



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA  
MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**UNIDAD PROFESIONAL ZACATENCO**

**“CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA  
COMPAÑÍA JESSA MONTAJES E INSTALACIONES  
ELECTROMECAÑICAS, S. A. DE C. V.”**

**MEMORIA DE EJERCICIO PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTA**

**JESÚS SÁNCHEZ LÓPEZ**

**ASESOR  
DR. GUILLERMO M. URRIOLAGOITIA C.**



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTRICA**  
**UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”**

**TEMA DE TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRICISTA  
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL  
DEBERA(N) DESARROLLAR C. JESÚS SÁNCHEZ LÓPEZ

**“PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA LA EMPRESA “JESSA MONTAJES E  
INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS, S.A. DE C.V.”**

DESARROLLO DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALUMBRADO, FUERZA Y  
SUBESTACIÓN.

- GENERALIDADES
- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES
- DESCRIPCIÓN DEL GIRO INDUSTRIAL
- LISTA POR GRUPOS DE EQUIPOS DISPONIBLES
- CONEXIÓN DE SALIDAS PARA MÁQUINAS DE SOLDAR MONOFÁSICAS
- CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR PRINCIPAL
- DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CORTO CIRCUITO
- ALIMENTADORES E INTERRUPTORES DE SEGURIDAD PARA TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN
- DETERMINACIÓN TÍPICA DE SECCIONADOR MANUAL PARA MOTOR DE INDUCCIÓN
- CAPACIDAD DE SECCIONADORES Y ALIMENTADORES A GRUPOS DE MÁQUINAS DE SOLDAR
- RELOCALIZACIÓN DE CARGA Y TABLERO DE SUBESTACIÓN “A”
- ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA
- PUESTA A TIERRA DE CIRCUITOS Y SISTEMA ELÉCTRICO
- ANEXOS

MÉXICO D.F. A 3 DE MAYO DE 2013

ASESOR

  
DR. GUILLERMO M. URRIOLAGOITIA CALDERÓN

  
ING. CESAR DAVID RAMÍREZ ORTIZ  
JEFE DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE  
INGENIERÍA ELÉCTRICA



## **DEDICATORIA**

- A mis padres Narciso y Josefina.
- A mis hermanos Ricardo, Josefina y Gabriel.
- A mi esposa Virginia por su apoyo, comprensión, dedicación y estímulo, que me ha impulsado en la vida.
- A mis hijos Raymundo, Miguel Angel e Itzaraí, a mis nueras Toñita y Moravia, a mi yerno Mauro.
- A mis nietos Samuel, Paola, María Fernanda, Santiago y Paulo.

## **AGRADECIMIENTOS**

- Al Instituto Politécnico Nacional.
- A la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, por habernos dado los conocimientos y herramientas para realizar nuestra carrera profesional.
- A la escuela Vocacional No. 2 y Prevocacional No. 1

## ÍNDICE

1		GENERALES	1
	1.1	Alcance	1
	1.2	Códigos	1
	1.3	Objetivo	2
	1.4	Razón social	2
2		DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA	3
	2.1	Instalación eléctrica de alumbrado y contactos monofásicos	3
	2.2	Instalación eléctrica de fuerza a 220 V, 3 fases, 4 hilos, 60 cps	4
	2.3	Subestación eléctrica	5
3		DESCRIPCIÓN DEL GIRO INDUSTRIAL	5
4		LISTA POR GRUPOS DE EQUIPOS DISPONIBLES	6
5		CONEXIÓN DE SALIDAS PARA MÁQUINAS DE SOLDAR MONOFÁSICAS	7
	5.1	Distribución de equipos por fase	8
	5.2	Desequilibrio operativo total probable	8
6		CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR PRINCIPAL	9
	6.1	Capacidad en función de los equipos de manufactura disponibles	9
	6.2	Por caída de tensión, por arranque del motor mayor	12
7		DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CORTO-CIRCUITO	15
8		ALIMENTADORES E INTERRUPTORES DE SEGURIDAD PARA TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN	16
	8.1	Generales	16
	8.2	Tablero de distribución TD1	20
	8.3	Tablero de distribución TD2	21
	8.4	Capacidad del interruptor automático principal	23
	8.5	Calibre alimentador a tableros TD1 y TD2	24
	8.6	Verificación de alimentadores por capacidad de corto-circuito	25
9		DETERMINACIÓN TÍPICA DE SECCIONADOR MANUAL PARA MOTOR DE INDUCCIÓN	26
	9.1	Equipo de seccionamiento y protección por corto circuito para motor de inducción de 5cp	26
	9.2	Equipo de seccionamiento y protección por corto circuito para motor de inducción de 7.5cp	28
	9.3	Equipo de seccionamiento y protección por corto circuito para motor de inducción de 15cp	29
10		CAPACIDAD DE SECCIONADORES Y ALIMENTADORES A GRUPOS DE MÁQUINAS DE SOLDAR	31
	10.1	Grupo-1, Área de punteado	31
	10.2	Grupo-2, Área de punteado	33
	10.3	Grupo-3, Área de soldadura	35
	10.4	Grupo-4, Área de soldadura	36
11		RELOCALIZACIÓN DE CARGA Y TABLERO DE SUBDISTRIBUCIÓN “A” (TALLER MECÁNICO)	39

	11.1	Capacidad alimentador	39
	11.2	Capacidad interruptor subgeneral, tipo termomagnético	40
	11.3	Conclusiones	41
12		ANÁLISIS DEL FACTOR DE POTENCIA	41
	12.1	Antecedentes	41
	12.2	Potencia reactiva total requerida	41
	12.3	Conclusión	42
13		PUESTA A TIERRA DE CIRCUITOS Y SISTEMA ELÉCTRICO	42
	13.1	Descripción general de puesta a tierra equipo y canalizaciones conduit	43
	13.2	Cálculo calibre de los conductores de puesta a tierra	44
	13.3	Sistema equipotencial de puesta a tierra	47
	13.4	Cálculo del electrodo de puesta a tierra	48
14		ANEXOS	51
	14.1	Recibo de consumo energía eléctrica, Compañía de Luz y Fuerza del Centro, mayo-julio/2005	51
	14.2	Gráficas y planos del proyecto	51
	14.3	Diagrama unifilar general	51
	14.4	Instalación eléctrica de alumbrado y contactos monofásicos	51
	14.5	Instalación eléctrica de fuerza a 220 V, 3 $\Phi$ , 4 hilos, 60 cps	51
	14.6	Subestación receptora, tipo poste: 75 kVA, 23000/220-127 V, 3 $\Phi$ , 60cps	51
15		BIBLIOGRAFÍA	53

# **1 GENERALES**

## **1.1 Alcance**

- a) Este documento cubre las memorias técnicas y descriptivas generales de las instalaciones eléctricas de los sistemas: de alumbrado y contactos monofásicos; sistema de fuerza a 220V y subestación principal, tipo poste de 75 kVA, 3 fases, 23000/220-127 V. De la planta fabril de la compañía: JESSA Montajes e Instalaciones Electromecánicas, S.A. de C.V.
  
- b) Todas las instalaciones eléctricas incluidas en esta descripción son de carácter permanente, sin embargo, para algunas fabricaciones se relocalizan equipos de proceso; además del uso de extensiones a máquinas herramientas portátiles como son: máquinas de soldar, taladros, cortadores, pulidoras y en general máquinas herramientas de mano.
  
- c) Los criterios, equipos y materiales empleados en las instalaciones de la planta, son de acuerdo a las prescripciones y normas oficiales mexicanas para el diseño, instalación, fabricación y pruebas vigentes en general para la utilización de la energía eléctrica. A éste respecto es necesario el mencionar que con excepción de la subestación eléctrica, el resto de instalaciones son existentes con un tiempo de operación de alrededor de 18 años, periodo durante el cual no se ha presentado ningún inconveniente notable en ellas.

## **1.2 Códigos**

Las instalaciones eléctricas cubiertas por esta memoria, tanto el diseño, verificación y construcción están referidas principalmente en las siguientes normas o códigos:

- a) NOM 001- SEDE-2005, norma oficial mexicana referida a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica (utilización).
  
- b) Nec-1996, National Electric Code.
  
- c) Manual de aplicación del Nec- 1996
  
- d) IEC- 98, Comisión Internacional de Electrotecnia, Art. 60634

### **1.3 Objetivo**

La planta de manufactura inició sus actividades fabriles desde septiembre de 1991, con el suministro de energía eléctrica por parte de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, con el número de cuenta: 42-07-885-0431, y OC 053553 con una demanda contratada de 27 kW, en tarifa 3.

El objetivo de la actualización, la memoria técnica descriptiva y planos de las diferentes instalaciones eléctricas, en operación, a excepción de la subestación nueva tipo poste, construida por JESSA Montajes e Instalaciones Electromecánicas S.A. de C.V. es el asegurar que dichas instalaciones operen bajo las condiciones prescritas por los códigos, normas y reglamentación establecidos para el uso y utilización de la energía eléctrica, salvaguardando los riesgos para el personal de operación y los bienes materiales en general.

Dado el caso, se harán: observaciones, recomendaciones e implementaciones de solución a las situaciones contractuales que resulten durante la nueva revisión contra lo que pudo ser en su momento (1991) una instalación normalizada.

La otra razón fundamental, después de dar cumplimiento total a las anteriores, es lograr una mejor situación económica para los procesos fabriles, que se reflejarán en la competitividad dentro del mercado nacional e internacional de nuestros productos. Así como, el liberar capacidad del transformador actual de 45 kVA, que a la fecha es la base de los suministros residenciales y que por el crecimiento demográfico de la zona su capacidad ya está al límite; logrando con esto mejor calidad de suministro a todos los usuarios.

Lo anterior está previsto mediante la contratación del suministro en 23 kV en tarifa OM, y considerando que la demanda medida durante todo el lapso de operación, no ha sido rebasada. Es decir, se conserva en 27 kW, por no existir aumento en la carga como se evidencia en la facturación de la Cía. de L y F durante todo este periodo de nuestra operación.

La capacidad en transformación está prevista para la posibilidad normal de crecimiento a largo plazo, por lo que llegado el momento se realizarán los trámites correspondientes.

### **1.4 Razón Social**

#### **JESSA MONTAJES E INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS S. A. de C. V.**

- a) Oficinas Generales en la Ciudad de México  
Cecilio Robelo, Retorno 12 No. 11  
Col. Jardín Balbuena, C. P 15900, México D. F.  
Tels: 5571-4742, 5571-4766, fax 5785-0083  
e-mail: jessadf@prodigy.net.mx



b) Localización de la Planta

Carretera federal Conejos Atotonilco, km. 4  
La Cañada  
Atotonilco de Tula  
Hidalgo C.P. 42980  
Tel. 01-778 73 507 05

## **2 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE LA PLANTA**

### **2.1 Instalación eléctrica de alumbrado y contactos monofásicos**

Esta instalación, por las funciones a que está destinada se subdivide en:

- a) Instalación para áreas de oficinas y servicios auxiliares varios de la planta.
- b) Instalación para áreas de fabricación, ensamble y producto terminado.

La instalación de oficinas corresponde a una del tipo oculto con tubería conduit ahogadas en losas de techo, piso y muros; las luminarias son del tipo de sobreponer o en cajillo para zonas con plafón; los contactos monofásicos a 127 V se localizan a 30 cm sobre el nivel de pisos terminados. El puenteo o conexión a tierra de gabinetes lámparas, chasis de contactos monofásicos y cajas de conexiones se realiza mediante conductores de cobre desnudo cal # 14, como mínimo.

La instalación eléctrica de las áreas fabriles, son del tipo industrial, visibles, a base de condulets, tubería conduit, charola tipo abierta y multiconductores con interconexión a conductores monopares dentro de cajas de derivación especiales con tapa, a las cuales acometen las tuberías conduit, para la canalización de circuitos a las unidades de alumbrado y a los contactos monofásicos para máquinas herramientas de mano.

Las unidades de alumbrado están instaladas, al igual que las charolas y cajas de derivaciones, soportadas a las cuerdas inferiores de las armaduras de techo, con un nivel referido al piso terminado de 6.5 m.

Las salidas de contactos monofásicos para máquinas herramientas portátiles están instaladas sobre racks típicos (ver plano de fuerza) o bien en caja de conexión, cuando éstos están localizados en muro o columna y a una altura de 1.20 m sobre el nivel de piso terminado.

Las conexiones a tierra de gabinetes de luminarias a los contactos monofásicos y cajas de derivación están realizadas mediante un tercer hilo aislado o de cobre desnudo. Para cargas trifásicas la conexión se efectúa a través del cuarto hilo a cada equipo. Cabe mencionar que la mayor parte de la carga es trifásica y el conductor del neutro, junto con un hilo adicional desnudo, desempeñan la función de conductor de tierras, hasta rematar en el electrodo de tierras para garantizar la seguridad, por tensión de contacto accidental con las partes metálicas no conductoras.

El alumbrado de oficinas y servicios auxiliares, se controla mediante apagadores de 127 V-10 A, instalados en las diferentes áreas; cada circuito cuenta con su correspondiente protección termomagnética en el tablero de alumbrado TA1. El alumbrado y contactos de las áreas fabriles,

según sea el caso, se controla y protegen directamente de los tableros de alumbrado TA1 y TA2. Los circuitos, su identificación, tipo y capacidad de cada elemento, carga y protecciones, incluido el balanceo de fases, se muestra en los cuadros de carga correspondientes.

## **2.2 Instalación eléctrica de fuerza a 220 V, 3 fases, 4 hilos, 60 cps**

Esta instalación consiste de dos alimentadores, dos interruptores de seguridad y dos tableros de distribución principales a través de los cuales se opera toda la carga instalada; dichos alimentadores se conectan al interruptor principal, para finalmente llegar a los bornes secundarios del transformador de distribución de la subestación.

La operación en dos bloques de suministro, obedece a la recomendación de diferentes manuales técnicos de manejar las cargas libres de posibles armónicas (máquinas herramientas) de las cargas que pueden producir algún contenido (máquinas de soldar); así como, el control del factor de potencia y finalmente una repartición de la carga más equilibrada para su distribución dentro de las instalaciones fabriles.

Los seccionadores de seguridad y tableros de distribución principales se ubican en el cuarto eléctrico cuya localización en el mezzanine a 2.88 m sobre el nivel de piso terminado, en la nave 1, y corresponde aproximadamente al “centro de carga” físico de acuerdo a la disposición del equipo en la superficie de la planta.

