Lindberg, tipo 427236 EL4, eléctrico, de convección.

Dimensiones interiores de trabajo 42"x72"x36.

Consumo máximo 98KW, carga resistiva, que puede elevar la temperatura a 1400° F. Puerta de apertura vertical, operada por aire.

Equipado con termografo registrador y control eléctrico de temperatura.

Horno de tratamientos Ref #58, marca Lindberg, tipo RO-246020/D, con atmósfera controlada.

Dimensiones interiores de trabajo 24"x60"x20".

Consumo máximo 60KW, operado a base de un transformador de 60 KVA, enfriamiento propio, tipo seco.

Contacto magnético 60 KW, 440V.

Control electrónico de temperatura con record gráfico, a base de termopartermel-alumel con capacidad para 1500° F. Protección por exceso de temperatura.

Este horno viene acompañado con el Generador de atmósfera Ref 58-A, marca Lindberg, con medidor de flujo, capacidad

500 piés cúbicos por hora de mezcla, equipado con ventilador de 1/3HP, filtro, etc.

Degrasador de vapor Ref # 67, marca Phillips, modelo - 72E, capacidad para 3000 libras de partes metálicas por hora, que se limpian por condensación de vapor solvente a 250 °F.

Dimensiones: 72"x30"x56".

Capacidad 28 galones de solvente.

Elementos calentadores de 30KW, control automático -- de nivel de vapor, de temperatura de vapor y de agua.

Unidad Magnaflux Ref #47 Tipo ARQ 545, acomoda piezas-- hasta de 52" con diámetro de 12" en bobina standard magnetizante. Provee hasta 4500 amp. CD. de rectificadores de placa.

Con demagnetizador.

Horno de soles Ref # 203, marca Lindberg para trata -- miento de aluminio en inmersión salina. Capacidad 500 Lbs. -- de aluminio por hora, a temperatura hasta de 1000° F.

Dimensiones 36"x72"x48", con electrodos enfriador por-- agua. Con dos transformadores monofásicos de 45 KVA, tipo se co con secundarios en conexión Scott.

3 transformadores de corriente, un ampermetro y un se-- lector de fases, un interruptor magnético para el circuito -- primario de los transformadores.

Control automático de temperatura; protección extra -- por alta temperatura.

Las secciones finales de la fábrica, las de armado y -- prueba no tienen maquinaria estacionaria sino solamente gran cantidad de herramienta de marco, eléctricas y neumáticos -- que irán alimentadas de cables y mangueras suspendidos desde el techo y cuya instalación se describe en el capítulo res-- pectivo.

Otras máquinas importantes son las que proporcionan aire comprimido, agua y vapor en cantidades adecuadas.

Compresora Ref. # 204, marca Gardner Denver Modelo HAB,

Tamaño nominal 19" x 11" x 12", horizontal, de 2 pasos-doble acción, enfriado por agua, lubricación forzada, enfriador intermedio del tipo tubular, diseñado para trabajar a --- 6000 pies de altura.

Desplazamiento 1070 pies cúbicos por minuto, eficiencia volumétrica 84% aire libre efectivo 900 pies cúbicos por minuto, presión de descarga 110 psi. velocidades: de la compresora 275 r p m, del motor 900 r p m.

Caldera Ref #205, marca Kisco, #60, de 60 HP, caldera, dos quemadores de aceite ligero, 2070 libras por hora con --- presión de 100 psig. Control automático de presión y de flama. Transformador de ignición, actuado por celda fotoeléctrica. Tiro inducido con un motor de 1 1/2 HP. Bomba de alimentación automática, actuada por un motor de 3HP. Control automático de chimenea.

Bomba Pomona de flecha vertical, pozo profundo, salida de 6", bombea a 220 mts. de profundidad, actuado por un motor de 72 HP de arranque manual.

CAPITULO III.

Instalación de fuerza en 440 y 220 V.

Una vez determinado el flujo de la producción se puede proceder a localizar físicamente los motores que accionarán las máquinas.

Este capítulo tratará de informar de los pasos que se hicieron, y de las consideraciones que se tomaron para proveer a cada uno de estos motores y a otros aparatos que consumen electricidad de una fuente adecuada.

Para ello contamos con la lista de máquinas que fuimos sacando en el capítulo anterior y que ahora podemos complementar con otras máquinas que intervienen en la produc ---

ción y algunas otras que proporcionaron servicios de alguna naturaleza, como son los motores de la bomba del pozo profundo, el del sistema de protección contra incendio, etc.

La lista completa de máquinas se inserta a continuación, y en ella ya podemos ver el voltaje al que van conectadas, su potencia, y datos que nos permitirán localizarlos en el plano general.

Ref	Descripción	H D		220 Coordinadas
		440		
1	Cizalla de pié. Pexto 152			
2	Rectificadora de superficies	15		
3	Voladora de mano Pexto 390			
4	Rectificadora de herramientas Cincinnati # 2	1		1/2
5	Cizalla motorizada O412 Lodge & Shipley	10		
6	Punzador automático Wiedemann R 41 P			1
7 C	Caladora Cat Delta 40-213			1/3 Carpit.
8	Sierra cinta Do-all 1612-1	1,5		
"	"	1,5		
"	"	1,5		
9	Presadora Cincinnati 3MI-Univ.	13		
10	Tomo de 16 1/2 Wipert W 425- 16-15716	7.5		
11	Segueta mecánica Portum			1.5
11 A	" "			0.5
12	Sierra universal para madera Skill- 45016	3		Carp
13	Sierra " "			
14	Taladro de banco Arboga EE-100			0.9
"	" " " " "			0.9
15	Taladro de columna	E 825		0.9
"	" " " " "			0.9
"	" " " " "			0.9
"	" " " " "			0.9

"	Taladro de columna	E 825	0.9	
"	"	"	0.9	Carp.
16	Tomo Wiesser DLZ-14"	5		
17	Prensa de cremallera FANCO M 5 R		-	
"	"	"	-	
18	Cepillo de codo	3		
19	Máquina lisadora Hammond VII-2		0.5	
"	"	"	0.5	
"	"	"	0.5	
20	Prensa de cortina 3'6" Cincinnati	5		
21	Esmeril y pulidor Hisey Wolf MS 40	3		
"	"	"	3	
22	Prensa de cortina 7'10" Cincinnati	10		
23	Presadora vertical Tool Maester			
"	"	1 B	1	
"	"	" 2 "	1	
"	"	" "	1	
24	Esmeril de pedestal Hise Wolf		0.75	
	Mod 2 U			
"	"	"	0.75	
25	Remachadora de garganta 36 Chicago		--	
26	" 2 "	24 "	--	
27	Sierra horizontal automática			
28	Esmeril Excello Mod 46 D		1/2	
29	Sierra de cinta De-all 36"		3	
29A	" " " " 26"		7.5	
30	Equipo de soldadura con gas argón Mod 1364		23 KVA	
31	Martinete neumático			
32	Taladro radial Webb ER 32		5	
33	Mandriladora Vertical			
34	Lijadora de discos Oliver 182-015		1.5	
34	" " " " " "		1.5	Carp.
35	Máquina curvadora Ereo 1447			
36	Cepillo de madera		5	Carp.
37	Bobina oscilante Lijadora Boine crane 2009			1
38	Roladora Buffalo C.A.		2	
39	Canteadora Delta 37-301			1 Carp.
40	Máquina copiadora Wadkin ISM		7	
41	Taladro universal Oekstrom 71-6			3/4

17	TROMPO Vertical Greele 165	5	
18	Cizalla de mano Pexto 269		
19	" " " " 241		
20	Soldadora portátil Hobart MB 304	12 KVA	
21	Máquina manual para nervaduras Pexto 619		
22	" " " " grabado		
23	Oliber 475		
24	Máquina dobladora de lámina Chicago L. 3000		
25	Máquina probadora de dureza Rockwell 3--Jr.		
26	Plancha de trazo de granito		
27	" " " " "		
28	Gabinete de pintura y extractores	7	
29	Martinete neumático Ceco 66" x48"	7	
30	Roladora motorizada Vyson B-12		1 1/2
31	Horno para tratamientos técnicos Lindberg 4272-36 E-14	150KVA	
32	Analizador de atmósfera		
33	Horno para tratamientos técnicos. Lindberg tipo 2.0-246020-A-20000 F	95KVA	
34	Plancha para trazo de acero		
35	Prensa hidráulica Verson 2500 R- 20- 50	40	
36	Dobladora de tubos		
37	Desengrasador	50	
38	Máquina para inspección magnética Magneflux	46KVA	
39	Barril de galvanoplastia		1/3
40	Máquina para escalonar Joggle Huffer		1 1/2
41	Pulidor a presión con granilla de acero		2 1/3
42	Horno de sales Lindberg Tipo Lu-D	120 KVA	
43	Compresora Gardner Dember 19"X11" X12"	160	
44	Caldera Kisco	4 1/2	
45	Motor protección contra incendio	60	
46	Motor pozo	75	
47	Bomba de agua	15	
48	Iluminación		200

La lista anterior incluye toda la maquinaria que hay en la fábrica que ha de ir conectada o fija de una manera permanente. Como vemos, el aire comprimido se ha de usar profusamente, ya que hay un número relativamente grande de máquinas accionales por aire, y además hay otras máquinas eléctricas o manuales que también usan aire comprimido.