La disposición del equipo eléctrico en el interior del cuarto es mostrado, con más detalle, en el plano de la instalación eléctrica de fuerza, plano No. IEFZ-1. Los materiales de fabricación de éste, son perfiles estructurales laminados en cal. # 10; formando un ensamble compacto y rígido, con puerta según normas, y ventanas. El interior del cuarto cuenta: con tapete de hule de neopreno de 1.0 cm de espesor sobre toda la superficie del piso, instalación de alumbrado y contacto y un extintor de CO<sub>2</sub> de 9 kg.

La estructuración metálica del cuarto, el bastidor o rack que soporta los equipos eléctricos y los bancos de capacitores están firmemente conectados a tierra mediante 2 conductores de cobre, cal. # 1/0 AWG., interconectados al electrodo de tierra, instalado al pie de la subestación tipo poste.

De cada tablero de distribución principal, pasando por los diferentes interruptores derivados, parten los alimentadores a las cargas o grupos de carga; distribuyendo y protegiendo los correspondientes conductores, carga y operadores.

La distribución de la energía se efectúa con el sistema de tierra y neutro común (según define IEC o VDE como TNC) y que corresponde al sistema de tres hilos activos y un hilo de tierra, esto es 3 fases y 4 hilos. Cada máquina herramienta o máquina de soldar cuenta en su cable de extensión con un conductor de conexión a tierra (cuarto hilo del mismo calibre que los conductores vivos), el cual se interconecta al sistema de tierras mediante el borne hembra-macho propio del contacto- clavija o bien con zapata atornillada al gabinete del seccionador, para equipos no móviles.

## 2.3 Subestación eléctrica

Con esta nueva instalación la tensión de suministro original de 220 V, cambia a 23000 V, 3 fases con una capacidad disponible hasta de 75 kVA y una relación de transformación de 23000/220-127 V. El arreglo de la subestación está con base a las normas de construcción y materiales de Compañía de Luz y Fuerza del Centro S.A., para las subestaciones designadas como tipo Poste con crucetas, herrajes y accesorios también bajo dichas normas. La medición para facturación de consumos y demandas, se ha previsto de acuerdo a las prescripciones de la misma Cía. designando un área, prevista de un soporte, de manera que las lecturas puedan realizarse, sin acceder al área fabril. El gabinete en cuestión es suministro de C. de L. y F.

El plano IESE-1, Subestación Eléctrica: 75 KVA, 23/0.22 KV, 3Ø tipo poste, se muestra en la vista de Planta, detalles No. 1 y 2 del conjunto de instalaciones de lo que es la parte existente de la Cía. Suministradora y la nueva Subestación de JESSA, así como, también los cortes: A-A', B-B' y C-C', de ambas partes; detallándose claramente cada uno de los materiales, equipos e instalaciones correspondientes que integran el suministro en: 23 y 0.22 KV a las instalaciones fabriles de JESSA. El interruptor principal está montado sobre una base de madera de: 60x60x1.9cm, en el interior de un cuarto construido de mampostería, mostrado al pie del poste de la subestación. Dicho interruptor es del tipo termomagnético, marco de 400 A, unidad de disparo de 250A, 600V y 42kA a 220V, en caja moldeada con palanca al frente totalmente muerto, sin gabinete metálico, para coordinar las interconexiones con el equipo de medición de la compañía suministradora.

La conexión entre la línea de 23kV y la subestación tipo poste de JESSA se efectuará con conectores tipo perico, para su conexión en condición de línea energizada, por la suministradora. Las instalaciones de los diferentes sistemas eléctricos y la subestación se muestran en los siguientes planos de proyecto:

- Instalación eléctrica de alumbrado y contactos monofásicos, plano No. IEAO-1
- Instalación eléctrica de fuerza a 220 V, 3fases, 4hilos, plano No IEFZ-1
- Subestación principal: tipo Poste, 75 kVAs, 23000/220-127V, 3fases, 60cps, plano No IESE-1
- Diagrama unificar general, plano No IEDU-1

## 3 DESCRIPCIÓN DEL GIRO INDUSTRIAL

Las instalaciones fabriles están previstas en: área, equipos, máquinas herramientas y de soldar, más otras diversas eléctricas y portátiles para la manufactura de equipos, partes de los mismos, ensambles y sistemas completos, para la industria: cementera, automotriz, harineras y otras que requieren del transporte mecánico o neumático de baja presión, captación, almacenamiento, descarga y dosificación de sólidos a granel de materias primas o producto terminado; sistemas de aeración para colección de partículas en suspensión y colección de polvo.

Para la industria ensambladora de automotores: tinas de lavado y desengrasado, cabinas de pintura y secado, purificadores de aire, bases de robot, mesas de trabajo y expedición de materiales para ensambles mediante robots. Montajes e instalaciones electromecánicas de sistemas completos, equipos, componentes, mantenimiento y reparaciones de los mismos.

#### 4 LISTA POR GRUPO DE EQUIPOS DISPONIBLES

Cuadro 1. Equipos disponibles

Máquinas Herramientas	Potencia		Tensión Volts	No. Fases
	CP	KW		
Dobladoras: JORDI CINCINNATI VERSON	10.00 7.5 Y 0.5 7.5 Y 0.5		220	3
Cizallas: COLUMBIA NIAGAREA DE 3/8"	5 3 15 Y 3		220	3
Metaleras: TECMA ERFURT	5 7.5		220	3
Roladoras: MEX HEISTEEL	2 15		220	3
Compresoras: No. 1 No. 2	5 10		220	3
Otras: TALADRO DE BCO. #1 TALADRO DE BCO. #2 SIERRA ELECTRICA FRESADORA (FUTURO) TORNO ESMERIL	2 1.7 - 2 Y 0.125 3 Y 0.5 3	1.10	220	3
Equipo Auxiliar: POLIPASTO No.1 POLIPASTO No.2 SALIDA PARA TALLER E. Alumbrado: TAB. TA1 TAB. TA2	3 2 - - -	9 * 15.229 14.897	220 220	3 3
Subtotal: (No incluye 9.0 Kw por ser <i>Stand-by</i> )	113.825	31.226	220	3

\* Notas: La salida para el taller eléctrico sólo se usa para pruebas, reparación y mantenimiento de equipo en general. En general las máquinas herramientas dependiendo de cada requerimiento y etapa de fabricación se emplea una máquina de los grupos disponibles (dobladoras, cizallas, metaleras, etc.) quedando el resto de dicho grupo en condiciones de máquinas de reserva para otros requerimientos o capacidades de fabricación.

Cuadro 2. Equipos disponibles

Máq. soldar y de corte	Potencia Nominal	Ciclo de trabajo	Factores según Nom-001	Potencia según ciclo de trabajo	Tensión de operación	No. de fases	Potencia en Kw x fase			
	KW	%	-	KW	VOLTS	-	Fases			
							A	B	C	
MS-1	13.70	60	0.78	10.68	220	3	3.56	3.56	3.56	
MS-2	13.70	60	0.78	10.68	220	3	3.56	3.56	3.56	
MS-3	13.70	60	0.78	10.68	220	3	3.56	3.56	3.56	
MS-4	12.30	60	0.78	9.59	220	3	3.20	3.20	3.20	
MS-5	12.30	60	0.78	9.59	220	3	3.20	3.20	3.20	
MS-7	21.60	60	0.78	16.84	220	3	5.61	5.61	5.61	
<b>SUMA PARCIAL EQUIPOS TRIFASICOS =</b>								22.69	22.69	22.69
MS-6	7.74	20	0.45	3.48	220	1	1.74	1.74		
MS-8	12.00	60	0.78	9.36	220	1		4.68	4.68	
MS-9	6.40	40	0.63	4.03	220	1	2.01		2.01	
MS-10	6.40	40	0.63	4.03	220	1	2.01		2.01	
MS-11	6.40	40	0.63	4.03	220	1	2.01		2.01	
MS-12	6.40	40	0.63	4.03	220	1		2.01	2.01	
CP-1	12.00	50	0.71	8.52			4.26	4.26		
<b>SUMA PARCIAL EQUIPOS MONOFASICOS =</b>								12.03	12.69	12.72
<b>SUBTOTAL</b> Por Fase	Suma trifásica como máquinas independientes = 105.51 kW							34.72	35.38	35.41

**NOTAS:**

En general las máquinas de soldar y corte dependiendo de cada requerimiento y etapa de fabricación se emplean una de cada grupo (Racks) disponible, quedando el resto de máquinas de reserva.

**5 CONEXIÓN DE SALIDAS PARA MÁQUINAS DE SOLDAR MONOFÁSICAS**

Dentro del proceso fabril el uso de las máquinas de soldar monofásicas a 220 V, es aleatorio; sin embargo, está prevista la posibilidad de operación trifásica balanceada, preasignando las conexiones de cada contacto de salida a 220 V en los racks, mostrados en el plano de distribución de fuerza.

Para la conexión de las máquinas monofásicas dentro de un sistema de distribución trifásico balanceado, es necesario el convertir las potencias disponibles del equipo a las mismas unidades.

- a) Unidades y equivalencia de conversión

1.0 kW = 0.746 CP

Consideraciones:

Eficiencia promedio motores = 0.80

$$\text{Factor de conversión de CP a kW} \quad 1.0 \text{ kW} = \frac{0.746 \text{ CP}}{\text{Eff Prom}} = \frac{0.746}{0.8} \text{ CP} = 0.9325 \text{ CP}$$

b) Máquinas herramientas y de mano

$$\text{kW}_{\text{MH}} = 0.9325 (113.825) = 106.14 \text{ kW}$$

c) Máquinas de soldar y de corte, como unidades independientes

$$\text{kW}_{\text{S}} = (34.72 + 35.38 + 35.41) = 106.14 \text{ kW}$$

d) Tableros de alumbrado y contactos TD1 y TD2

$$\text{kW}_{\text{A}} = 31.226 \text{ kW}$$

e) Total en capacidad de equipos y alumbrado

$$\text{Total} = 105.51 + 106.14 + 31.226 = 242.876 \text{ kW} \quad (\text{suma aritmética y sin balancear})$$

### 5.1 Distribución de equipos por fase

$$\text{Fase}_A = \left( \frac{106.14}{3} \right) + \left( \frac{31.226}{3} \right) + 34.72 = 80.50$$

$$\text{Fase}_B = \left( \frac{106.14}{3} \right) + \left( \frac{31.226}{3} \right) + 38.38 = 81.16$$

$$\text{Fase}_C = \left( \frac{106.14}{3} \right) + \left( \frac{31.226}{3} \right) + 35.41 = 81.198$$

### 5.2 Desequilibrio operativo total probable

$$\% \text{ Desequilibrio} = \frac{81.198 - 80.50}{80.50} (100) = 0.8679 \% \ll 5 \%$$

Para conservar el porcentaje de desequilibrio durante la operación de las instalaciones, los equipos de 1 fase, 220 V, deben conectarse como se indica en lista de máquina de soldar y corte (el resto del equipo es trifásico).

## **6 CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR PRINCIPAL**

### **6.1 Capacidad en función de los equipos de manufactura disponibles**

La fabricación de equipos o sistemas para la industria de la transformación, es de una diversidad muy amplia, dependiendo de cada proceso o fase de transformación, recuperación, transporte, etc. que requiera de efectuarse con las materias primas.

De forma general, la fabricación y ensamble de estos equipos depende principalmente de los espesores de los diferentes materiales estructurales: placas, perfiles, tamaños de sub-ensambles y dimensiones de ensamblado final. También su tipo, clase, características particulares y especificaciones que los determina como equipos o sistemas totalmente terminados; exigirán la disponibilidad, ubicación, movilidad y operación de diversos equipos fabriles: máquinas herramientas, máquinas de soldar y de corte, equipos de maniobra, herramientas de mano, etc. Así para cada fabricación, o sus etapas, se establecen los núcleos básicos de personal, maquinaria y equipos que de acuerdo a los programas de ejecución optimizan la utilización racional más eficiente de todos los recursos disponibles; además de la administración de los diferentes insumos.

La sucesión de etapas, condicionadas al control de calidad integral, permiten una operación más eficiente y económica para cada producto terminado.

Dentro de la actividad de las “manufacturas a base de metales”, se incluye la fabricación de máquina herramientas, equipos e implementos para la producción de otros equipos industriales, de la construcción, agrícolas, materiales de instalación, etc. Así como, los equipos y sistemas para la industria de la transformación. Entre las operaciones principales están: cortar, troquelar, doblar, perforar, rolar, etc. para posteriormente sub-ensamblar las partes mediante procesos de soldadura, de diferentes materiales metálicos.

Los procedimientos, técnicas, metodologías y procesos de fabricación son experiencia muy particular de cada firma; donde el desarrollo e implementación precedente, es muy importante para los posibles subsecuentes. En el aspecto técnico-administrativo, se tienen establecidos el control de los diferentes insumos, mismos que nos permiten optimizar la producción. Dentro de éstos, se controla de forma manual, la demanda máxima mensual contando con datos desde el inicio de actividades (1991) a la fecha, en el cual se observa: que una demanda máxima de 27 kW es el valor de mayor número de incidencia y que en sólo dos ocasiones de todo el periodo se ha alcanzado una de 36 kW.

La normativa en general clasifica este tipo de instalaciones (incluyendo la determinación de capacidad de los equipos necesarios para la operación) como especiales. Por lo tanto se prescriben criterios y procedimientos de cálculos completamente diferentes a los de una operación continua (operación de 3 horas o más tiempo) y en condiciones de régimen (de estado estable nominal) y también diferentes a una operación cíclica intermitente.

Otra condicionante de estos diseños, es la casi nula información técnica en manuales, guías para los mismos propósitos.

Para la estimación de la capacidad del transformador principal, se dispone de las siguientes referencias:

- Manual de sistemas de potencia industrial, tabla 17.5, pág. 889; D. Beeman.
  - Factor de demanda, para un factor de diversidad unitario:
  - Máquinas de soldar de arco = 30%
  - Máquinas herramientas = 30%
- Manual de equipos de maniobras (Manual Switchgear de ABB, edic-10, 2001; tabla 6.6; pág. 277)
  - Factor de demanda
  - Fabricaciones en metal (metal-working) = 25%
- NOM – 001, SEDE – 2005
  - Artículo 630, Máquinas de soldar de arco
    - a) Máquinas de soldar individuales
    - b) Máquinas de soldar en grupo.
  - Artículos 630-12 y 630-13, en general ver: lista en pág.17
- Norma IEC 60364 – 1, Art 311, pág. 17
  - Factor de Diversidad entre alimentadores
  - FD = 1.20

Otras consideraciones:

Las salidas eléctricas indicadas en plano son opcionales para conectar equipos y máquinas de soldar o herramientas, que por el proceso de fabricación requiere de moverse frecuentemente, excepto para los equipos instalados permanentemente. Para todos los efectos prácticos son salidas de reserva (*stand by*) y como tales no se contabilizan para la determinación de la capacidad del transformador o de la demanda.

Los bancos de capacitores, para la regulación del factor de potencia, se encuentran permanentemente conectados y se excede la regulación de compensación de reactivos. Y para efectos de la capacidad del transformador se considera un factor de potencia de 0.85 como valor medio. Previendo la sobreexcitación, producción de armónicas o ruido eléctrico y sobrecalentamientos de conductores, fusibles y otros dispositivos durante las horas de operación en vacío (noches y fines de semana), se determinará la capacidad en reactivos capacitivos de operación permanente.

Por otro lado, de acuerdo con los procesos de fabricación y el aseguramiento de la calidad que exige evitar “socavamientos” del material a soldar, condición que limita el uso de electrodos con diámetros mayores a 3.97mm (5/32”) y con un máximo de 180 A secundarios para el arco; por lo que la capacidad de las máquinas de soldar MS-7 y 8 será corregida a un valor de operación proporcional a su corriente secundaria.



Siendo éstas unidades, las únicas excepciones a considerar para la determinación de la capacidad del transformador, alimentadores y protecciones.

De capítulo 5.0, parte b) y d); pág. 8

a) Máquinas herramientas

$$kW_{MH} = 106.14 \text{ kW}$$

b) Tableros de alumbrado y contactos TA1 y TA2

$$kW_A = 31.226 \text{ kW (Alumbrado)}$$

c) Máquinas de soldar y equipo de plasma (corte) como grupo de máquinas

Según la NOM- 001/2005, artículo 630-11, inciso *b*, La capacidad del alimentador para un grupo de máquinas se determina de acuerdo a las capacidades de las máquinas, el ciclo de trabajo y los porcentajes (%) de carga indicados. Este criterio resulta totalmente adecuado como guía para el estimado de la capacidad del transformador e inclusive para el interruptor secundario; pues en los tres elementos (alimentador, transformador e interruptor secundario) existe una correlación de capacidad base, que interpretada con los factores particulares y la propia NOM, para cada elemento del circuito se tendrá un amplio margen de seguridad.

El criterio de manejo de las cargas monofásicas es: considerar las máquinas de soldar y de plasma, en arreglos trifásicos para lo cual usaremos la capacidad real monofásica mayor de cada grupo que multiplicado por tres, formara una carga trifásica balanceada. La suma total de la carga será mayor a la real instalada; pero permite, el determinar la capacidad del transformador. De 4.0; tabla de cargas, máquinas de soldar tenemos:

$$\sum \text{Máquinas soldar, kW} = 100\% (16.84+10.68) + 85\% (10.68) + 70\% (10.68) + 60\% [2 \times 9.59 + 3 (4.03+9.36+4.03)] = 16.84+10.68+9.078+7.476+42.86 = 86.93 \text{ kW}$$

$$\text{Suma total} = 106.14 + 31.226 + 86.93 = 224.296 \text{ kW (balanceada, ver: 5.1, pág. 8)}$$

d) Factor de demanda = 0.25 (Utilizaremos el factor que conjunta ambas, máquinas herramientas y de soldar)

e) Factor de diversidad = 1.20 (La distribución de la energía es a través de dos sub-alimentadores principales)

f) Factor de potencia = 0.85 (Éste dato es referencia de cálculo, el valor real medido, es mayor de 0.9)

g) Capacidad de transformador:

$$\text{Cap Trans} = \frac{224.296 \times 0.25}{1.20 \times 0.85} = 54.97 \text{ kVAs} \quad \text{Incluye la carga futura del torno.}$$

Capacidad Transformador = 54.97 kVA's

- Verificación capacidad por procedimiento de demanda máxima y factor de potencia medidos
- De los registros de las demandas máximas y consumos desde 1992 al año 2007 tenemos:

Datos.

-Demanda máx registrada = 36 kW (10 Oct. - 8 Nov. / 2007)

-Consumo de reactivos = 1530 kVARh

-Consumo de activos = 4830 kWh

- Consideraciones.

-Factor de pérdidas transformador = 1.02 (la medición es en lado B.T.)

- Cálculos.

-Factor de potencia medido,  $\Phi = \text{Arc tg } \frac{1530}{4830} = 17.57^\circ$  y  $\text{Cos } \Phi = 0.9533$

-Capacidad transformador, con  $\text{Cos } \Phi = 0.85$ ; (kVA's) =  $\frac{36}{0.85} \times 1.02 = 43.20 \text{ kVAs}$

h) Conclusiones

- La capacidad del transformador
- Según listas de equipos disponibles = 54.97 kVAs (incluye torno futuro)
- Según registros demanda máxima y consumos = 43.20 kVAs (2008)

Capacidad comercial recomendada = 75 kVA (esta capacidad permitirá la posibilidad de crecimiento futuro y compensar el contenido posible de armónicas)

## 6.2 Capacidad transformador por arranque del motor mayor

a) Datos

Potencia motor mayor	= 15 CP
Carga estimada en operación	= 20 kVAs
Caída de tensión máxima permitida	≤ 20%

Arranque tipo	= A tensión plena
Motor, letra código "F"	= 5.5 SkVA/cp
Capacidad transformador	= 7.5 kVAs
Impedancia transformador "Z"	= 3%
Cables en ducto no magnético (D. Beeman, tab. 1.20)	
Cal # 3/0 AWG. $Z_1$ (Calibre estimado para cálculos)	= 0.00866 $\Omega$ /100 pies
Cal # 4 AWG. $Z_2$ (Calibre estimado para cálculos)	= 0.314 $\Omega$ /100 pies

Valor en Ohms ( $\Omega$ )

$$Z_1 = \frac{47 \times 3.28}{100} 0.866 = 0.0133 \Omega$$

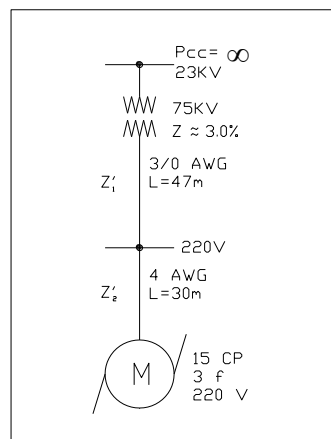
$$Z_2 = \frac{30 \times 3.28}{100} 0.314 = 0.0308 \Omega$$

Corrección por ducto no magnético (D. Beeman, tab. 1.22)

$$Z'_1 = 0.8 \times 0.0133 = 0.0106 \Omega$$

$$Z'_2 = 0.8 \times 0.0308 = 0.0246 \Omega$$

Cuadro 3 Diagrama unifilar simplificado



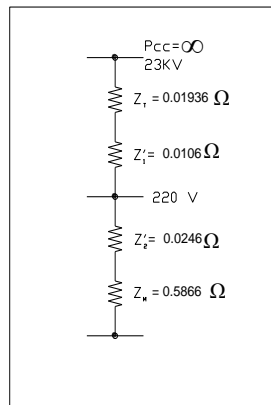
b) Impedancias en  $\Omega$  a la base común de 0.22kV

$$\text{Motor: } Z_m = \frac{1000kV^2}{SkVA_{motor}} = \frac{1000 \times 0.22^2}{5.5 \times 15} = 0.5866 \Omega$$

$$\text{Transformador: } Z_t = \frac{10(Z\%)kV^2}{kVA_{equipo}} = \frac{10 \times 3(0.22^2)}{75} = 0.01936 \Omega$$

$$\text{Cables: } Z'_1 = 0.106 \Omega, \quad Z'_2 = 0.0246 \Omega$$

Cuadro 4. Diagrama equivalente



c) Impedancia total (incluye motor)

$$Z_T = 0.01936 + 0.0106 + 0.0246 + 0.586 = 0.640 \Omega$$

d) Porcentaje de caída de tensión al arranque del motor

$$\%e = 100 \left(1 - \frac{Z_M}{Z_T}\right) = 100 \left[1 - \frac{0.586}{0.640}\right] = 100(0.0851) = 8.517 \%$$

8.517 < 20 %, por lo tanto es un valor aceptable

e) Verificación según gráficas 4.43 y 4.44 del D. Beeman

Datos.

$I_{cp} \approx 1kVA$

Carga en operación = 20 kVA estimados

$SkVA_M = 5.5 \times 15 = 82.5 kVA$

$$\text{Relación de } \frac{C_{arg a-inicial}}{SkVA_M} = \frac{20}{82.5} = 0.2424$$

De gráfica 4.43 para una caída representativa propuesta del 15% tenemos:

$f \approx 1.05$  y los SkVA corregidos serán

$$\text{SkVA}' = 82.5 \times 1.05 = 86.625$$

Porcentaje de SkVA' referidos a la capacidad restante del transformador

$$\% = \frac{86.625}{(75 - 20)} 100 = 157.5\%$$

De gráfica 4.44 para el valor aproximado de la curva a 23 kV se tiene una tensión secundaria del  $\approx 8\%$  de caída

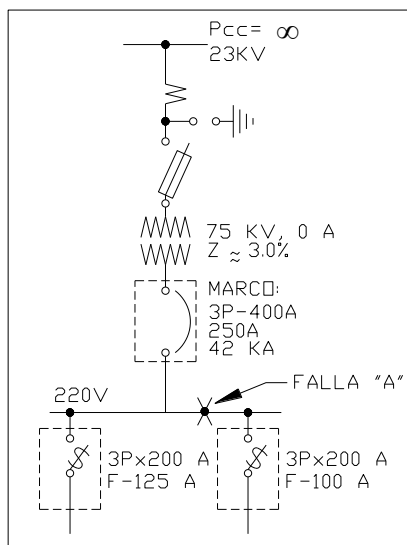
$$8\% < 8.57\% < 20\%$$

La capacidad del transformador con una carga en operación de 20 kVA previa al arranque del motor mayor (15 cp.) a plena tensión, produce una caída de tensión menor de 20% del valor permitido. Por lo consiguiente la capacidad del transformador de 75 kVA es adecuada a las condiciones previstas.

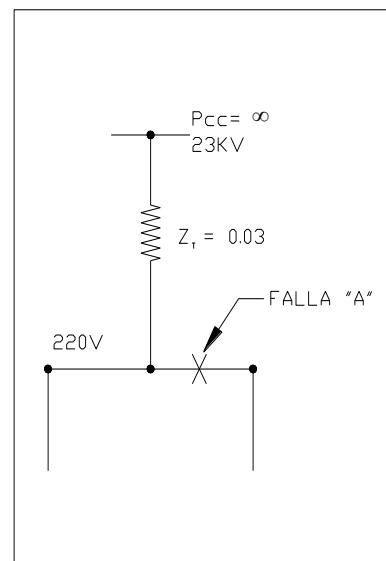
Conclusión: La capacidad del transformador de 75 kVA es adecuada para las condiciones anteriores.

## 7 DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CORTO-CIRCUITO

Cuadro 5. Diagrama unifilar



Cuadro 6. Diagrama simplificado



a) Potencia de corto-circuito en el punto “A” por bus infinito

$$P_{c c \infty} = \frac{75}{0.03} = 2500 \text{ kVA}$$

$$I_{c c \infty} = \frac{2500}{1.73 \times 0.22} = 6561.0 \text{ A simétricos}$$

Considerando un factor de asimetría de 1.25, (B.T.)

$$I_{c c \text{ asim}} = 1.25 \times 6561.0 = 8201.23 \text{ A}$$

$$8.201 < 10 \text{ kA}$$

b) Conclusión

De acuerdo a los resultados obtenidos, la capacidad de los diferentes equipos de protección y/o desconexión por capacidad de corto-circuito a instalar, corresponden a la capacidad interruptiva normal. Es decir: Servicio ligero con fusibles tipo “H” con capacidad de hasta 10kA.

Los equipos instalados y en operación son de las características técnicas siguientes:

- Fusibles clase “H” de diferentes capacidades nominales y capacidad de cortocircuito de hasta 10 kA.
- Interruptores de seguridad, servicio pesado, clase 3110, 3 polos, 200 A, 240 V, Nema -1, Cat. H324N, con kit de tierras.

## **8 ALIMENTADORES E INTERRUPTORES DE SEGURIDAD PARA TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN**

### **8.1 Generales**

Las fabricaciones de los equipos industriales elaborados en la planta, por su proceso e integración corresponden a lo clasificado dentro de la industria de manufactura como no continuos y básicamente están conformados de las siguientes etapas:

- Cortado, perforado, troquelado, rolado y maquinado de piezas.
- Eliminación de residuos de corte, escoria, rebabas, ajuste o calibración.
- Preensamble, verificación de dimensiones, calibrado, etc. de control de calidad.
- Ajustes finales y ensamble de partes a base de puntos de soldadura.
- Soldadura de partes, por mecanizado: manual.
- Integración de accesorios u otras partes atornilladas.
- Limpieza, pintura primaria y de acabado.
- Ensamble final.
- Embarque.

Los cálculos en cuestión los realizaremos de acuerdo a lo prescrito por la NOM-001 y con los diferentes factores de demanda y diversidad; previendo capacidad de reserva tanto en las instalaciones como en el equipo de protección y control, con un procedimiento similar al del capítulo 6.0, excepto que más detallado en función de los diferentes tipos de equipos fabriles y auxiliares.