Mencionaremos especialmente el martinete hidráulico Ce co, que por su enorme peso y la fuerza de su impacto se instaló en la parte exterior del salón.

Volviendo a nuestra referencia física, para el caso nuestro plano de localización general de maquinaria, ya con la ayuda de la lista que indica potencias, podemos comenzar a trazar los circuitos que nos parezcan más lógicos y que estarán controlados directamente desde el tablero general de distribución.

El primer circuito que consideraremos será el que alimenta los motores del Taller de maquinado. Este circuito comprende 22 motores de diferentes capacidades, pero todos serán por supuesto del tipo de Jaula de ardilla.

Las listas de máquinas en cada circuito ahora presentarán más columnas.

La primera es un número arbitrario que le asignamos como componente de un todo que es el circuito en sí. La segunda columna nos da el número que tiene el motor en la lista general de maquinaria que más arriba presentaremos. En el plano las máquinas se representan por medio de un círculo las de 440V, y de un cuadrado las conectadas en 220. Dentro del cuadrado o círculo llevarán en la parte superior la referencia general, inmediatamente abajo la potencia en HP o KVA según se indique y en la parte extrema abajo el número que le asignemos dentro del circuito en particular. Ej. La máquina Referencia #29, lleva asignado dentro del circuito el número 10, y está accionado por un motor de 3HP. Su representación en el plano es

29
3 HP
10

Quando haya una máquina provista de motores en 440 V,

y en 220V se representarán un círculo y un cuadrado entrelazados.

Continuando con la explicación de la lista, la tercera columna nos dá una aproximación de el lugar de emplazamiento del motor, usando para ello los ejes transversales. A continuación viene la denominación de la máquina, su potencia, su factor de potencia, el producto de la potencia por el factor de potencia; todos estos datos se pueden obtener prácticamente de la placa.

Luego, en otra columna tenemos los conductores que debe llevar la línea de alimentación del motor en cuestión, el tubo conduit apropiado para tales conductores y por último, la capacidad del interruptor de fusibles que se ha de colocar para protección del motor. En esta lista no se incluyen características de arrancadores, porque el contrato de construcción no los incluyó al no saberse si algunas o todas las máquinas venían provistas de su aparato de control.

Motores del Taller del Maquinado

Circuito # 1, 440V,

#	Ref.	Coord.	Mueve a	HP	Cosφ	HPxCosφ	Icarga	Cond	Tubo	InterrUP
1	23	17 1/2	Fresadora	1	0.69	0.69	1.8	14	13mm	
2	23	17 1/2	"	1	0.69	0.69	1.8	14	"	3x30
3	23	17 1/2	"	1	0.69	0.69	1.8	14	"	30
4	16	16 1/2	Torno	5	0.83	4.15	7.5	14	"	30
5	10	16 1/2	Torno	7.5	0.84	6.30	11.0	14	"	60
6	9	16 1/2	Pesadora	13	0.84	10.4	17.0	10	19	60
7	5	20 1/0	Cizalla	10	0.84	8.4	14.0	12	13	60
8	29	19 1/2	Sierra cinta	3	0.80	2.40	4.5	14	"	30
9	40	17 1/2	Copiadora	3.5	0.80	2.80	5.0	14	"	30
10	42	17 1/2	Trompo	5	0.83	4.15	7.5	14	"	30
11	40	16 1/2	Copiadora	3.5	0.80	2.80	5.0	14	"	30
12	4	16	Rectificadora	1	0.69	0.69	1.8	14	"	30
13	32	16	Taladro radial	5	0.83	4.15	7.5	14	"	30
14	2	15 1/2	Rectificadora	15	0.85	12.75	20.0	10	19	60
15	18	15 1/2	Cepillo de codo	3	0.80	2.40	4.5	14	13	30
16	22	15 1/2	Frensa de cortinelo	10	0.84	8.40	14.0	12	"	60

#	Ref.	Coord.	Mueve a	HP	CosQ	HPxCosQ	Icarga	Cond	Tubo	Interrup.
17	65	16	Prensa Hidráulica	40	0,87	34,80	52,0	4	32	200.
18	20	14 1/2	" de cortina.	5	0,83					
19	29A	14 1/2	Sierra cinta.	3,5	0,80	2,80	5,0	14	"	30
20-1	45	----	Soldadura portátil	12	0,80	9,60	16,0	10	19	60
20-2		-----	"	"	12	0,80	9,60	10	19	60
Totales					160	133,3	221,20			

Para el cálculo del conductor que usaremos debemos de considerar un factor de demanda de acuerdo con el trabajo que se desarrolle en el taller de maquinado. Un factor que podría con amplitud usarse para el caso sería 0.5, pero se nos solicitó dejar las líneas sobradas para futuras adiciones, y una manera racional de hacerlo es usar simplemente un factor de demanda más alto, como es 0.70.

Para sacar la capacidad de los conductores se usa la corriente de placa del motor mayor con un factor de 1.25, sumando al resto de las cargas por el factor de demanda:

$$\begin{aligned} I_c &= 52 \times 1.25 + 170 \times 0.70 \\ &= 65 + 120.5 \\ &= 185.5 \text{ Amp.} \end{aligned}$$

Buscando en las tablas encontramos una capacidad suficiente en los cables de 250 M C M, ferro T W, o los 4/0 ferro Vinanel. Nos decidimos por el T W por su mayor facilidad de surtirse.

Los tres conductores de 250 M C M estarán contenidos en tubo conduit de 63 mm (2 1/2") o en ducto cuadrado de 6.5 x 6.5 cm.

En conductores de este calibre, generalmente el factor de diseño es la capacidad, pero no está de más comprobar por caída de voltaje, aceptando 3% hasta los motores, 2% en las líneas troncales y el 1% restante en las acometidas a cada motor.

Si consideramos que toda la carga esté concentrada en el centro de la misma podemos decir que la caída de voltaje en una línea del tablero a dicho centro será aproximadamente igual a la real.

Usando la fórmula de caída de voltaje

$$\begin{aligned} V &= \frac{24 \times I \times I}{\text{Mil. Circ.}} \times 0.866 \\ &= \frac{24 \times 182.5 \times 115}{250,000} \times 0.866 \end{aligned}$$

$$V = 1.74$$

$$\% V = \frac{1.74}{440} \times 100$$

$$= 0.39 \%$$

$$= 0.39 \%$$

Que está de acuerdo con los límites que nos imponemos .-

Circuito # 2

Tratamientos técnicos y procesos

Circuito # 2

Tratamientos técnicos y procesos:

No.	Ref.	Coord	Mueve a	HP	Cos	HP	Cos	Ic	Cond	#	Tubo	Interrup.
1	45	13.5	Soldadora	12	0.80	9.60		16	10	19	mm 3 x 60	
2	30	13.5	"	23	0.87	19.80		32	8	25		100
3	67	13.	Desengrasador	50	0.86	43.50		63	2	38		200
4	52	12.5	Tanque de pintura	7	0.84	5.88		10	12	13		30
5	74	12	Magneflux	46	0.77	40		60	2	38		200
6	8	12.5	Sierra cinta	1.5	0.76	1.14		2.5	14	13		30
7	8	12.5	" "	1.5	0.76	1.14		"	14	13		30
8	8	12.5	" "	1.5	0.76	1.14		"	14	13		30
9	34	12	Lijadora	1.5	0.76	1.14		"	14	13		30
10	38	11.5	Rolladora	2.0	0.79	1.58		3.3	14	13		30
11	201	10.5	Pulidor de arena	2.33	0.80	1.83		4.3	14	13		60
12	1 45	---	Soldadora	12	0.80	9.60		16.0	10	19		

Totales

163.3

135.4

214.6

Procediendo analógicamente a lo hecho en el circuito anterior, obtendremos la corriente de carga:

$$\begin{aligned} I_c &= 1.25 \times 63 \times 0.70 \times 151.6 \\ &= 78.9 \times 106 \\ I_c &= 184.9 \text{ A nj} \end{aligned}$$

que por capacidad vemos también que el 4/0 está casi al límite por lo que seleccionamos cable forro termoplástico de 250 MCM

La caída de voltaje en este circuito, haciendo las mismas consideraciones que en el anterior es:

$$\begin{aligned} V &= \frac{24 \times 185 \times 132}{250\ 000} \times 0.866 \\ &= 2.15 \text{ Volt} \\ \% V &= \frac{2.15 \times 100}{440} \\ &= 0.46\% \quad (\text{aceptable}) \end{aligned}$$

Los circuitos 4, 5, y 6 estarán diseñados para alimentar un aparato cada uno, ya que éstos por su capacidad justifican tal procedimiento.