Para la referencia rápida de los artículos de la NOM-001, base de cálculos, se citan a continuación:

- 220-3, 215, 220-10 (b), 230-208 (b), 240-6 (B), 250-33 excepción (2), 250-56, 250-57, 315- 15 excepción (c), 384-16 (c), 630, soldadoras eléctricas; B. soldadoras de arco tipo transformador c. a. y rectificador c. d.
- 430-22 (a), porcentajes para la selección de conductores para motores que no operen en servicio continuo
- 430-24, varios motores o motor(es) y otra(s) carga(s)
- 430-26, factores de demanda para alimentadores
- 430.110(a), capacidad nominal e interruptiva de medios de desconexión
- 630-11, capacidad de conductores de entrada; incisos (a) máquinas individuales y (b) grupos de máquinas
- 630 -12, protección contra sobre-corrientes
- 630 - 13, medios de desconexión
- Tablas: 310-16, 310-17, 430-150, 430-151B, 430-152
- IEEE-1015, art 4.4.4.1 (c)
- IEEE 142-1991
- IEC 60364 y 60634

A continuación se presenta la lista de equipos por tablero de distribución

Cuadro 7. Lista de Equipos Tablero Distribución TD1

Motores, máquinas y herramientas	Potencia		Corriente a Plena Carga Según 430-150 en Amperes
	CP	KW	
CIZALLA - 3/8"	15		42
	3		9.6
ROL HEISTEEL	15		42
DOBLADORA JORDI	10		28
DOBLADORA CINCINATI	7.5		22
	0.5		2.2
DOBLADORA VERNON	7.5		22
	0.5		2.2
COMPRESOR # 2	10		28
COMPRESOR # 1	5		15.2
CIZALLA COLUMBIA	5		15.2
NIAGARA	3		9.6
METALERA TECMA	5		15.2
POLIPASTO # 1	3		9.6
POLIPASTO # 2	2		6.8
ESMERIL	3		9.6
TORNO	3		9.6
FUT	0.5		2.2
FRESA	2		6.8
	0.125		0.38 ( calculado )
TALADRO # 1	2		6.8
TALADRO # 2	1.7		6.8
SIERRA		1.1	6.0
TAB. ALUMBRADO -1		15.3	40.15 ( calculado )
TAB. ALUMBRADO -2		14.9	39.10 ( calculado )
BCO. CAPACITORES		7.5	21.0 ( calculado )

En general las máquinas herramientas dependiendo de cada requerimiento y etapa de fabricación, se emplea una máquina de los grupos disponibles (dobladoras, cizallas, metaleras, etc.) quedando el resto de dicho grupo en condiciones de máquinas de reserva para otros requerimientos o capacidades de fabricación



Cuadro 8. Lista de equipos tablero distribución TD2

Motores máquinas y herramientas		Potencia		Corriente a Plena Carga (Motores) 430-150 en Amperes		
		CP	KW			
METALERA ERFUT		7.5		22		
ROLADORA MEX		2		6.8		
BCO. CAPACITORES			10 KVAr	28.0 ( calculado )		
<b>MÁQUINAS DE SOLDAR Y CORTE</b>						
No. De máquina	Potencia nominal KW	Corriente primaria de placa (Amp)	Tensión Volts	No. fases	Ciclos de trabajo %	Factor según NOM 001
MS-1	13.7	52	220	3	60	0.78
MS-2	13.7	52	220	3	60	0.78
MS-3	13.7	52	220	3	60	0.78
MS-4	12.3	36	220	3	60	0.78
MS-5	12.3	36	220	3	60	0.78
MS-7	21.6	94	220	3	60	0.78
MS-6	7.74	48	220	1	20	0.45
MS-8	12	84	220	1	60	0.78
MS-9	6.4	36	220	1	40	0.63
MS-10	6.4	36	220	1	40	0.63
MS-11	6.4	36	220	1	40	0.63
MS-12	6.4	36	220	1	40	0.63
CP-1	12	80	220	1	50	0.71

Las corrientes de motores, son según Tabla 430-150.

Los factores según ciclo de trabajo máquinas de soldar son de acuerdo a 630-11, (a).

Las máquinas de soldar números 7 y 8 por proceso y control calidad se operan máximo con electrodos 5/32" de diámetro con 180 A máximo de corriente secundaria. Esta condición requiere  $180/450 (94) = 37.6$  A. Y  $180 / 250 (84) = 60.48$  A

En general las máquinas de soldar y corte dependiendo de cada requerimiento y etapa de fabricación se emplean una de cada grupo (Racks) disponible, quedando el resto de máquinas de reserva.

## 8. 2 Tablero de distribución TD1

- a) Corriente a transmitir, según NOM-001; 430-22(a), régimen de trabajo motores: 30 ó 60min y 430-24(b)

$$I_a = 1.25 (I_{\text{Motor mayor}}) + \sum I_{p.c} (\text{resto de carga})$$

De lista de equipos

$$I_a = 1.25 (42) + 275.78 (0.9) + 40.15 + 39.10 = 374.70 \text{ A.}$$

- b) Factor de demanda y diversidad

Máquinas herramientas,  $f_{\text{Dem}} = 0.30$  y  $f_{\text{Div}} = 1.25$  (o de coincidencia  $= \frac{1}{1.25} = 0.80$ )

Tableros de alumbrado,  $f_{\text{Dem}} = 0.90$  y  $f_{\text{Div}} = 1.00$

- c) Corriente a transmitir con factores de demanda y diversidad

$$I'_a = 0.30 [1.25 (42) + 275.78] (0.9) (0.80) + 0.9 (40.15 + 39.10) = 142.22 \text{ A.}$$

- d) Capacidad mínima interruptor de seguridad, según 430.110(a)

$$I \geq 115\% (I_a, \text{ por transmitir})$$

$$I \geq 1.15 (142.22) = 163.50 \text{ A}$$

Capacidad comercial 200 A; y  $200 \text{ A} > 163.50 \text{ A}$

- e) Capacidad nominal de fusibles

Para determinar esta capacidad es necesario aplicar los diferentes factores de acuerdo a los equipos y a la carga total en alumbrado y contactos. Con el objetivo de tener mayor precisión en la selección, se consideran diferentes factores de diversidad, según Art. 430-26 a los considerados en el inciso b) de este cálculo.

Máquinas herramientas,  $f_{\text{Dem}} = 0.30$  y  $f_{\text{Div}} = 2.5$  (coincidencia  $= \frac{1}{2.5} = 0.40$  . Es decir que el 40% del equipo estaría en operación simultánea)

Tableros de alumbrado,  $f_{\text{Dem}} = 0.90$  y  $f_{\text{Div}} = 1.10$  (coincidencia  $= \frac{1}{1.1} = 0.909$  Son dos tableros de alumbrado)

$$I'_{\text{Máq}} = 0.30 [1.25 (42) + 275.78](0.9)(0.4) = 35.4 \text{ A}$$

$$I'_{\text{Alum}} = 0.9 (40.15 + 39.10)(0.909) = 64.83 \text{ A}$$

$$I_{\text{fu}} = 34.5 + 64.83 = 100.23 \text{ A}$$

Capacidad comercial listones fusibles 100 A

- f) Capacidad de fusibles a rotor bloqueado, motores diseños B, C y D, tabla 430-151B y art. 430-52

$$I'_{\text{RB}} = I_{\text{RB}}(\text{ Motor mayor }) + \sum I(\text{ Resto de motores y cargas, según demanda})$$

$$= 290 + 35.40 + 64.83 = 390.23 \text{ A}$$

Capacidad fusibles de 100 A, tipo "H", a 2 s

$$I^* = 500\% (I_{\text{Nominal}}) = 5.0 \times 100 = 500 \text{ A}; \text{ y } 500\text{A} > 390.23 \text{ A} \quad (Y, t_2 = \frac{500^2}{390^2} (2) = 3.28 \text{ seg})$$

La capacidad del listón es adecuada por los arranques del motor mayor (15 cp), del grupo

Nota: En caso de fusión durante el arranque del motor mencionado, se puede usar el "kit" porta fusibles y fusibles tipo K-9 100 A que proporcionaran mayor tiempo de fusión durante la etapa de arranque del motor.

### 8.3 Tablero de distribución TD2

- a) Datos de corriente para el tablero TD2, determinada según NOM-001, 630-11(b)

De lista máquinas de soldar, tenemos:

$$I_b = 100\%(94 + 84)(0.78) + 85\%(80)(0.71) + 70\%(52)(0.78)(3 \text{ Máquinas}) + 60\%[(48)(0.45) + 36(0.78) +$$

$$36(0.63)(4 \text{ Máquinas})] = 138.84 + 48.28 + 85.17 + 84.24 = 356.53 \text{ A}$$

Consideraciones particulares de diseño

- Capacidad mínima=1.10 (se prevé posible condición de desbalanceo por máquinas monofásicas).
- No se aplica la condición de proporcionalidad, por electrodo máximo de 5/32" de diámetro, para las máquinas de soldar MS-7 y MS-8

$$I'_b = 1.10 \times 356.53 = 391.60 \text{ A}$$

De motores

$$I_c = 1.25 \times 22 + 6.8 = 34.3 \text{ A}$$

Total tablero TD2

$$I_d = 391.60 + 34.3 = 425.90 \text{ A}$$

b) Factor de demanda

$$f_{dem} = 0.30 \text{ (Máquinas de soldar y máquinas herramientas)}$$

c) Factor de diversidad

$$f_{div} = 1.0$$

d) Corriente con factores de demanda y diversidad recomendados

$$I'd = 425.9 \times 0.30 = 127.77 \text{ A}$$

e) Capacidad interruptor de seguridad, según NOM-001, 630- 12(b)

$$I_{int} < 200\% (I, \text{ a conducir})$$

$$I_{int} < 2(128) < 256 \text{ A}$$

Capacidad comercial - 200 A; y  $256 < 200 > 128 \text{ A}$ .

El interruptor comercial de 200 A es adecuado.

f) Capacidad nominal de fusibles

$$f_{dem} = 0.30 \text{ (Máquinas de soldar y máquinas herramientas)}$$

$$\text{Total tablero TD2} = 425.90 \text{ A}$$

$$I_{fu} = 0.30 \times 425.90 = 127.77 \text{ A}$$

Capacidad comercial listón fusible – 125<sup>a</sup>

## 8.4 Capacidad del interruptor automático principal

### a) Datos

Corrientes con factores de demanda y diversidad

TD1  $I'a = 142.22$  A. de 8.2, (c), pág. 20

TD2  $I'd = 127.77$ A. de 8.3, (d), pág. 22

### b) Capacidad marco del interruptor

En 8.2 y 8.3 incisos “e” y “f” capacidad mínima interruptor y nominal de los elementos fusibles, pág. 20, para tablero TD1 y pág. 22, para tablero DT2, respectivamente. Ambos cálculos se realizaron de acuerdo a los diferentes usos posibles tanto de las máquinas herramientas y de soldar como de los diferentes equipos de mano y el alumbrado. En el caso del interruptor general, desde donde se alimentan los dos grupos principales de equipo; es decir, los (dos) sub-alimentadores y entre los cuales se tienen, también, factores de diversidad.

- Cálculos

Datos:

Suma de corrientes:  $\sum I = 142.22 + 127.77 = 269.99$  A  $\approx 270.0$  A.

$f_{Dem} = 1.20$  (entre sub-alimentadores principales)

Capacidad marco; según Art. 220.10 (b) y 230-208(b), para tensiones de 600 V o menores

$$I'_{Marco\ mín} = \frac{1.25(270)}{1.20} = 281.25$$
 A

Con una capacidad comercial de: 400 A; según art. 240-6 (a)

### c) Valor máximo de disparo interruptor automático

De 8.2, (f), pág. 21; para tablero TD1, capacidad comercial de listón fusibles = 100 A.

De 8.3, (f), pag. 22; para tablero TD2, capacidad comercial de listón fusibles = 125 A.

Valor de la sumatoria:  $\sum F = 100 + 125 = 225$  A.

$F_{diversidad} = 1.20$

Según artículos NOM, 220.10 (b) y 230-208(b) para tensiones de 600 V o menores

$$I = \frac{1.25(225)}{1.20} = 234.37 \text{ A.}$$

Capacidad comercial de 250<sup>a</sup>.

- d) Coordinación de capacidad sub- alimentadores a tableros TD1 y TD2 con el interruptor automático principal, según 220.3 y 220.10 (b)

$$I_{\text{cables sub-alimentadores}} = I_{\text{Máx Disparo}}$$

De acuerdo a las condiciones de instalación de los sub-alimentadores; 3 conductores activos más conductor del neutro y tierra en tubo conduit de PVC, subterráneo a 50cm de profundidad, ahogado en concreto.

Cada uno de ellos debe tener una capacidad de conducción, corregida a las condiciones de operación, de tabla 310-16, tenemos:

Cal 250 KCM, 126.67 mm<sup>2</sup>, con aislamiento termoplástico tipo THW-75°C, conduce 255A a 30°C y que corregida a 25°C (21 a 25°C) es de 255 x 1.05 = 267.75 A

267.75 A ≥ 250 A, por lo tanto es adecuado

- e) Conclusiones

- TD1 200A, 3polos, 240 V, con listón fusible tipo H de 100A, servicio pesado, clase 3110, marca Square D
- TD2 200A, 3polos, 240 V, con listón fusible tipo H de 125A, servicio pesado, clase 3110, marca Square D
- Interruptor automático general 400A de marco, 3polos, 600 V, de 250 A, 42kA a 220V, catálogo LAL36250, marca Square D

## 8.5 Calibre alimentadores a tableros TD1 y TD2

- a) Datos

Corriente a transmitir  $I'_a = 138.58\text{A}$ , para tab. TD1 y  $I'_b = 127.77\text{A}$ , para TD2  
Canalización: tubo conduit de PVC subterráneo, 50cm de profundidad y charola abierta.  
Caída de tensión propuesta = 2%  
Longitud alimentadores = 55m  
Temperatura máxima estimada = 25°C (banco de ductos)

- b) De 8.04 (d); coordinación de capacidad sub-alimentadores, en ésta página:

Cal # 250 KCM (126.67 mm<sup>2</sup>) de tabla 310-16, con aislamiento termoplástico tipo THW-75° conduce 267.75 A a 25° (parte adyacente de un circuito, con longitud, en tubo conduit, aprox. 22.50 m, Art 310-15, NOM)

c) Calibre por corriente

250 KCM, con capacidad de 267.75A >> 138.58 y 127.77 A

d) Calibre por caída de tensión, para TD1. Según Art. 215

$$S = \frac{2IL}{e\% E_n} = \frac{2 \times 138.58 \times 55}{2 \times 220} \times 1.73 = 59.99 \text{mm}^2 = 60.0 \text{mm}^2$$

$126.67 \text{mm}^2 >> 60.0 \text{mm}^2$  por lo que cal # 250 KCM es adecuado

$e\% \text{ final} = 2 \left( \frac{60.0}{126.67} \right) = 0.947$  y  $0.947\% < 2\%$ , el calibre 250 KCM es adecuado para TD1 y TD2

## 8.6 Verificación de alimentadores por capacidad de corto-circuito

a) Datos:

Calibre conductor: 250 KCM, cobre, aislamiento termoplástico THW- 75°.

Conexiones: Atornilladas

Área en CM: 250,000 CM ( $126.67 \text{mm}^2$ )

$K = 42.25 \text{CM/A}$  (sección en CM requerida por A durante 5 s para máxima temperatura, 150°C, en el conductor)

b) Capacidad de corriente por 5 s y 150°C

$$I' = \frac{250000}{42.25} = 5917.16 \text{A} \text{ y el valor de } I^2 t \text{ será: } I^2 t = (5917.16)^2 \times 5 = 175.06 \times 10^6 \text{ A}^2 \text{xs (a 5 s)}$$

c) Capacidad térmica del conductor (en A) a 1 s (60cps) y máxima temperatura (150°C)

Por cálculo

$$I = \sqrt{\frac{(5917.16)^2 \times 5}{1}} = 13231.17 \text{ A a 1 s.}$$

Por gráfica- 34 Condumex, publicación técnica Cx- 165 tenemos para Cal # 250 KCM, aislamiento termoplástico con máxima temperatura de 150°C y a 1 seg.

$I = 13300 \text{ A a 1 s, y } 13300 \text{A} \approx 13231.17 \text{A}$ , son congruentes los resultados.

d) Conclusiones

- Alimentador a TD1 y TD2: 1/F- 250 KCM; neutro, 1-1/0 AWG, aislamiento THW-75, 600V 1-4 AWG, cobre desnudo, según tabla 250-95, tierra de seguridad; en ducto de PVC, subterráneo de 101mm.

- Alimentador secundario desde transformador a tablero principal: 2/F-250KCM y neutro 2-1/0 AWG, aislamiento THW-75, 600V; en dos canalizaciones de 64mm. Cada una con 3 hilos de fase y neutro. Este alimentador llegara primero al equipo de medición de la compañía suministradora y después al interruptor principal de JESSA.

## 9 DETERMINACIÓN TÍPICA DE SECCIONADOR MANUAL PARA MOTORES DE INDUCCIÓN

### 9.1 Equipo de seccionamiento y protección por corto circuito para motor de inducción de 5cp

a) Datos:

Potencia: 5cp, 220V, 3fases,  $I_{pc} = 13.2A$ , diseño código – B  
 Aplicación: Máquina herramientas. Metalera Tecma y cizalla Columbia  
 Tipo de arranque: A plena tensión, motor en vacío

b) Consideraciones según NOM-001/2005

Corriente a plena carga (según tabla 430-150), = 15.2<sup>a</sup>  
 Corriente a rotor bloqueado (según tabla 430-151B), = 92A

c) Dispositivo máximo (o ajuste) por protección de cortocircuito y falla a tierra, según tabla 430-152

Interruptor termomagnético—250%  $I_{pc} = 2.5 \times 15.2 = 38^a$   
 Seccionador de seguridad—300%  $I_{pc} = 45.6A$

d) Capacidad mínima de operación continua, según 430.110 (a), 384 -16(c) NOM. 001 y 4.4.4.1(c) IEEE-1015

Interruptor de seguridad y/o termomagnético -- 1.15  $I_{pc} = 17.48A$  (NOM.)  
 Interruptor termomagnético (en tablero o gabinete)—1.25  $I_{pc} = 19.0A$  (IEEE)

e) Condición de rotor bloqueado, art. 430.52

Consideraciones:

- Motor con letra de código B y arranque en vacío.
- Capacidad de soporte durante el arranque.
  - Con interruptor termomagnético, ---300% ( $I_{Nom}$  del dispositivo)
  - Con interruptor de fusibles y fusibles sin retraso de tiempo---500% ( $I_{Nom}$  del listón fusible).
- Corriente a rotor bloqueado = 92 A.



Cálculos:

$$I_{\text{Nom}} \text{ interruptor termomagnético} = \frac{92}{3.0} = 30.6 \text{ A máximo}$$

$$I_{\text{Nom}} \text{ seccionador de fusibles} = \frac{92}{5.0} = 18.40 \text{ A máximo}$$

Usando listón fusible de 25 A. nominales tipo “H” (sin retraso de tiempo)

Capacidad de soporte durante el arranque

$I_{\text{arranque}} = 5 \times 25 = 125 \text{ A}$  y  $125 \text{ A} > 92 \text{ A}$ , por lo tanto el listón de 25A es adecuado.

f) Análisis de condiciones

Cuadro 9. Condiciones según prescripciones NOM. 001

Tipo de equipo seccionador y protección por cortocircuito	384-16(c) Nom 4.4.4.1(c) IEEE-1015	430-110(a) Nom 001	430-152 Nom 001	430-52 Nom 001
Interruptor termomagnético	>19.0 A ↓	≥17.48 A ↓	<38.0 A ↓	≥30.66 A ↓
Capacidad comercial	3P- 20 A	3P-20 A	3P-30 <sup>a</sup>	3P-30 A
Seccionador de seguridad	-	≥17.48A ↓	<45.60 A	≥18.40 A ↓
Capacidad comercial	-	3Px30A	3Px30 A	3Px30 A
Listón fusible tipo “H”	-	-	-	25A

g) Conclusiones: El equipo debe de arrancar y operar la carga en condición normal con las siguientes capacidades comerciales de los siguientes dispositivos:

- Interruptor termomagnético de: 3 polos 30 A
- Seccionador de seguridad, con fusibles tipo H, de : 3 polos x 30 A
- Listón fusible “H”, sin retraso de tiempo de: 25 A\*

Es recomendable el uso de fusibles tipo “K” de 20 A. e incluir el kit adecuado para el seccionador

## 9.2 Equipo de seccionamiento y protección por corto circuito para motor de inducción de 7.5 cp

a) Datos:

Potencia: 7.5cp, 220V, 3fases,  $I_{pc} = 22$  A, diseño código – B

Aplicación: Máquina herramientas. Dobladoras Cincinnati y Verson y metalera Erfurt.

Tipo de arranque: A plena tensión, motores en vacío

b) Consideraciones según Nom.-001/2005

Corriente a plena carga (según tabla 430-150), = 22 A

Corriente a rotor bloqueado (según tabla 430-151B), = 127 A

c) Dispositivo máximo (o ajuste) por protección de cortocircuito y falla a tierra, según tabla 430-152

Interruptor termomagnético—250%  $I_{pc} = 2.5 \times 22.0 = 55^a$

Seccionador de seguridad—300%  $I_{pc} = 66$  A

d) Capacidad mínima de operación continua, según 430.110 (a), 384 -16 (c) Nom. 001 y 4.4.4.1 (c) IEEE-1015

Interruptor de seguridad y/o termomagnético --  $1.15 I_{pc} = 25.30$  A (Nom.)

Interruptor termomagnético (en tablero o gabinete)— $1.25 I_{pc} = 27.50$ A (IEEE)

e) Condición de rotor bloqueado, art. 430.52 (b)

Consideraciones:

- Motor con letra de código B y arranque en vacío.
- Capacidad de soporte durante el arranque.
  - Con interruptor termomagnético, ---300% ( $I_{Nom}$  del dispositivo)
  - Con interruptor de fusibles y fusibles sin retraso de tiempo---500 % ( $I_{Nom}$  del listón fusible)
- Corriente a rotor bloqueado = 127 A.

Cálculos:

$$I_{Nom} \text{ interruptor termomagnético} = \frac{127}{3.0} = 42.33 \text{ A máximo}$$

$$I_{Nom} \text{ seccionador de fusibles} = \frac{127}{5.0} = 25.40 \text{ A máximo}$$

Usando listón fusible de 30 A nominales tipo “H” (sin retraso de tiempo)

Capacidad de soporte durante el arranque:

$I_{arranque} = 5 \times 30 = 150$  A y  $150 \text{ A} > 127 \text{ A}$ , por lo tanto el listón de 30A es adecuado

f) Análisis de condiciones

Cuadro 10. Condiciones según prescripciones NOM. 001

Tipo de equipo seccionador y protección por cortocircuito	Condiciones según prescripciones Nom. 001			
	384-16(c) Nom 4.4.4.1(c) IEEE-1015	430-110(a) Nom 001	430-152 Nom 001	430-52 Nom 001
Interruptor termomagnético	>27.50 A ↓	≥25.30 A ↓	<55 A	≥42.33A ↓
Capacidad comercial	3 P- 30 A	3 P-30 A	3 P-50 A	3P-50 A
Seccionador de seguridad	-	≥25.30 A ↓	<66.0A	≥25.40 A ↓
Capacidad comercial	-	3 Px30 A	3 Px60A	3 Px30 A
Listón fusible tipo “H”	-	-	-	30 A

g) Conclusiones: El equipo debe de arrancar y operar la carga en condición normal con las siguientes capacidades comerciales de los dispositivos:

- Interruptor termomagnético de: 3 polos 50 A
- Seccionador de seguridad, con fusibles tipo H, de: 3 polos x 30 A
- Listón fusible “H”, sin retraso de tiempo de: 30 A\*

Es recomendable el uso de fusibles tipo “K” de 25 A. e incluir el kit adecuado para el seccionador.

### 9.3 Equipo de seccionamiento y protección por corto circuito para motor de inducción de 15cp

a) Datos:

Potencia: 15 cp, 220 V, 3 fases,  $I_{pc} = 40$  A, diseño código – B  
 Aplicación: Máquina herramientas.- Roladora Heisteel  
 Tipo de arranque: A plena tensión, motores en vacío

b) Consideraciones según Nom.-001/2005

Corriente a plena carga (según tabla 430-150), = 42 A  
 Corriente a rotor bloqueado (según tabla 430-151B), = 232 A

c) Dispositivo máximo (o ajuste) por protección de cortocircuito y falla a tierra, según tabla 430-152

Interruptor termomagnético— $250\% I_{pc} = 2.5 \times 42.0 = 105$  A  
 Seccionador de seguridad— $300\% I_{pc} = 126$  A

- d) Capacidad mínima de operación continua, según 430.110 (a); 384 -16(c) Nom. 001 y 4.4.4.1(c) IEEE-1015

Interruptor de seguridad y/o termomagnético --  $1.15 I_{pc} = 48.30 \text{ A}$  (Nom.)

Interruptor termomagnético (en tablero o gabinete)— $1.25 I_{pc} = 52.50 \text{ A}$  (IEEE)

- e) Condición de rotor bloqueado, art. 430.52

Consideraciones:

- Motor con letra de código B y arranque en vacío.
- Capacidad de soporte durante el arranque
  - Con interruptor termomagnético, ---300 % ( $I_{Nom}$  del dispositivo)
  - Con interruptor de fusibles y fusibles sin retraso de tiempo---500 % ( $I_{Nom}$  del listón fusible)
- Corriente a rotor bloqueado = 232.0 A

Cálculos:

$$I_{Nom} \text{ interruptor termomagnético} = \frac{232}{3.0} = 77.33 \text{ A máximo}$$

$$I_{Nom} \text{ seccionador de fusibles} = \frac{232.0}{5.0} = 46.40 \text{ A máximo}$$

Usando listón fusible de 60 A nominales tipo “H” (sin retraso de tiempo)

Capacidad de soporte durante el arranque

$I_{arranque} = 5 \times 60 = 300 \text{ A}$  y  $300\text{A} > 232 \text{ A}$ , por lo tanto el listón de 60A es adecuado

- f) Análisis de condiciones

Cuadro 11. Condiciones según prescripciones NOM. 001

Tipo de equipo seccionador y protección por cortocircuito	384-16(c) Nom 4.4.4.1(c) IEEE-1015	430-110(a) NOM 001	430-152 NOM 001	430-52 NOM 001
Interruptor termomagnético	>52.50 A ↓	≥48.30 A ↓	<105.0 A ↓	≥77.33 A ↓
Capacidad comercial	3P- 70 A	3P-50 A	3 P-70 A	3 P-70 A
Seccionador de seguridad	-	≥50.48 A ↓	<126 A	≥46.40 A ↓
Capacidad comercial	-	3 Px60 A	3 Px100 A	3 Px60 A
Listón fusible tipo “H”	-	-	-	60A

g) Conclusiones: El equipo debe de arrancar y operar la carga en condición normal con las siguientes capacidades comerciales de los dispositivos:

- Interruptor termomagnético de: 3 polos 70 A.
- Seccionador de seguridad, con fusibles tipo H, de: 3 polos x 60A
- Listón fusible “H”, sin retraso de tiempo de: 60 A

Es recomendable el uso de fusibles tipo “K” de 50 A. e incluir el kit adecuado para el seccionador.

## 10 CAPACIDAD DE SECCIONADORES Y ALIMENTADORES PARA GRUPOS DE MÁQUINAS DE SOLDAR

### 10.1 Grupo -1, Área de punteado

a) Datos equipos:

Máquinas de soldar de arco, tipo transformador c. a. Nros: MS-10, MS-11 y 12, tipo MM-201 de 7.9kVAs (6.4kW), 1fase, 36A, 220V, ciclo de trabajo: 40%

b) Consideraciones técnicas, según Nom-001/ 2005, art. 630-11

- Factor de acuerdo al ciclo de trabajo, CT de 40% = 0.63
- Capacidad del conductor alimentador del grupo

De acuerdo a la carga, el uso y la duración de cada evento de punteado tenemos lo siguiente:

- Factor de demanda del grupo = 0.45 (por ser un sub-alimentador o circuito derivado)
- Factor de diversidad = 1.00
- Por cientos de corriente según Nom.-001/2005, 630-11 (b): 100% de dos máquinas mayores, 85% para la tercera soldadora mayor, 70% para la cuarta mayor, y 60 % para todas las restantes.

$$I_{\text{Cond}} = \frac{[100\%(36 \times 0.63)2\text{Máqs} + 85\%(36 \times 0.63)]0.45}{1.00} = \frac{(45.36 + 19.27)0.45}{1.00} = 29.08 \text{ A}$$

c) Capacidad interruptor del grupo

Según 630-12, protección de sobre-corriente, inciso (b) para conductores

$$I < 200 \% I_{\text{Primaria}}$$

$$I < 2.0 \times 29.08 = 58.17 \text{ A máxima capacidad según 630-12}$$

Capacidad comercial 3 P- 70A

d) Capacidad seccionador de seguridad en rack

$I's = 1.15 [29.08] = 33.44A$ , y una capacidad comercial de 3Px60A

Listón fusible,  $I_{fu} = 100\%(33.04) = 33.44A$  y una capacidad comercial de 40<sup>a</sup>.

e) Cálculo del calibre del alimentador (circuito derivado)

Corriente a transmitir,  $I = 29.08A$

- Calibre por corriente.-

De tabla 310-16, Nom 001/2005 a 30°C y 60° en el conductor; el calibre 4x6AWG (13.30mm<sup>2</sup>), cable trifásico más tierra, con capacidad de 55 A, es adecuado.