Circuito # 3

Horno Ajax.

ref # 203, 120 KVA,

La corriente será, al ser sólo resistiva:

$$I = \frac{120}{V-30.440} = 158 \text{ Amp.}$$

Esta corriente puede ser llevada por cable con forro termoplástico calibre 3/0.

Repitiendo para caída de voltaje:

$$\begin{aligned} \% V &= \frac{24 \times 158 \times 154}{167\ 800 \times 4.4} \times 0.866 = 0.75\% \end{aligned}$$

- 24 -

Circuito # 4

Horno de templado.

ref # 57, 150 KVA.

$$I = \frac{150}{440} = 197 \text{ amp.}$$

Conductor : cable termoplástico calibre 250 MCM

$$\% V = \frac{24 \times 197 \times 164}{250,000 \times 4.4} \times 0.866 = 0.61$$

Circuito # 5

Horno de tratamientos térmicos.

ref # 58, 95 KVA

$$I = \frac{95}{440}$$

$$V 3 \times 0.44$$

$$= 125 \text{ amp.}$$

Conductor: cable termoplástico calibre 2/0

$$\% V = \frac{24 \times 125 \times 174}{133,100 \times 4.4} \times 0.866 = 0.77$$

Circuito # 6.

Compresora.

Ref. # 204, 160 H P, en local propio.

$$\text{placa} = 194 \text{ amp}$$

$$I_c = 1.25 \times 194$$

$$= 243 \text{ amp.}$$

Se acepta cable termoplástico de 300 M C M.

Por caída de voltaje:

$$\% V = \frac{24 \times 100 \times 243}{300,000 \times 4.4} \times 0.866$$
$$= 0.41\% \quad (\text{ aceptado })$$

Circuito # 7

Pozo, sistema contra incendio, caldera, carpintería, bomba del tanque de almacenamiento.

#	Ref	Mueve a	HP	Cos	HP	I c	Cond	Cubo	Interruptor
1	12	Sierra Universal	3	0.80	2.4	4.5	14	13	3 x 30
2	34	Lijadora de discos	3	0.80	2.4	4.5	14	13	30
3	36	Cepillo de madera	5	0.83	4.15	7.5	14	13	30
4	205	Caldera	4.5	0.83	3.75	7.0	14	13	30
5	206	Bomba contra incendio	60	0.87	52.20	75.0	2	38	200
6	207	" Pozo	75	0.87	65.30	93.0	10	51	400
7	208	" Tanque	15	0.85	12.75	20.	10	19	60
			165.55		142.95	212			

$$\begin{aligned}
 I_c &= 1.25 \times 93 \times 119 \times 0.70 \\
 &= 116 \times 83.5 \\
 &= 200 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Se podría usar 250,000 CM, pero por aumentar seguridad - al estar conectada a este circuito la bomba del sistema de protección contra incendio, usaremos calibre 300 MCM

Por caída de voltaje:

$$\begin{aligned}
 \% V &= \frac{24 \times 200 \times 490}{300,000 \times 4.4} \times 0.866 \\
 &= 1.54\% \quad (\text{aceptable})
 \end{aligned}$$

El tamaño ya pediría usar efecto superficial, pero tomando en cuenta que está sobrado, y que el factor que se usaría para tomar en cuenta el efecto superficial es 1.07, lo pasamos por alto.

Tras de haber seleccionado la capacidad de las líneas troncales podemos ya decidir como vamos a transportar estas para hacerlas llegar hasta los motores u hornos a los que hayan de proporcionar corriente.

Existen desde luego varios métodos para ello, como tubo-conduit con conduilete en las tomas, ducto cuadrado o ductos de enchufar.

En una alimentación que tiene tal número de tomas, como los de los circuitos 1 y 2 anteriores, la solución más barata y práctica es sin duda alguna el ducto cuadrado. Para ilustrar nuestra aseveración daremos el costo que implica conducir tres cables de 300 MCM en una longitud de 15 Mts. y con unas cuatro tomas de corriente. Lo que cambiará de una a otra será la manera de suspenderse, el conducto en sí, y el aditamento para hacer la toma, por lo que sólo esto incluiremos en la comparación.

		cantidad	precio unitario	P. total
Tubo conduit	63 mm	5 ₁ tr	182.00	910.00
Condulet	T ""	4/	168.75	675.00
Tapa y empaque				

Rollo de cinta mineral a c	1	18	18.-
Reducciones bucking 63 a 19 ó 13 5	4.-		<u>20.-</u>
Total por 15 mts:			1623.-

Ducto cuadrado 2 1/2 x 2 1/2			
Ducto de 1.52 (58)	10	68	680
Colgadores rector	11	6	66
Tapa de cierre	1	7	7
Juegos de monitos y contra 19 mm	5	0.54	<u>2.70</u>
Total por 15 mts,			755.70

Como vemos, el ducto cuesta un % del valor del tubo conduit, dando además mucha mayor facilidad para efectuar remplazos, compostura, o lo que fuere necesario hacer.

El ducto de enchufar es mucho más caro que el cuadrado, -- aún considerando que en él está comprendido el conductor, además de que siendo material de importación no hubieren surtido con la celeridad que requiere una obra de esta magnitud, donde se puso la primera piedra el 31 de Octubre y se ha de tener -- en funcionamiento el 5 de Mayo, es decir en el término de 6 -- meses.

El ducto colgará de la estructura del techo por medio de solera de hierro de 3/4" x 1/2" y templadores.

La localización del ducto se muestra en el plano de instalación de fuerza que se incluye, y en el que se puede ver que hay tramos en los que los conductores de varios de estos circuitos corren paralelos. Aquí podremos usar con ventaja ducto cuadrado de 10.2 x 10.2 cm (4"), en los que podemos colocar dos circuitos. Con esto, la capacidad del conductor queda reducida al 80 % de su valor cuando sólo vayan tres conductores en el ducto, por lo que los calibres habrá que volverlos a estudiar en los tramos en que vayan juntos dos circuitos.

Conductor	Capacidad 100%	I/.80	Conductor de capacidad 80 %
250 MCM	215	269	350 MCM
3/0	165	206	250 MCM
2/0	145	183	4/0

Con esto vemos los calibres que usaremos en los tramos -- en que dentro de un ducto de 10.2 x 10.2 cm corran dos circui

tos.

Los circuitos 6 y 7 van del cuarto de tableros hasta las máquinas que alimentan bajo tierra.

De nuevo se pensaron varias posibilidades, tales como el uso de cable armado directamente en la tierra, cable P.V.C., cable normal) T.V.) en tubo de abesto o en un tubo de concreto.

Se resolvió poner tubo de concreto de 4" porque en plaza se dispone de él en cantidades ilimitadas, además de que es la solución más barata entre las satisfactorias completamente. Se dejó otra tubería para un futuro circuito # 8 que alimentaría una segunda compresora de 160 H. P.

Todos estos cálculos y consideraciones ya son suficientes para presentar toda la instalación de fuerza en 440 V. En el plano general de fuerza están indicados todos los calibres de conductores, los bajadas, dimensiones de conduit, etc.

Fuerza en 220 V

El renglón de fuerza en 220 V. estará dividido en las alimentaciones a máquinas fijas y los contactos que se pidieron para herramientas de mano o máquinas portátiles.

La disposición de las máquinas fijas es tal, que parte de ellas se pueden alimentar desde puntos del ducto de 440 V.

Por esta circunstancia hemos agrupado a las máquinas en dos circuitos : uno cuyos conductores irán en el ducto de 440 V, y otro que lleve su sistema de ducto propio.

Circuito # 1 (en ducto 440 V)

No.	Ref.	Coor	Mueve a	HP	Ic	Con #	Tubo	Interr.
1	14	16.5	Taladro	1	3.5	14	13mm	3 x 30A
2	24	17.5	Esmeril	3/4	2.8	"	"	"
3	28	15.5	Esmeril	1/2	2	"	"	"
4	15	16	Taladro	1	3.5	"	"	"
5	11-11A	16	segua	2	6	"	"	"
7	75	13.5	galvanoplastia	1/3	2	"	"	"
8	58	13	horno	1/3	2	"	"	"
21	40	17.5	copiadora	3/4	2.8	"	"	"
24	40	17	copiadora	3/4	2.8	"	"	"
25	4	16	rectificadora	1/2	2	"	"	"

29.4

$$I_c = 6 \times 1.25 \times 23.4 \times 0.70$$

$$= 7.50 \times 16.4$$

$$= 23.9 \text{ Amp.}$$

Por capacidad tendremos 3 # 8 en el ducto de 440 V
 Por caída de voltaje:

$$\% V = \frac{24. \times 23.9 \times 130}{16510 \times 220} \times 100 \times 0.866$$

$$= 23 \%$$

Circuito # 2 (en ducto propio)

No.	Ref	Coor	Mueve a	HP	Ic	Cond #	Tubo	Interrup.
6	21	15	Esmeril	3	9	12	13	3 x 30 A
9	15	14	taladro	1	3.5	14	"	"
10	19	13 1/2	lisadora	1/2	2	"	"	"
11	15	11 1/2	taladro	1	3.5	"	"	"
12	19	12 1/2	lisadora	1/2	2	"	"	"
13	21	13	esmeril	3	9	12	"	"
14	15	13 1/2	taladro	1	3.5	14	"	"
15	200	14	escalonadora	1 1/2	5	"	"	"
16	37	13 1/2	Bobina lijadora	1	3.5	"	"	"
17	15	13	taladro	1	3.5	"	"	"
18	19	12 1/2	lisadora	1/2	2	"	"	"
19	6	12	punzón	1	3.5	"	"	"
20	24	11 1/2	esmeril	3/4	2.8	"	"	"
22	56	11	roladora	1 1/2	5	"	"	"
23	14	8	taladro	1	3.5	"	"	"

61.3

$$I_c = 9 * 52.3 * 0.70$$

$$= 9 * 36.6$$

$$= 4.5 \text{ amp.}$$

3# 6

X, por caída de voltaje

$$\% V = 24 * 4.5 * 135 * 100$$

0.866

$$\frac{26250 * 220}{}$$

Solo queda considerar en el renglón de fuerza en 220 V. lo que va conectada a los receptáculos que se instalarán para el caso.

En esta fábrica habrá muchos lugares en donde se necesite tener a la mano un contacto eléctrico y una salida de aire comprimido.

La sección técnica de Lockheed no aceptó un sólo contacto en el piso del salón, y la solución que se adoptó fue la de hacer que los receptáculos colgaran del techo al alcance de los obreros para que fueran ahí a enchufar su herramienta manual.

Para las bajadas de los receptáculos colgantes de una altura de 7 mts. se usó cable " uso rudo de 3 conductores # 12, En las líneas de alimentación se estandarizó el cable # 8, en los ramales y # 4 en las troncales que van por la pared oeste del salón. Están protegidos de una manera más conservadora al considerar que las bajadas tendrán un trabajo mecánico muy fuerte; cada ramal que va por los tirantes de la estructura, lleva en su arranque una caja con un block de cartuchos fusibles. Además las líneas troncales llegan a un centro de carga divididas en circuitos y ya ahí pasan al tablero general.

Capítulo IV

ILUMINACION

El primer capítulo que consideramos para calcular el volumen de carga será el de alumbrado. Con ésta, y las que especificaremos en el capítulo siguiente de motores y hornos en 220 y 440 estaremos en condiciones de determinar el tamaño y las características del tablero y la subestación.

En las especificaciones de construcción que se recibieron, elaboradas en Estados Unidos por el departamento de construcción de Lockheed, venía lo concerniente a nivel de iluminación.

Para el taller 50 pies- bujías o 535 luxes;

Para las oficinas 70 pies- bujías o 749 luxes.

Para las normas mexicanas, estos niveles de iluminación son altísimos. Inclusive para normas mexicanas resultaban poco usuales; ya que en literatura especializada marcan 300 luxes para las partes de trabajo regularmente fino, 150 para trabajo burdo y sólo 750 luxes para inspección de piezas y reparación de herramientas.

La práctica moderna de elevar niveles de iluminación, está sostenida por estudios de productividad efectuados en fábricas similares con distintos niveles lumínicos. Se dice que la mayor producción debida en parte al menor cansancio de los obreros, compensa con creces la inversión que hay que efectuar para un nivel alto.

En la práctica, durante la construcción, el factor inversión inicial hizo que se redujeran los niveles dictados por las especificaciones, y se adoptaran aproximadamente 30 pies- bujías para la fábrica (321 luxes) para las oficinas se tomaron en cuenta diversos factores para la distribución y selección de las lámparas.

La iluminación así obtenida no resultó ciento por ciento uniforme, pero mediciones posteriormente efectuadas indican una iluminación superior a 25 pies- bujías.

TALLER.

De acuerdo con las secciones de la estructura se pensó-

para principiar en poner las lámparas en los ejes transversales, sostenidas en los tirantes, que son 23, con una separación de 6.10 mts. en un claro de 30.50 mts. La altura de montaje sería aproximadamente 6 mts. lo que da una separación entre equipos de 6 mts. que usamos luz difusa.

Por la separación entre lámparas debemos de usar un mínimo de 5 por eje. El número exacto saldrá del estudio que a continuación se inserta, y que va de acuerdo con el Manual de Alumbrado Westinghouse, usando el método "de lumens".

De las dimensiones del local se obtiene un factor llamado "Índice del Local", con el que continuaremos los cálculos. Este índice se obtiene de gráficas que relacionan la altura de montaje con las dimensiones del sitio por iluminar:

$$\begin{aligned} \text{Largo} &= 143.5 \\ \hline \text{Ancho} & 30.5 \\ &= 4.7 \\ \text{Altura de montaje} &= 6 \\ \hline \text{Ancho} & 30 \\ &= 0.2 \end{aligned}$$

Con estos valores determinamos el índice del local que es 4, aprox.

Estas manipulaciones se efectúan para llegar a obtener lo que se llama "coeficiente de utilización", que aparecen en la siguiente fórmula:

$$\text{Lumens total} = \frac{\text{Luxes} \times \text{Area}}{\text{Coef. de utilización} \times \text{Coef. de conservación}}$$

De la fórmula podemos ver que en el coef. de utilización deben de estar tomados en cuenta diversos factores como los ya apuntados de dimensiones del local, el tipo de equipo que se piensa usar, y los valores de reflexión de las paredes.

Se usarán luminarias tipo industrial fluorescente - -

RLM, con dos tubos cada una, y estos del tipo Ranura de Potencia (Power Groove) ya que actualmente son los que dan mayor cantidad de lumens / watt.

Entrando a la siguiente curva con el índice del local y con un parámetro dependiente del tipo de equipos se pasa a otra en que se grafica como parámetro el factor de reflexión de las paredes y se llega finalmente al coeficiente de utilización.

Con un factor de reflexión 50, el factor de utilización es de 0.7, con el que podemos entrar a la fórmula, usando coeficiente de conservación de 0.70 :

$$\begin{aligned} \text{lumens totales} &= \frac{321 \times 143 \times 30}{0.70 \times 0.70} \\ &= 2,810,000 \text{ lumens.} \\ \text{lumens totales} & \\ \text{número de equipos} &= \frac{\text{lumens totales}}{\text{lumens por equipo}} \\ &= \frac{2,810,000}{12,000} \\ &= 234. \end{aligned}$$

teniendo en cuenta que son 23 ejes, tenemos 10 equipos por eje. Para tener un equipo al centro, sobre el pasillo longitudinal, adoptaremos 9 equipos por eje, lo que da 207 equipos.

$$\begin{aligned} \text{lumens totales} &= 207 \times 12000 \\ &= 2,480,000 \\ \text{luxes} &= 321 \times \frac{2480000}{2810000} \\ &= 283 \text{ luxes.} \\ &\text{valor cercano al establecido.} \end{aligned}$$

Las unidades que usan dos tubos Power Groove fueron las únicas consideradas. El alumbrado incandescente consumiría como dos y media o tres veces la potencia que los tubos mencionados; voltaje nominal, la vida de focos incandescentes no pasa en promedio de 1000 horas, siendo que los tubos que usamos aquí tienen una vida hasta de 8000 horas.