- Calibre por caída de tensión

$$L = 15m \quad S = \frac{2LI}{2E_n} = \frac{2 \times 29.08 \times 15}{2 \times 220} (1.732) = 3.43mm^2$$

$e\% = 2\%$  (valor propuesto) Cal#6 AWG con 13.30 mm<sup>2</sup> > 3.43 mm<sup>2</sup>, es adecuado.

f) Coordinación con protección

- Termomagnético de 3 Polos-70 A
- Conductor cal # 4 AWG, aislamiento 60° C; tabla 310-16, 70A a 30° ambiente.

Por condición de capacidad interruptor termomagnético (70 A nominales)

De tabla 310-16, Nom-001/2005, a 30° C de temperatura ambiente y 60° máxima en el conductor; del cal # 4 AWG (21.15mm<sup>2</sup>) unipolar; tres conductores activos mas tierra, con capacidad de 70 A, es adecuado.

70A en conductor = 70A interruptor.

g) Conclusiones

- Usaremos conductor de 4 AWG, unipolar, aislamiento tipo THW- 75°C, 3 conductores activos más tierra.
- Interruptor termomagnético, en tablero de distribución TD2, 3 Polos- 70 A
- Interruptor de seguridad, en rack correspondiente, 3 Polos x 60 A
- Fusibles de 40 A, 10 kA, tipo "H"

## 10.2 Grupo – 2, Área de punteado

### a) Datos equipos:

Máquinas de soldar de arco, tipo transformador c. a.

Números MS-9 y MS-SB; tipo MM-201 de 7.9 kVA (6.4 kW), 1 fase, 36A, 220 V, y ciclo de trabajo de 40%

Número MS-6; Marca Hobart de 11.0 kVA (7.73 kW), 1 fase, 48 A, 220 V, y ciclo de trabajo de 20 %

### b) Consideraciones técnicas, según Nom-001/ 2005, art. 639-11

- Factor de acuerdo al ciclo de trabajo, CT de 40 % = 0.63
- Factor de acuerdo al ciclo de trabajo, CT de 20 % = 0.45
- Capacidad del conductor alimentador del grupo

De acuerdo a la carga, el uso y la duración de cada evento de punteado tenemos lo siguiente:

- Factor de demanda del grupo = 0.45 (por ser un sub-alimentador o circuito derivado)
- Factor de diversidad = 1.00
- Por cientos de corriente según NOM.-001/2005, 630-11(b): 100 % de dos máquinas mayores, 85 % para la tercera soldadora mayor, 70 % para la cuarta mayor, y 60 % para todas las restantes.

$$I_{\text{Cond}} = \frac{[100\%(48 \times 0.45) + 100\%(36 \times 0.63) + 85\%(36 \times 0.63)]0.45}{1.00} = \frac{(44.28 + 19.27)0.45}{1.00} = 28.06 \text{ A}$$

### c) Capacidad interruptor del grupo

Según 630-12, protección de sobre-corriente, inciso (b) para conductores

$$I < 200\% I_{\text{Primaria}}$$

$$I < 2.0 \times 28.06 = 57.20 \text{ A máxima capacidad según 630-12}$$

Capacidad comercial 3 P- 70 A

### d) Capacidad, seccionador de seguridad en rack

$$I's = 1.15 [28.06] = 33.00 \text{ A, y una capacidad comercial de 3 P x 60 A}$$

Listón fusible,  $I_{fu} = 100\% (28.6) = 28.60 \text{ A}$  y una capacidad comercial de 40 A

e) Cálculo del calibre del alimentador(o circuito derivado)

Corriente a transmitir,  $I = 28.06 \text{ A}$ .

- Calibre por corriente

De tabla 310-16, Nom 001/2005 a  $30^\circ\text{C}$  y  $60^\circ$  en el conductor; el calibre 4x 6 AWG ( $13.30 \text{ mm}^2$ ), cable trifásico mas tierra, con capacidad de 55 A, es adecuado.

- Calibre por caída de tensión

$$L = 21\text{m} \quad S = \frac{2LI}{2E_n} = \frac{2 \times 28.06 \times 21}{2 \times 220} (1.732) = 4.72 \text{ mm}^2$$

$$e\% = 2\% \text{ (valor propuesto)} \quad \text{Cal \# 6AWG con } 13.30 \text{ mm}^2 > 4.72 \text{ mm}^2$$

f) Coordinación con protección

- Termomagnético de 3 Polos-70 A.
- Conductor cal # 4 AWG, aislamiento  $60^\circ\text{C}$ ; tabla 310-16, 70 A a  $30^\circ$  ambiente.

Por condición de capacidad interruptor termomagnético(70 A nominales)

De tabla 310-16, Nom-001/2005, a  $30^\circ\text{C}$  de temperatura ambiente y  $60^\circ$  máxima en el conductor; del cal # 4 AWG ( $21.15 \text{ mm}^2$ ) unipolar; tres conductores activos mas tierra, con capacidad de 70 A. es adecuado.

70 A de conductor = 70 A interruptor.

g) Conclusiones:

- Usaremos conductor 4 AWG, unipolar, aislamiento tipo THW-  $75^\circ\text{C}$ , 3 conductores activos más tierra.
- Interruptor termomagnético, en tablero de distribución TD2, 3 Polos- 70 A.
- Interruptor de seguridad, en rack correspondiente, 3 Polos x 60 A.
- Fusibles de 40 A, 10 kA, tipo “H”



### 10.3 Grupo – 3, Área de soldadura

a) Datos equipos:

Máquinas de soldar de arco, tipo transformador c. a.  
Números MS-1 y MS-2; Marca Essab de 19.8 kVAs (13.7 kW), Factor de potencia.  
0.69, 3 fases, 52 A, 220 V, y ciclo de trabajo de 60 %

Número: MS-5; Marca Miller, CP-300, de 13.7 kVA (12.3 kW), 3 fases, 36 A, 220 V, y  
ciclo de trabajo de 40 %

b) Consideraciones técnicas, según NOM-001/ 2005, art. 639-11

- Factor de acuerdo al ciclo de trabajo, CT de 60% = 0.78
- Factor de acuerdo al ciclo de trabajo, CT de 40% = 0.63
- Capacidad del conductor alimentador del grupo

De acuerdo a la carga, el uso y la duración de cada evento de soldadura, tenemos lo siguiente:

- Factor de demanda del grupo = 0.45 (por ser un sub-alimentador o circuito derivado)
- Factor de diversidad = 1.10 (por control de calidad)
- Por cientos de corriente según NOM.-001/2005, 630-11 (b): 100 % de dos máquinas. mayores, 85% para la tercera soldadora mayor, 70 % para la cuarta mayor, y 60 % para todas las restantes.

$$I_{\text{Cond}} = \frac{[100\%(52 \times 0.78)2\text{máqs} + 85\%(36 \times 0.63)]0.45}{1.10} = \frac{(81.12 + 19.27)0.45}{1.10} = 41.06 \text{ A}$$

c) Capacidad interruptor del grupo

Según 630-12, protección de sobre-corriente, inciso (b) para conductores

$$I < 200\% I_{\text{Primaria}}$$

$$I < 2.0 \times 41.06 = 82.13 \text{ A máxima capacidad según 630-12}$$

Capacidad comercial 3 P- 70 A (capacidad comercial próxima inferior)

d) Capacidad seccionador de seguridad en rack

$$I'_s = 1.15 [41.06] = 47.22 \text{ A, y una capacidad comercial de 3 P x 60 A}$$

$$\text{Listón fusible, } I_{\text{fu}} = 100\%(41.06) = 41.06 \text{ A y una capacidad comercial de 60 A}$$

e) Cálculo del calibre del alimentador o circuito derivado

$$\text{Corriente a transmitir, } I = 41.06 \text{ A}$$

- Calibre por corriente.-

De tabla 310-16, NOM 001/2005 a 30°C ambiente y 60° en el conductor; el calibre 4 AWG (21.1 5mm<sup>2</sup>), monopolar, tres conductores activos más tierra, con capacidad de 70 A, es adecuado.

- Calibre por caída de tensión

$$L = 28 \text{ m} \qquad S = \frac{2LI}{2E_n} = \frac{2 \times 41.06 \times 28}{2 \times 220} (1.732) = 9.05 \text{ mm}^2$$

$$e\% = 2\% \text{ (propuesto)} \quad \text{Cal \# 4 AWG con } 21.15 \text{ mm}^2 \text{ con } e\% = \frac{9.05}{21.15} (2) = 0.85 \%$$

- f) Coordinación con protección

- Termomagnético de 3 Polos-70 A
- Conductor cal # 4 AWG, aislamiento 60° C; tabla 310-16, 70 A a 30° ambiente.

70 A conductor = 70 A nominal interruptor

- g) Conclusiones:

- Usaremos conductor 4 AWG, unipolar, aislamiento tipo THW- 75° C, 3 conductores activos más tierra
- Interruptor termomagnético, en tablero de distribución TD2, 3 Polos- 70 A
- Interruptor de seguridad, en rack correspondiente, 3 Polos x 60 A
- Fusibles de 60 A, 10 kA, tipo “H”

#### 10.4 Grupo – 4, Área de soldadura

- a) Datos equipos:

Máquinas de soldar de arco, tipo transformador c. a.

Nos: MS-3; Marca Essab de 19.8 kVA (13.7 kW), Factor de potencia 0.69, 3f ases, 52 A, 220 V, y CT = 60 %

MS-4; Marca Miller, CP-300, de 13.7 kVA (12.3 kW), 3 fases, 36A, 220V y CT=40% (equipo: stand by)

MS-7; Marca Messer, 36 kVA´s, 3fases, 94A, 220V, y CT = 60%

MS-8; Marca Messer, 18.4 kVA´s (12 kW), 1fase, 84A, 220V, y CT = 60%, alta frecuencia

Nota: Las máquinas MS-7 y 8 operan con electrodo máximo de 3.96mm (5/32”) de diámetro con un valor de corriente secundaria de 180A, para evitar la socavación del material a soldar, por lo que refiriendo esta condición de trabajo a cada equipo, tenemos:

$$\text{MS-7, } \frac{180}{450} (94) = 0.4 (94) = 37.60\text{A primarios}$$

$$\text{MS-8, } \frac{180}{250} (84) = 0.72 (84) = 62.48\text{A primario}$$

$$\text{Factor operación promedio} = \frac{0.4 + 0.72}{2} = 0.56$$

b) Consideraciones técnicas, según Nom-001/ 2005, art. 639-11

- Factor de acuerdo al ciclo de trabajo, CT de 60% = 0.78
- Factor de acuerdo al ciclo de trabajo, CT de 40% = 0.63
- El equipo MS-8 se considera trifásico sólo para efecto de cálculos alimentador e interruptor.

c) Capacidad del conductor alimentador del grupo

De acuerdo a la carga, el uso y la duración de cada evento de punteado tenemos lo siguiente:

- Factor de demanda del grupo = 0.45 (por ser sub-alimentador)
- Factor de diversidad = 1.10 (por control de calidad)
- Por cientos de corriente según Nom.-001/2005, 630-11(b): 100% de dos máqs mayores, 85% para la tercera soldadora mayor, 70% para la cuarta mayor, y 60% para todas las restantes.

$$I_{\text{Cond}} = \frac{[100\%[(94)(0.78) + (84)(0.78)]0.56 + 85\%(52)(0.78)]0.45}{1.10} = \frac{(72.75 + 34.47)0.45}{1.10} = 43.86 \text{ A}$$

d) Capacidad interruptor del grupo

Según 630-12, protección de sobre-corriente, inciso (b) para conductores

$$I < 200\% I_{\text{Primaria}}$$

$$I < 2.0 \times 43.86 = 87.72\text{A máxima capacidad según 630-12}$$

Una capacidad comercial 3P- 70A (Se ajusta a la capacidad inmediata inferior)

e) Capacidad seccionador de seguridad en rack

$$I'_s = 1.15 [43.86] = 50.43\text{A, y una capacidad comercial de 3Px } 60^{\text{a}}$$

$$\text{Listón fusible, } I_{\text{fu}} = 100\% [50.43] = 50.43\text{A y una capacidad comercial de 60A}$$

f) Cálculo del calibre del alimentador o circuito derivado

Corriente a transmitir,  $I = 43.86A$

- Calibre por corriente.-

De tabla 310-16, Nom 001/2005 a 30°C ambiente y 60° en el conductor; el calibre 4AWG (21.15mm<sup>2</sup>), monopolar, tres conductores activos más tierra, con capacidad de 70A. Es adecuado.

- Calibre por caída de tensión

$$L = 35m \quad S = \frac{2LI}{2E_n} = \frac{2 \times 43.86 \times 35}{2 \times 220} (1.732) = 12.08mm^2$$

$e\% = 2\%$  (propuesto), Cal # 4 AWG con 21.15mm<sup>2</sup> > 12.08mm<sup>2</sup>. Con  $e\% = \frac{12.08}{21.15}$   
(2) = 1.144%

g) Coordinación con protección

- Termomagnético de 3Polos-70A.
- Conductor cal # 4AWG, aislamiento 60° C; tabla 310-16, 70A a 30° ambiente.