Las ventajas del alumbrado incandescente que son bajo costo inicial y alto factor de potencia en este caso no deben ser factor que modifique en nada la decisión de usar alumbrado fluorescente; El costo inicial menor se va a ver disminuido por la inclusión de una mucha mayor cantidad de cobre, que a su vez trae tubería de mayores diámetros, tableros de mayor capacidad, etc. La segunda ventaja ya en uso moderno no es de tomarse en cuenta al usar los nuevos reactores de alto factor de potencia, que producen cerca de 0.9 t.p.

Dentro del equipo fluorescente el único que actualmente se puede comparar en eficiencia con el Power Groove son los tubos Slim Line, que deben de ser montados en gabinetes de un costo muy superior que los anteriores.

El tubo Slim Line está indicado para iluminaciones ornamentales o para alturas de montaje pequeñas que nos hagan permitir separación entre equipos también pequeña.

En el salón principal existen dos mezzanines que contarán con diferentes tipos de iluminación.

La parte inferior de ambas será de una altura de 4 mts., y se puede tomar que el coeficiente de reflexión de las paredes es 1.0, ya que los límites de los mezzanines vienen siendo el espacio del taller en sí, con una iluminación similar.

La práctica de cálculo de alumbrado que delineé para el taller, la seguiré usando de aquí en adelante, sin detenerme a explicar el proceso.

$$\text{Area} = 18 \times 15 = 270 \text{ m}^2$$

$$\text{Altura} = 4 \text{ mts.}$$

$$\text{Alto / ancho} = 4/15 = 0.267$$

$$\text{Largo / ancho} = 18/15 = 12$$

$$\text{Índice del local} = 2.9$$

$$\text{Coeficiente de utilización: } 0.72$$

$$\text{Area por tubo de } 40 \text{ W para } 300 \text{ luxes: } 3.5 \text{ m}^2$$

$$\text{Tubos de } 40 \text{ W.} = 270/3.5 = 76$$

Se usarán 24 lámparas con tres tubos cada una

La mezzanine de la derecha será sólo almacén y se le dotará sólo de 24 lámparas de dos tubos cada una.

En general, se admitirán 3% de caída de voltaje distribuid

dos con algo de flexibilidad de la siguiente forma:

De la S.E. al tablero general	1 %
del Tablero General al de distribución	1 %
del de distribución a la lámpara	1 %.

En la iluminación de las oficinas, como ya dijimos los valores de iluminación tuvieron una mayor flexibilidad, y se hizo de acuerdo con la firma de construcción civil. Los resultados se presentan en el plano de iluminación adjunto.

Cómputo de cargas y cálculo de circuitos.

La carga de iluminación está distribuida desde un alimentador en el tablero principal y de aquí sale a un tablero principal en las oficinas y otra en el taller, con protección termo-magnética y todavía después a tableros secundarios, que controlan secciones más pequeñas.

a).- Taller.- Al tablero principal llega la carga de las 179 lámparas de 214 Watts, 234 con las mezzanines descontadas), mas 24 lámparas de 120 Watts de una mezzanine y 24 de 80 Watts de la otra, lo que da un total de:

$$\begin{array}{r} 179 \times 214 = 38\ 306 \text{ W.} \\ 24 \times 120 = 2\ 880 \text{ W.} \\ 24 \times 80 = 1\ 920 \text{ W.} \\ \hline 43\ 106 \text{ Watts.} \end{array}$$

El factor de diversidad que debe de usarse aquí es la unidad, ya que es muy probable que se encuentren prendidas las lámparas en su totalidad.

El factor de potencia de estas cargas puede llegar a 0.95 por los transformadores usados, así que la corriente de línea al tablero principal es:

$$\begin{array}{l} I. = \frac{43106}{0.9 \times \sqrt{3} \times 220} \\ = 126 \text{ A} \end{array}$$

Los conductores apuntados vienen de un corto tramo del tablero de la subestación al de alumbrado del taller que es un tablero trifásico, con interruptores termomagnéticos intercambiables de tres fases.

Comprobado por caída de voltaje(35 largo)

$$I L = \frac{35 \times 21}{0.9 \sqrt{3} \times 220} = 20 \text{ A.}$$

$$Y = \frac{24 \times 20 \times 53 \text{ mt.} / \times 3.28 \text{ pie.} / \text{ mt.})}{133100} 0.866$$

= 0.55 menor que el máximo.

De aquí parten los alimentadores de los 8 tableros de distribución que son de diferentes calibres, según las cargas que toma cada uno. En estos tableros de distribución también tipo centro de carga, se enchufan interruptores en aire termomagnéticos de dos polos, adecuados al calibre de alambre que usaremos. El procedimiento que se sigue para seleccionar el calibre del conductor es por caída de voltaje, comprobando por capacidad y lo haré sólo para un caso, ya que los demás representan el mismo procedimiento.

Del T P (Tablero principal de la fábrica; plano)

a T 1 hay 90 met. b 2 lleva 38 unidades de 214 Watts cada una; se acepta 1.0 % o sea 2.2V; así que nuestra fórmula queda:

$$l = 80 \times 3.28 \\ = 262 \text{ pies}$$

$$C K = \frac{24 \times 262 \times 20}{2.2} \times 866$$

$$= 38400.$$

Se usarán 3 # 4 A W G (41740 CM) que tienen capacidad para casi cinco veces la corriente que tomarán.

Oficinas

De acuerdo con las salidas de lámparas predeterminadas y en el número de contactos solicitados se llevó a cabo el cálculo de iluminación y carga y el diseño de los circuitos en forma completamente semejante a la usada en páginas anteriores para el taller. (omitiré el desarrollo y se puede ver el resultado en el plano respectivo. Lo más sobresaliente es que de un interruptor en aire del tablero principal gastado para abrir a 175 Amp, salen tres conductores # 2 y uno # 4-

al tablero principal de alumbrado de oficinas, tipo centro de carga. De éste salen circuitos a 4 tableros de distribución que controlan en total 40 circuitos monofásicos en 110V, protegidos por unidades disipar intercambiables de un polo.

Un cálculo de carga a base de iluminación y área para las oficinas :

1280 mt² con 35-40 Watts/ mt²

51.2 KW instalados

CAPITULO V.

SUBESTACION Y TABLERO PRINCIPAL.

Sabiendo ya el monto de las cargas, por los procedimientos de los capítulos III y IV podemos hacer un resumen de las que hay instaladas:

440 V.

Circuito # 1.	160 HP
# 2	163,3 HP
# 3	120 KVA.
# 4	150 KVA
# 5.	95 KVA
# 6.	160 HP
# 7.	165 HP

Si tomamos que para motores de aproximadamente 0,8 de factor potencia los HP pueden considerarse iguales a la demanda — en KVA, vemos que existen aproximadamente 1000 KVA instaladas.

De acuerdo con la literatura que consignamos en la bibliografía, el factor de demanda general que se aplica a la carga — instalada depende del tipo de uso que se le dé a cada circuito — y, multiplicando las cifras anteriores tenemos:

Circuito # 1	160 KVA x 0,30 =	48 KVA
# 2	163 KVA x 0,3 =	49
# 3, 4 y 5	365 KVA x 0,8 =	292
# 6	150 KVA x 1 =	150
# 7	165 KVA x 0,3 =	51
		590 KVA.

Con lo que el factor de demanda total queda en 0,59.

Los manuales de Ingeniería Industrial citan factores de demanda hasta de 0,50; podemos así estar seguros que nuestro factor de demanda cae dentro del uso corriente y aceptado.

220 V. -

Iluminación taller	43 K.W.
" Oficina	50 K.W.
Fuerza	25 "
Herramienta de mano y portátil	75 K.W.
	193 K.W.

En máquinas pequeñas, el factor de potencia es relativamente bajo (0.6,-0.7), pero como la iluminación toda es alto factor de potencia, creo que estoy justificado en tomar 0.75 como el factor de potencia total:

$$\frac{193 \text{ K.W}}{0.75} = 258 \text{ KVA.}$$

Los factores de demanda a aplicación son:

Iluminacion taller	43 x 1.0 = 43
" Oficinas	50 x 1.0 = 50
Fuerza.	25 x 0.6 = 15
Herramienta	75 x 0.2 = 25
Total	<u>133 K.W.</u> 177 KVA.

Con estos datos podemos determinar el tamaño de la subestación; la parte de 440 V constará de 600 KVA. Se pidieron transformadores trifásicos de 300 KVA cada uno.

Las condiciones de calidad, precio y tiempo de entrega combinadas hicieron que se seleccionaran transformadores marca I.G. -- construidos por la Cia. Manufacturera de Artefactos Eléctricos, de Irapuato, Gto, con las siguientes especificaciones:

Transformador trifásico de 300 KVA enfriado en aceite por -- conversión libre, 13200 /440-254/220-127 Y, 60 ciclos, neutro fuera del tanque, cuatro derivaciones de plena carga de 2.5% cada -- una del voltaje nominal en alta, dos arriba y dos abajo, impedancia referida a su propia base 4.65% con su aceite aislante suficiente para operación a 2000 mts. sobre el nivel del mar, con termómetro volumétrico indicador y demás accesorios normales.

La Cia. Lockheed en sus especificaciones solicita que en la subestación exista un transformador de reserva tanto para 220V como para 440 V y la solución que aceptaron fué la de cuatro transformadores iguales, aquel cuyas especificaciones presente; dos de ellos están conectados en 440V de baja, uno en 220V y el último será de reserva para ambos voltajes.

La disposición física de la subestación está presentada en el plano de la misma, y las conexiones se indican en el diagrama unifilar que también se adjunta.

Para seleccionar el interruptor en alta tensión usaremos un valor de potencia de corto circuito de 187 M.V.A., valor obtenido de un estudio del sistema interconectado de la Cia. Eléctrica Mexicana del Centro; este sistema tiene centrales térmicas en diferentes sitios, como San Luis Potosí, Celaya, Guanajuato con termoeléctricas, El Cóbano, Platanar y otras hidroeléctricas, algunas de las cuales son propiedad de la Comisión Federal de Electricidad.

El estudio que arroja el dato de la potencia de 187 M.V.A. en corto circuito fué llevado a cabo por el Ingeniero Felipe Falau, usando datos de las plantas generadoras de las líneas de transmisión y de las subestaciones suministradas por la propia Cia de Luz.

El valor de 187 MVA en 13.2 K.V. nos hace escoger un interruptor de 250 MVA, tamaño comercial próximo superior. Para estas capacidades puede usarse el tipo exterior o interior.

En el país se fabrica un interruptor en volumen reducido de aceite, el I.E.M -Magrini, con la capacidad pedida, para servicio interior, y también se fabrican otros modelos de servicio exterior, cuyo precio fluctua entre los \$75.000 y los \$35.000, correspondiendo este precio a un interruptor en aceite fabricado por técnica D H con licencia de la casa Hitachi de Japón.

Se propusieron las dos soluciones: I E M Magrini con unacasa o D H - Hitachi, y aceptaron la primera combinación ya que el costo comparativo es el siguiente:

Interruptor I E M -Magrini	
15 K V, 250 M V A - - - - -	12 000.-
Caseta de lámina con boquillas para-muro, aisladores de sostén etc. - - - - -	7 843.-
	<hr/>
	19 843
Interruptor D H-Hitachi.	\$ 35 000.-
Diferencia	\$ 15 157.00

La medición por parte de la Cía. de Luz se hace usando un equipo de medición en alta tensión con tres transformadores de corriente con relación 200 a 5, y dos transformadores de potencial conectados en delta abierta, relación 110 a 1 (13200/120).

La conexión a tierra se efectuó con dos pozos de tierra de tres metros de profundidad, en los que va una varilla copperweld de 50/8", y una mezcla de 150 Kg. de cisco de carbón, 50 Kg. de sal de mar y 1 m³ de arena.

A las varillas de tierra se conectó un cable desnudo de cobre, calibre 1/0, que rodea la subestación y la cruza varias veces, formando una especie de parrilla, a la que van conectados los tanques de todos los aparatos, la estructura y el neutro de los apartarrayos de tipo autovalvular.

Se efectuó una medición de la resistencia de tierra con Megger y el valor obtenido fué 0.90 Ohm, que es bien dentro de lo aceptable.

En el extremo opuesto al de la entrada de alta tensión está localizado el cuarto del tablero general de distribución, en donde estarán alojados los interruptores en aire necesarios, los aparatos de medición, bases o barras colectoras, etc.

Para la obtención de las especificaciones de los aparatos del tablero hubo que efectuar los cálculos de corrientes de falla en los puntos críticos, para lo que empesaré por presentar el diagrama simplificado unifilar de la sección de 440V, cuyo diagrama completo se da por separado:

FUENTE
CS. 187 MVA

13200V

mmT₁

mmT₂

T₃ mm

3-2500MCM
12 pias

3
2500MCM
60 pias

700MCM
36 pias

100A

100A

100A

440V

2500MCM
118 pias

2500MCM
118 pias

3/3
118 pias

250
138 pias

250
118 pias

250
118 pias

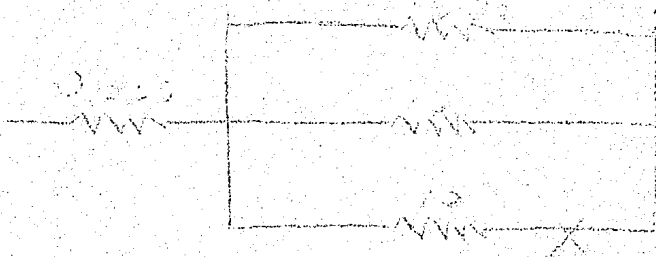
2500MCM
200 pias

Con base en 1000 K V A.

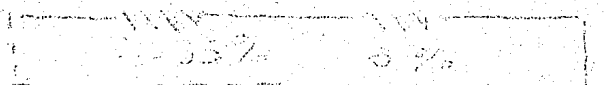
Impedancia de la fuente $\frac{1000}{187,000} \cdot 100 = 0.535 \%$

Transformadores $\frac{4.65 \times 1000}{300} = 15.5 \%$

Con estos datos podemos usar el siguiente circuito equivalente para lograr las especificaciones de los interruptor en aire derivados que protegerán los alimentadores de cada uno de los transformadores, en el que se nos representa la impedancia del conductor por tener poco efecto en MV.



Transformando:



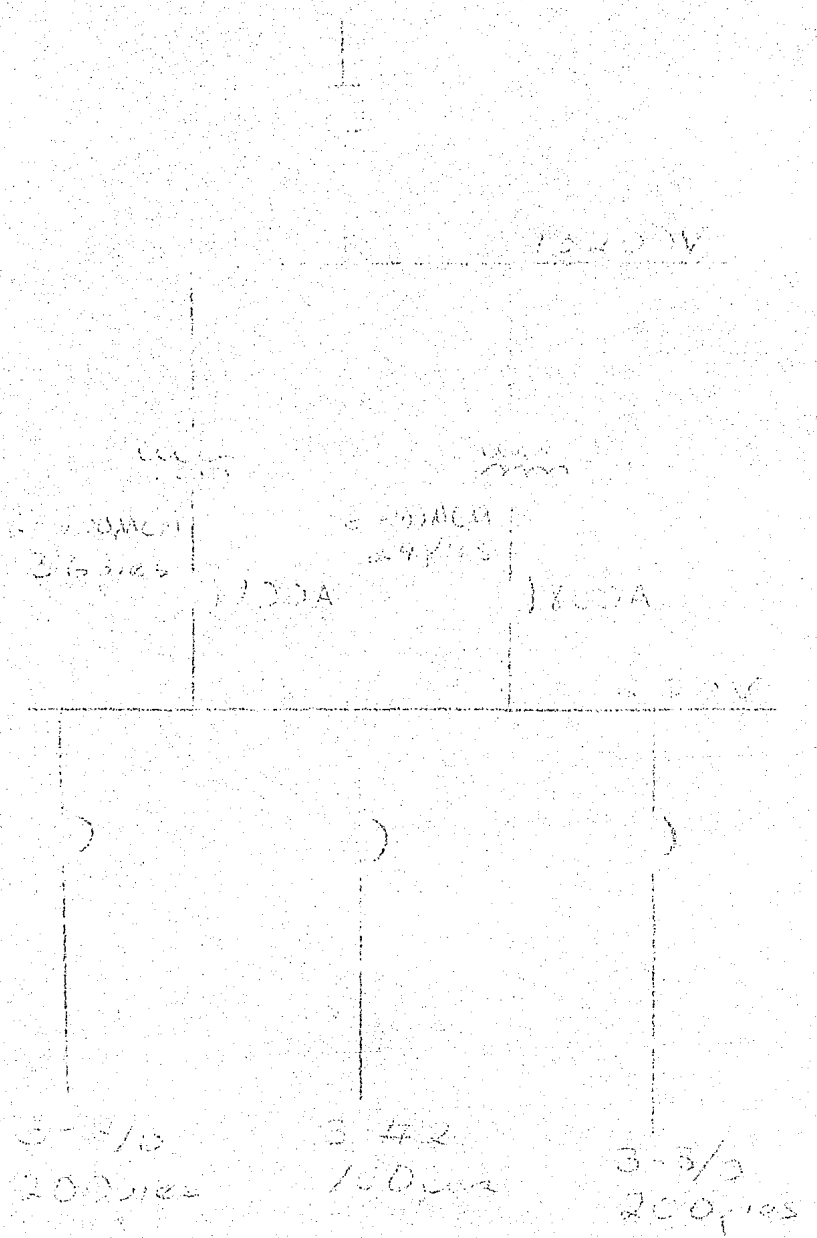
$$\begin{aligned} \text{KVA cc} &= \frac{1000}{0.535} \cdot 100 \\ &= 18\,700 \text{ KVA} \end{aligned}$$