70 A conductor = 70A nominal interruptor.

h) Conclusiones:

- Usaremos conductor 4 AWG, unipolar, aislamiento tipo THW- 75° C, 3 conductores activos + tierra.
- Interruptor termomagnético, en tablero de distribución TD2, 3Polos- 70A
- Interruptor de seguridad, en rack correspondiente, 3Polos x 60A
- Fusibles de 60A, 10kA, tipo "H"

## 11.0 RELOCALIZACIÓN DE CARGA Y TABLERO DE SUBDISTRIBUCIÓN “A” (TALLER MECÁNICO)

### 11.1 Capacidad alimentador

a) Datos

Cuadro 12 Capacidad alimentador

Equipos	Potencia	Tensión	No. Fases	I <sub>pc</sub> (*)
	CP	Volts		A
Torno(futuro)	0.5	220	3	2.2
	3.0			9.6
Taladro de banco # 2	1.7	220	3	≈ 6.8
Esmeril	3.0	220	3	9.6
Fresadora	2.0	220	3	6.8
	0.125			0.38**

\*corriente según tabla 430-150 y \*\* valor calculado

Long. Alimentador = 40m

Canalización: Charola abierta y tubo conduit

Temp. ambiente : 30° C

e%: 2%(propuesto)

b) Capacidad alimentador

$$I = 1.25 (9.6) + 9.6 + 2 \times 6.8 + 2.2 + 0.38 = 37.78A$$

c) Factor de demanda y diversidad

$$f_{dem} = 0.7$$

$$f_{div} = 1.0$$

d) Corriente a transmitir

$$I' = 0.7 \times 37.78 = 26.44A$$

e) Calibre alimentador

Por corriente.- De tabla 310-16, tres conductores activos más tierra, a 30° C ambiente y 60° C en el conductor tenemos: Cal # 8 AWG (8.367mm<sup>2</sup>), tipo TW conducen 40A > 26.44A, cal # 8AWG es adecuado

$$\text{Por caída de tensión} \quad S = \frac{2IL}{e\% E_n} 1.732 = \frac{2 \times 22.7 \times 40}{2 \times 220} 1.732 = 7.14 \text{mm}^2$$

8.367mm<sup>2</sup> > 7.14mm<sup>2</sup>, el calibre es adecuado

## 11.2 Capacidad interruptor sub-general, tipo termomagnético

a) Valor de la corriente del dispositivo, según NOM.

$$I = 2.5 (9.6) + 9.6 + 2 \times 6.8 + 2.2 + 0.38 = 48.28A$$

b) Factor de demanda y diversidad

$$f_{\text{dem}} = 0.6$$

$$f_{\text{div}} = 1.0$$

c) Factor de corrección por operación continua del dispositivo

$$f_{\text{op}} = 1.25$$

$$\text{Corriente corregida, } I' = 0.6 (1.0) 1.25 (48.28) = 36.21A$$

d) Capacidad comercial: 3 polos- 40A

e) Coordinación con protección

- Termomagnético de 3Polos-40A.
- Conductor cal # 8AWG, aislamiento 60° C; tabla 310-16, 40A a 30° C ambiente.

$$40 A = 40 A$$

f) Condición de rotor bloqueado, motores diseño B, C y D; tabla 430-151B y art.430.52  
Consideraciones:

- Motor con letra de código B, C y D. Y arranque en vacío
- Capacidad de soporte durante el arranque
- Con interruptor termomagnético, ---300% ( $I_{\text{Nom}}$  del dispositivo)

Cálculos:

$$I'_{\text{RB}} = I_{\text{RB}} (\text{Motor mayor}) + \sum I_{\text{PC}} (\text{Resto de motores})$$

$$= 64 + 9.6 + 2 \times 6.8 + 2.2 + 0.38 = 89.78A \rightarrow 90A$$

De d) tenemos que la capacidad seleccionada es de: 40A y

$$I \text{ interruptor termomagnético} = 300\% (I_{\text{Nom}} \text{ Dispositivo})$$

$I = 3.0 \times 40 = 120 A$ ;  $120 A > 90A$ . El interruptor de 3Polos – 40A es adecuado

### 11.3 Conclusiones

Alimentador Cal # 8AWG, multiconductor de 4x8AWG, tres conductores activos más tierra, aislamiento tipo THW-75° C.

Interruptor sub-general para alimentar tablero de subdistribución “A” para montar tablero TD1, 3 polos- 40A, termomagnético, 240V, 10kA de corto circuito, tipo FAL 32040, marca Square ‘D

## 12 ANÁLISIS DEL FACTOR DE POTENCIA

### 12.1 Antecedentes

La instalación eléctrica dispone de compensación de reactivos por medio de dos bancos de capacitores trifásicos de 7.5 y 10 kVAr conectados a los tableros TD1 y TD2 respectivamente, y energizados continuamente. Esta condición ha permitido mantener los consumos con factor de potencia cercano al unitario con bonificación por parte de la Cía. suministradora; sin embargo, durante las horas de baja carga la tensión es mayor a los 220V. nominales, lo cual puede afectar los equipos, luminarias u otras cargas que operen en estos periodos.

### 12.2 Potencia reactiva total requerida

De acuerdo al recibo de consumos mayo-julio/2005 de Compañía de Luz y Fuerza del Centro tenemos lo siguiente:

- kWh = 4740
- Kvar = 540
- Demanda máx. = 26 kW
- Factor de pot. = 0.993
  
- ángulo es  $\Phi = \arccos 0.993 = 6.49^\circ$ 
  - a) La potencia total tomada del sistema es:  $kVAr = 26 \times \tan 6.49^\circ = 26 \times 0.1137 = 2.957$  kVAr.
  - b) Potencia reactiva de compensación por bancos capacitares:  $kVAr_{Bcos} = 10 + 7.5 = 17.5$  kVAr.
  - c) Potencia reactiva total requerida para operar a 26 kW de demanda:  $kVAr_T = 2.957 + 17.5 = 20.457$  kVAr

Factor de potencia en el pico de demanda es:

$$\delta = \arctan \frac{20.457}{26} = 38.19^\circ$$

$$\cos \delta = 0.785$$

d) Compensando reactivos con banco de 10 kVAr

$$\sum \text{kVAr} = 20.457 - 10 = 10.457 \text{ kVAr}$$

$$\beta = \text{arc tg } \frac{10.457}{26} = 21.90^\circ$$

Donde  $\cos 21.90^\circ = 0.927$  y  $0.927 > 0.90$  valor limite para no causar multa

### 12.3 Conclusión

Se recomienda conectar de manera permanente el banco de 10 kVAr y tener el de 7.5 kVAr en condición de reserva mientras la demanda máxima no se incremente arriba de 27 kW (demanda contratada).

## 13 PUESTA A TIERRA DE CIRCUITOS Y SISTEMA ELÉCTRICO

La primera función de un electrodo de tierras es la protección de las personas, por lo que es indispensable el conectar las partes metálicas expuestas del equipo eléctrico en general, máquinas herramientas, máquinas de soldar y herramienta eléctrica portátil; así como, tubería conduit, charolas, etc. Para evitar riesgos al personal por contacto indirecto, cuando ocurre una falla de aislamiento.

Prácticamente fallas de aislamiento en alimentadores y en los equipos eléctricos, hay que convertirlas en fallas francas de fase a tierra asegurando que la tensión de contacto no exceda valores de voltaje convencionales por un tiempo estipulado: 37 V, NEC sin especificar condición; secas o húmedas (50 V en condiciones de ambiente seco y 25 V en situaciones mojadas durante 5 s Según IEC 60634)

Otra función importante de este sistema, es también reducir el efecto de los disturbios externos a las instalaciones como son sobre-tensiones debidas a las descargas atmosféricas o por contacto entre el devanado primario y secundario de un transformador o con una línea aérea de alta tensión.

Las partes conductoras simultáneamente accesibles deben de interconectarse y conectarse al puente equipotencial principal, el aterrizaje de todas estas partes expuestas de las cargas forman un “sistema en estrella” con una distribución en árbol de los conductores de protección (PE) que se encuentran instalados junto con los mismos cables de alimentación a dichas cargas.

De acuerdo a lo especificado en la Nom.- 001/2005, Art. 250 para sistemas de baja tensión, donde es posible tal situación, el sistema eléctrico está sólidamente aterrizado para: limitar la tensión a tierra durante la operación normal, prever tensiones excesivas



por descargas atmosféricas y sobre-tensiones por contacto accidental con líneas de alta tensión.

Los conductores de puesta a tierra de los equipos y canalizaciones son conectados al conductor de tierras del sistema equipotencial y prevén, en cada caso, la trayectoria más baja de impedancia para la corriente de falla, al instalarse junto con los conductores activos de cada circuito.

Los gabinetes de tableros, seccionadores, bastidores, luminarias, contactos monofásicos y trifásicos, cuarto eléctrico, etc. cuentan con conexión permanente al electrodo de tierras a través de un conductor de tierras de acuerdo a la capacidad del interruptor o fusible que protege cada circuito en acuerdo a la tabla 250-95 de la Nom.

El sistema de distribución de fuerza corresponde al designado como sistema trifásico de cuatro hilos (3fases, 4hilos) donde el cuarto hilo es el de conexión a tierra y neutro por ser una carga balanceada, y para cargas monofásicas se ha dispuesto un conductor adicional desnudo, con el cual además se conecta al potencial de tierras todas las cubiertas metálicas, una descripción detallada al respecto es la siguiente:

El sistema de alumbrado y contactos monofásicos corresponde a un sistema de 3 hilos (fase, neutro y tierra de seguridad) donde el 3 hilo desnudo, es el de conexión a tierra, asegurando la continuidad de puesta a tierra de los gabinetes de luminarias y polarización de los contactos dúplex a 127 V, donde la tubería conduit es no metálica (PVC); para la parte industrial con tubería conduit metálica, ésta constituye el medio de retorno a la fuente.

La conexión a tierra del equipo móvil, se realiza a través del sistema “hembra-macho” de cada clavija de 4polos-50A. Y el cuarto hilo del cable de extensión con que se alimenta cada equipo.

La conexión a tierra de los equipos portátiles, se realiza por medio del “contacto polarizado-clavija polarizada” de cada contacto dúplex. Además de que cada herramienta de mano, como seguridad adicional, es del tipo denominadas: de doble aislamiento.

### **13.1 Descripción general de puesta a tierra de equipos y canalizaciones conduit**

El calibre de los conductores del neutro (puesto a tierra) es: 1/0 AWG, cobre, aislamiento tipo THW-75°C el hilo de conexión a tierra es de acuerdo a lo prescrito en la tabla 250-95. Cal 4 AWG, cobre desnudo y para la instalación de alumbrado y contactos monofásicos, es cal. 14AWG desnudo.

El electrodo de tierras está integrado de un arreglo de electrodos copperweld, uno de cuatro electrodos en los vértices de un cuadro, hincadas en el terreno natural e interconectados entre sí por medio de cable de cobre cal. #1/0 AWG. El arreglo está localizado al pie de la estructura de concreto de la subestación tipo poste. La representación esquemática se muestra en la fig. “A”

### 13.2 Cálculo de calibre de los conductores de puesta a tierra

Para la verificación del calibre de los conductores de puesta a tierra de equipo, se han considerado dos situaciones, que por la longitud del alimentador son los casos más críticos:

a) Alimentador a la roladora Heisteel

- Datos.
- $L = 45\text{m}$
- Cal # 4AWG para conductores vivos y conductor de puesta a tierra (PE, según IEC), cu, THW-75<sup>0</sup>C
- Tensión operación equipo = 220V, 3fases
- Protección circuito = 3P- 70A (termomagnético)
- $\rho = 0.01785 \Omega\text{-M/mm}^2$  a 25<sup>0</sup> C
- $r = 0.308 \Omega/1000\text{pies}$  a 75<sup>0</sup>C en el conductor
- $S_{\text{fases}} = 21.15\text{mm}^2$  (cal. # 4AWG)
- $S_{\text{tierra (PE)}} = 21.15\text{mm}^2$  (cal. # 4AWG)

De acuerdo con IEC.-

$R_{\text{ad}} = \rho \frac{L}{S_{\text{fases}}} [1+m]$  y  $m = \frac{S_{\text{fases}}}{S_{\text{tierra(PE)}}} = 1$  ----- (1) y (2) resistencia de la trayectoria de retorno falla

$$V_{\text{contacto}} = 0.8V_n \left[ \frac{m}{1+m} \right] \text{----- (3) tensión de contacto}$$

$$I_{\text{falla}} = \frac{0.8(V_n)}{R_{\text{ad}}} \text{----- (4) corriente de falla}$$

$$\rho_2 = \rho_1 [1 + \alpha_1 (T_2 - T_1)] \text{----- (5)}$$

$$r_2 = r_1 [1 + \alpha_1 (T_2 - T_1)] \text{----- (6)}$$

$$\alpha_T^0 = \frac{1}{234.5 + T^0} \text{----- (7)}$$

Sustituyendo valores, así como, corrigiendo a 35°C como temperatura media de los conductores y ejecutando operaciones

De ecuación 6 y 7.-  $\rho_{35}^0 = 0.01785 [1 + 3.853 \times 10^{-3} (35 - 25)] = 0.01853 \Omega\text{-M/mm}^2$  a 35<sup>0</sup> C

De ecuación 1 y 2.-  $R_{\text{abcd}} = 0.01853 \times 2 \frac{45}{21.14} = 0.07885 \Omega$

De ecuación 3.-  $V_{\text{contacto}} = 50.86 \text{ V} \approx 50 \text{ V}$  para ambiente seco, según IEC

De ecuación 4.-  $I_{\text{falla}} = 1288.72 \text{ A}$

Con un número de veces la capacidad nominal de  $= \frac{1288.72}{70} = 18.41$  para disparar el interruptor.  
El calibre del conductor de tierras (PE) es adecuado.

De acuerdo con NEC.-

- $L = 45 \text{ m} = 147.6 \text{ pies}$
- $r = 0.308 \text{ } \Omega / 1000 \text{ pies}$  a  $75^{\circ}\text{C}$  en el conductor
- $S_{\text{tierra (PE)}} = 21.15 \text{ mm}^2$  (cal. # 4AWG)
- $I_{\text{st}} = 988 \text{ A}$  a 5 segundos, con  $42.25 \text{ CM/A}$

Sustituyendo valores, así como, corrigiendo a  $35^{\circ}\text{C}$  como temperatura media de los conductores y ejecutando operaciones

De ecuación 6.-  $R_{35^{\circ}\text{C}} = 0.0308 [1 + 0.00323 (35 - 75)] = 0.0268 \text{ } \Omega / 100 \text{ pies}$

$$R_{\text{pe}} = \left[ \frac{147}{100} \right] 0.0268 = 0.03939 \text{ } \Omega$$

Por ley de Ohm la tensión en bornes del interruptor por circulación de la corriente de tiempo corto (o de falla), será:

$$V_{\text{bornes}} = V_{\text{neutro}} - V_{\text{tiempo corto}}$$

$$V_{\text{bornes}} = \frac{220}{\sqrt{3}} - I_{\text{st}} (R_{\text{pe}}) = 127.02 - 988(0.03939) = 127.02 - 38.92 = 88.10 \text{ V}$$

$$V_{\text{tiempo corto}} = 38.92 \text{ V} < 40 \text{ V}$$

Verificación de la corriente de falla

$$I_{\text{falla}} = \frac{(127.02 - 38.92)30.5}{2(0.0268)45} = 1114.04 \text{ A}$$

Y con un número de veces la capacidad nominal de  $= \frac{1114}{70} = 15.91$  para disparar el interruptor.