La corriente de corto circuito es:

$$\frac{18\,700\,000}{\sqrt{3} \cdot 440} = 24\,600 \text{ amp.}$$

La corriente normal para 300 KVA es:

$$\frac{300\,000}{\sqrt{3} \cdot 440} = 394 \text{ Amp.}$$



Reactancia de los cables.

0.0040 52/100 pies para 400 M C M.

para 36 pies _____ .00144 52

29 " _____ .00116 52.

en % para 36 pies

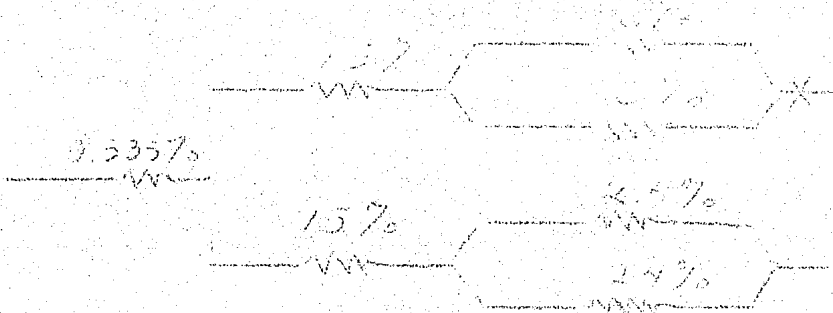
$$\% X = \frac{.00144 \times 1000}{(.22)^2 \times 10} =$$

$$= 3 \%$$

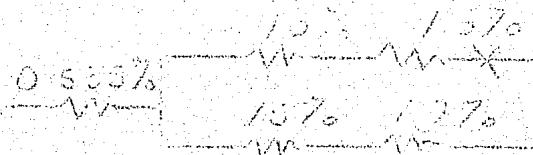
para 29 pies = $3 \times \frac{29}{36}$

$$= 2.4 \%$$

Así, el circuito equivalente queda



QUE REDUCE A:



Las reactancias en paralelo quedan:

$$\% x = \frac{16.5 \times 16.2}{16.5 \times 16.2}$$

$$= 8.2\%$$

$$\% x \text{ total} = 8.74\%$$

$$\text{KVA cc} = \frac{1000}{8.74} \cdot 100$$

$$= 11450 \text{ KVA}$$

$$I \text{ cc} = \frac{11450 \cdot 1000}{\sqrt{3} \times 220}$$

$$= 30200 \text{ Amp.}$$

Asimétricos:

$$30200 \times 1.2 = 36200 \text{ Amp.}$$

Ahora sólo nos queda valorizar el peor corte circuito en un o en otro voltaje para seleccionar los interruptores en aire que se usarán en los alimentadores.

Para hacer ésto, se considera el interruptor puentes de y el corte en la carga.

Se considera que en el momento del corte, los motores de inducción trabajan como generadores y contribuyen a aumentar la corriente de corte circuito.

Los hornos no proporcionarán corriente, así que el mayor corte circuito estará en un alimentador que vaya a un horno.

El diagrama de impedancia con base de 1000 KVA queda modificado con la reactancia de los cables y la de los motores equivalentes.

R Circuito # 1 = 0.012 52
 " # 2 = 0.007 52
 " # 3 = 0.013 52
 " # 4 = 0.008 52
 " # 5 = 0.012 52
 " # 6 = 0.005 52
 " # 7 = 0.030 52

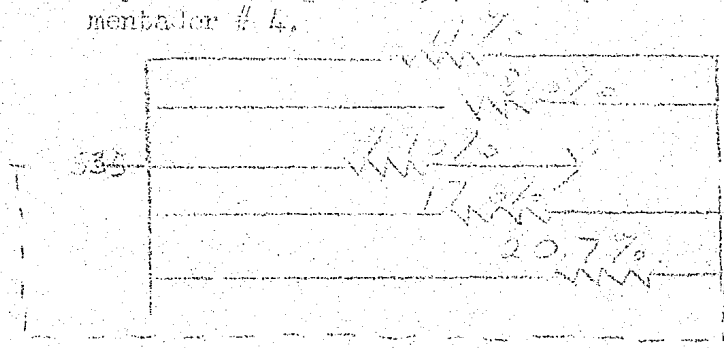
Y con base 1000 KVA

% Z Circuito # 1 = 6.25 %
 " # 2 = 3.64
 " # 3 = 6.8
 " # 4 = 4.15
 " # 5 = 6.25
 " # 6 = 2.6
 " # 7 = 15.6 %

Los motores, con base en 1000 KVA dan:

% X Circuito # 1 = 4.8 %
 2 = 4.9 %
 3 = _____
 4 = _____
 5 = _____
 6 = 15.0 %
 7 = 5.1 %

Y con los siguientes datos presentamos el diagrama de impedancia siguiente, para el caso de los cables en el alimentador # 4.



todo con base en 1000 KVA
reduciendo

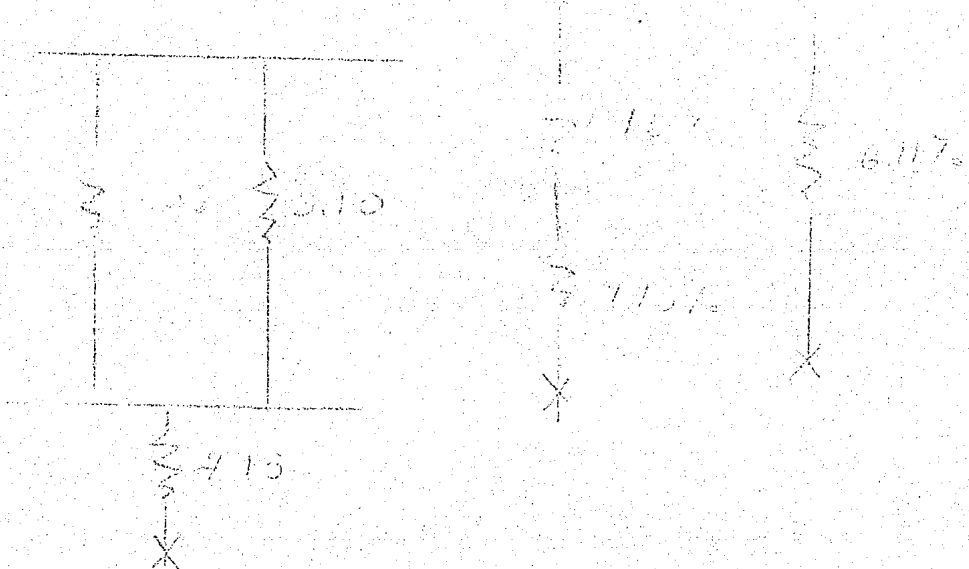
El sistema en paralelo.

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{11} \times \frac{1}{3.5} \times \frac{1}{47.6} \times \frac{1}{20.7}$$

$$= .099 \times 0.113 \times 0.057 \times 0.048$$

$$= .322$$

$$x = \frac{1}{.322} = 3.10 \%$$



$$KVA_{c.c.} = \frac{1000}{8.11} \times 100$$

$$= 16350 KVA.$$

$$I_{cc} = \frac{16350000}{\sqrt{3} \times 440}$$

$$= 21400 \text{ (Sim)} \approx 25800 \text{ Amp (Asim.)}$$

Procediendo de manera enteramente similar obtuvimos las especificaciones del tablero general de distribución -- que a continuación inserto:

Especificación para el tablero de baja tensión:

Tablero de distribución, frunto muerto, de dos secciones, una de 440 V y otra de 220 V, 3 fases, 60 ciclos-- construido en forma de gabinete metálico auto soportado, -- tipo " Switchboard" con acceso interior por medio de tapas atrnilladas.

Constará de lo siguiente, conectado de acuerdo con el diagrama unifilar adjunto:

a) 2 interruptores en aire (General Electric tipo A K - 1 - 50, 3 polos, 600 volts C.M., ciclos, 200 amperes de capacidad continua, operación manual, con tres dispositivos de disparo por sobrecorriente -- bobles magnéticos (disparo a largo tiempo con ajuste aproximado del 80 al 15% de la capacidad del interruptor) capacidad interruptiva - - - 60000 r.m.s. amperes en 480 Volts.

b) 3 interruptores A K- 1 - 25, 400 amperes de capacidad continua y 35,000 r.m.s. de capacidad interruptiva. Resto de las especificaciones como a).

c) Entrelace eléctrico y mecánico autoselectivo, -- que impida la misma posición en un AK-1-50 y un AK -1- 25, para usar el transformador de emergencia en uno o en otro voltaje.

d) 3 interruptores en aire derivados, tipo caja -- moldeada de bakelito, coraza K, 3 polos, 600 volts, con unidad de disparo intercambiable y calibrado en:

125 amps.

175

225

25,000 r.m.s. amp. de capacidad de interrupción en 240 y.

e) Interruptores en aire derivados, tipo caja moldeada de bakelita, coraza KL, 3 polos, 600 volts, con unidades de disparo intercambiables y calibrados en:

300 AMPES,
 350 "
 175 "
 250 "
 200 "
 400 "
 350 "

Con 30,000 r.m.s. amp. de capacidad de interrupción en 440 V.

f) Para los transformadores A y B, los siguientes equipados de medición:

4 transformadores de corriente con relación 600/5, aislamiento para 600 volt.

2 Ampérmetro 0 a 600 Amp.

2 selectores de fase para ampérmetro.

2 Kilowattmetro, escala 0 a 400 K W.

g) Barras de cobre con capacidad para 1200 amp, 440 V con:

2 transformadores de potencial 440/110 volts, con cortadiscos fusibles de protección.

1 selector de fases para voltmetro.

1 Voltmetro 0- 600 V.

1 Medidor de factor de potencia o corriente atrás a 0.5 - corriente adelante.

h) Para transformador C lo siguiente:

2 transformadores de corriente 1000/5 Amp.

1 Ampérmetro 0- 100 Amp.

1 Selector de fases para voltmetro.

1 Voltmetro directo escala 0-600 V.

i) Para el transformador D :

2 transformadores de corriente 1000/5 amp.

1 selector de fases para ampermetro.

1 ampermetro 0-1000 amp.

1 Kilowattmetro 0-400 Kw.

1 voltmetro directo 0-300V.

1 selector de fases para voltmetro.

j) Bus de barras de cobre con capacidad de 1000 amperes aislado para 220 volt con:

1 medidor de factor potencia.

k) Barra de neutro a todo lo largo del tablero con capacidad para 200 amp.

l) espacios para ampliaciones:

en 440, 4 espacios para interruptor K_L en 220 3 espacios para interruptor K

Todos los aparatos de medición son tipo tabulero, marca Neuberger, tipo V E - 144

Todos los selectores de fases son Siemens, tipos F 15/11/2 los de voltmetro y 2106-427 los de ampermetro.

La construcción del mencionado tablero fué solicitada a Güntler Hammer Mexicana después de recibir cotizaciones y tiempo de entrega de varias casas, como I E W, Squared, General Electric.

Y con ésto queda en cierta forma completo el estudio de la instalación eléctrica en la fábrica que nos ocupa. Sólo queda por presentar un breve estudio económico que constituye el siguiente capítulo.

CAPITULO VI.

PRESUPUESTOS GLOBALES.

A continuación doy a conocer los presupuestos que componen el contrato eléctrico de Lockheed Azcárate.

Subestación.

El presupuesto de la S.E incluye los transformadores, interruptor en aceite de alta tensión, caseta para aislamiento, equipo desconectador, para mayor construcción de la estructura soportadora, bases y aisladores sistema de tierra, en de guarda y construcción civil.

Se presentaron varias alternativas, en las que variaban la capacidad y la mano de los transformadores:
alternativa.

A con 4 transformadores General Electric de 300 KVS.	\$ 274 954.98
B con 4 transformadores I.E.M. de 300 KVS.	\$ 285 954.65
C con 4 transformadores I.G. de 300 KVS.	\$ 243 558.69
D con 4 transformadores I.E.M. de 250 KVS.	\$ 259 000.04
E con 4 transformadores I.G. de 250 KVS.	\$ 210 387.84

Los tiempos de entrega fueron:

A	120 días,
B	30 "
C	45 "
D	90 "
E	45 "

Se seleccionó la alternativa C, con transformadores de la Cia. Manufacturera de Artefactor Electricos, marca -I.G.

Instalación de sonido en la fábrica y oficinas: incluye amplificador, micrófono, altavoces, tubería y alambre necesario.

Instalación eléctrica en oficinas.

Cable y tuberías, cuatro tableros tipo centro de carga de 19 circuitos, con interruptores termomagnéticos marca Cutter Hammer, contactos y apagadores Arco Hart y costo de colocación de lámparas:

\$ 33,324.28

Iluminación Eléctrica en taller.

Con cable y tubería, 8 tableros Cutter Hammer, 126 lámparas de 2 x 40 Watts fluorescentes y 179 lámparas de 2 tubos de 107 Watts, Power Groove incluyendo montaje. Nivel de iluminación 30 pies bajas (321 luxes) \$223 036.68

Acometida a las líneas de la Cia Eléctrica Mexicana del Centro, desde la subestación.

Con poste de madera tratada importador \$ 7,500.00

Sistema de tubería conduit y cajas de conexión para teléfonos \$ 6,285.54

Lámparas para oficinas. \$ 54,422.75

Instalación de fuerza en el taller:

Comprende tubería y cable desde el tablero principal hasta cada uno de las máquinas, con sistema deducido cuadrado instalado e interruptores de seguridad, además para cada máquina propuesta; tubería de concreto hasta el pozo y cable necesario.

\$ 209,500.00

Conexión de los transformadores al tablero general:

Incluye cables hasta de 400 C M, tubería conduit hasta 76 mm, zapatos de conexión etc.

\$ 13048. 12

Tablero general de distribución especificado en el capítulo anterior, construido por Cutter Hammer Mexicana S.A.

\$ 110 000.00

Resumen:

1.- Subestación.	\$ 243558.69
2.- Sonido.	" 17084.47
3.- Instalación en Oficinas.	" 33324.28
4.- Instalación y Lámparas en el taller.	" 223032.68
5.- Acometida .	" 7500.00
6.- Tubería de Teléfonos.	" 6285.54
7.- Lámparas para oficinas.	" 54422.75
8.- Fuerza en 440 y 220V.	" 209500.00
9.- Línea de transformadores a tablero.	33048.12
10.- Tablero principal.	<u>110000.00</u>
Monto del contrato.	<u>937756.53</u>

BIBLIOGRAFIA.

BEEEMAN, Donald; Industrial Power System's Handbook; -
McGraw-Hill Book Co.; New York, 1956.

WESTINGHOUSE ELECTRIC CO. Electrical transmission and
distribution reference book; Pittsburg, 1950.

FENDER, H. & DEL MAR, W. Electrical Engineer's Handbook -
Power; John Wiley & Sons Inc. New York, 1958.

LYTHAL, R. T. Calculation of fault currents in electrical
net works. Sir Isaac Pittman & Sons; Londres, 1943.

BITCHER, H. F. Practical electrical wiring. McGraw-Hill
Book Co. New York, 1957.

AVIACION; Vol. II, # 13. México, D. F., Octubre de 1959.

LOKHEED-AZCARATE S.A. Cincuenta años de aviación nacional.
San Luis Potosí, S. I. P., 1960.

WESTINGHOUSE ELECTRIC CO. Manual de alumbrado. New --
York, 1944.

FERNANDEZ NIÑO, René, Aplicaciones del equipo eléctrico
a la industria. Industria Electrica de México. México, D. F.

VIQUEIRA LANDA, Jacinto, Apuntes de clase de subesta --
ciones, transmisión y distribución. Ciudad Universitaria, --
1959.