El calibre del conductor es adecuado, no requiriendo el incrementar la sección transversal para la longitud del alimentador 45m (147.6 pies)

b) Alimentador al compresor aire Co-1

- Datos.
- L= 45m
- Cal # 10 AWG para conductores vivos y conductor de puesta a tierra (PE, según IEC), cu, THW-75<sup>0</sup>C
- Tensión operación equipo = 220V, 3fases
- Protección circuito = 3P- 30A (termomagnético)
- $\rho = 0.01785 \Omega\text{-M/mm}^2$  a 25<sup>0</sup> C
- $r = 1.24 \Omega/1000\text{pies}$  a 75<sup>0</sup>C en el conductor
- $S_{\text{fases}} = 5.26\text{mm}^2$  (cal. # 10AWG)
- $S_{\text{tierra (PE)}} = 5.26\text{mm}^2$  (cal. # 10AWG)

Sustituyendo valores, así como, corrigiendo a 35<sup>0</sup>C como temperatura media de los conductores y ejecutando operaciones

De ecuación 6 y 7.-  $\rho_{35}^0 = 0.01785 [1+3.853 \times 10^{-3}(35-25)] = 0.01853 \Omega\text{-M/mm}^2$  a 35<sup>0</sup> C

De ecuación 1 y 2.-  $R_{\text{abcd}} = 0.01853 \times 2 \left( \frac{45}{5.26} \right) = 0.3170 \Omega$

De ecuación 3.-  $V_{\text{contacto}} = 50.86 \text{ V} \approx 50 \text{ V}$  para ambiente seco, según IEC

De ecuación 4.-  $I_{\text{falla}} = 320.5\text{A}$

Con un número de veces la capacidad nominal de  $= \frac{320.5}{30} = 10.66$  para disparar el interruptor. El calibre del conductor de tierras (PE) es adecuado.

De acuerdo con NEC.-

$L = 45\text{m} = 147.6 \text{ pies}$

$r = 1.24 \Omega/1000\text{pies}$  a 75<sup>0</sup>C en el conductor

$S_{\text{tierra (PE)}} = 5.26\text{mm}^2$  (cal. # 10AWG)

$I_{\text{st}} = 246\text{A}$  a 5segundos, con 42.25 CM/A

Sustituyendo valores, así como, corrigiendo a 35<sup>0</sup>C como temperatura media de los conductores y ejecutando operaciones

De ecuación 6.-  $R_{35^{\circ}\text{C}} = 1.24 \times 10^{-3} [1+0.00323 (35-75)] = 1.0797 \Omega/1000\text{pies}$

$R_{\text{pe}} = \left[ \frac{45}{305} \right] 1.0797 = 0.1593\Omega$

Por ley de Ohm la tensión en bornes del interruptor por circulación de la corriente de tiempo corto (o de falla), será:

$$V_{\text{bornes}} = V_{\text{neutro}} - V_{\text{tiempo corto}}$$

$$V_{\text{bornes}} = \frac{220}{\sqrt{3}} - I_{\text{st}}(R_{\text{pe}}) = 127.02 - 246(0.1593) = 127.02 - 39.18 = V$$

$$V_{\text{tiempo corto}} = 39.18 \text{ V} < 40 \text{ V}$$

Verificación de la corriente de falla

$$I_{\text{falla}} = \frac{120.02 - 39.18}{2(0.1593)} = 253.75 \text{ A}$$

Con un número de veces la capacidad nominal de  $= \frac{253.73}{30} = 8.45$  para disparar el interruptor.

El calibre del conductor es adecuado, no requiriendo el incrementar la sección transversal para la longitud del alimentador 45 m (147.6 pies)

### 13.3 Sistema equipotencial de puesta a tierra

Este sistema está formado de: cuatro electrodos copperweld hincadas en el área de la subestación tipo poste e interconectadas con cable de cobre desnudo cal # 1/0 awg, temple semiduro.

A este electrodo equipotencial principal se interconectan:

- El neutro (y tanque del transformador) de la subestación, con una conexión sólidamente a tierra.
- La conexión a tierra de los aparta-rrayos, crucetas, base soporte del transformador y elementos metálicos montados en la parte superior del poste que integran la subestación.
- Conexión a tierra de equipos y gabinete de medición de CL y F.
- Conexión de los conductores de puenteo principal (conductor principal a tierra de equipos y canalizaciones) de cada alimentador a los tableros de distribución, seccionador principal, estructura del cuarto eléctrico, canalizaciones conduit, charola y las partes metálicas no conductoras de electricidad que integran las máquinas herramientas y de soldar, así como las herramientas portátiles.
- El cuarto hilo o conductor de conexión a tierras (Pe), será identificado con “tierra” en ambos extremos de cada circuito, rematando en cada barra de tierras o neutro de cada tablero y a la parte metálica del gabinete.
- Es sistema equipotencial, en forma esquemática, se muestra en la figura “A”, y el arreglo físico de los electrodos junto con el cable desnudo de interconexión están indicados en el detalle 2 del plano correspondiente de la subestación eléctrica tipo poste.

### 13.4 Cálculo del electrodo de puesta a tierra

El concepto general y cálculo del electrodo de puesta a tierra está referido a la Norma 142-1991 de la IEEE (Libro Verde, Grounding of Industrial and Comercial Buildings)

Datos:

- Resistividad del terreno = 15000  $\Omega$ - cm
- Longitud varilla copperweld, L = (10 pies), 3.05m
- Diámetro varilla copperweld = (5/8"), 1.6cm; y radio, a = 0.8 cm
- Separación entre hincado entre electrodos, S >L, S = 350cm
- Tabla 13, para fórmulas: para una varilla,  $R_V = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \frac{L_n 4L}{a} - 1 \right) \dots \Omega$

$$\text{Para un anillo, } R_A = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \left( L_n \frac{8D}{d} + L_n \frac{4D}{s} \right) \dots \Omega$$

- F<sub>acoplamiento</sub> = 1.36 varillas (tabla 9)
- N<sub>electrodos en paralelo</sub> = 4 pzas. (con S = L)

$\frac{D}{2} = \sqrt[4]{a(S^3)\sqrt{2}} \therefore D = 2(0.8349) = 1.6698\text{m} = 167.0\text{cm}$ , (diámetro anillo equivalente arreglo 4 varillas)

- d = 0.8252cm, diámetro cable 1/0AWG, cu desnudo, temple semi-suave
- s = 100cm, donde la profundidad de instalación anillo, h =  $\frac{s}{2} = 50\text{cm}$
- El valor de la resistencia del electrodo de tierras, se debe de confirmar con la medición en campo mediante el método Wenner u otro adecuado.

a) Cálculo sistema de electrodos múltiples

$$R_{V \text{ paralelo}} = \frac{15000}{2 \times 3.14 \times 305} \left( L_n \frac{(4 \times 305)}{0.8} - 1 \right) = 7.82 (7.32 - 1) = 49.5 \Omega$$

Por el hincado de cuatro electrodos de idénticas características con una separación entre ellos de s = L la resistencia total del electrodo de puesta a tierra será:

$$R_{V \text{ paralelo}} = \frac{R_{\text{electrodo}}}{N_{\text{electrodos}}} (F_{\text{acoplamiento}}) = \frac{49.5}{4} (1.36) = 16.8 \Omega$$

b) Cálculo sistema anillo

$$R_A = \frac{15000}{2(3.14^2)167} \left( L_n \frac{8 \times 167.0}{0.825} + L_n \frac{4 \times 167.0}{100} \right) = 4.55 (7.38 + 1.89) = 42.18 \Omega$$

c) Resistencia equivalente de los sistemas.-

$$\sum R \approx \frac{R_V \times R_A}{R_V + R_A} = \frac{16.8 \times 42.18}{16.8 + 42.18} \approx 12.01 \Omega$$

El valor aproximado equivalente por cálculo de  $\sum R = 12.01 \Omega \ll 25 \Omega$ , que especifica la Nom-001, como máximo para electrodo artificial.

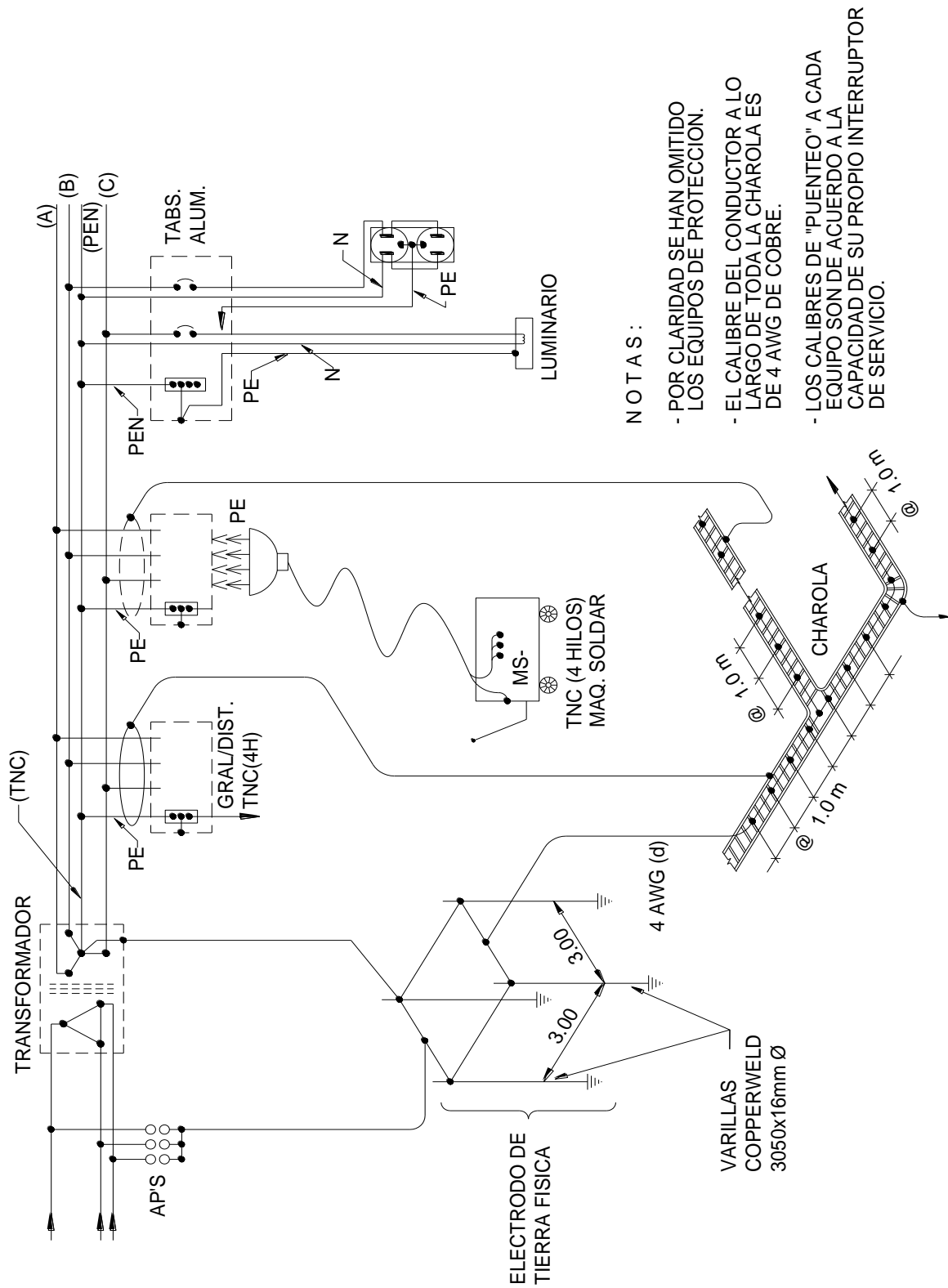
La resistencia del electrodo de tierras es aceptable para el propósito de la seguridad del personal y las instalaciones en general.

Durante la instalación del electrodo de tierras se tratará el terreno con aditivo “GEM o GAP” para mejorar las condiciones de resistencia del electrodo.

El valor final de resistencia del electrodo de tierras, será el obtenido por medición en campo y a partir del resultado se definirá la opción instalando contra-antenas.

Se recomienda realizar una medición de la resistencia del electrodo (sistema) una vez por año; así como, en temporada de calor extremo (secas) humedecer el terreno donde se encuentran hincadas las varillas y el anillo.

Esquema del sistema equipotencial, figura "A"



NOTAS:

- POR CLARIDAD SE HAN OMITIDO LOS EQUIPOS DE PROTECCION.
- EL CALIBRE DEL CONDUCTOR A LO LARGO DE TODA LA CHAROLA ES DE 4 AWG DE COBRE.
- LOS CALIBRES DE "PUENTE" A CADA EQUIPO SON DE ACUERDO A LA CAPACIDAD DE SU PROPIO INTERRUPTOR DE SERVICIO.



## 14 ANEXOS

Recibo de consumo de energía del 11 mayo 2005 al 11 de julio 2005 de C. y L. F.

Gráfica-34, Manual de Cables de Energía, Condumex, corrientes de corto circuito permisibles cables aislados.

Figura - 4.43, Manual de sistemas de potencia industrial, Donald Beeman (Efecto aprox. de la carga inicial consistente de motores plenamente cargados)

Figura - 4.44, Manual de sistemas de potencia industrial, Donald Beeman (Tensión secundaria en el transformador).

Planos de proyecto:

Instalación eléctrica de alumbrado y contactos monofásicos, plano No. IEAO-1

Instalación eléctrica de fuerza a 220 V, 3fases, 4hilos, plano No IEFZ-1

Subestación principal, tipo poste, 75 kVAs, 23000/220-127V, 3fases, 60cps, plano No IESE-1

Diagrama unificar general, plano No IEDU-1

**NO es parte de esta memoria. Solo referencia del cálculo anterior con interruptor general de fusibles**

d) Tiempo de fusión del listón fusible tipo “H”; interruptor general de 3 x 400 A y fusibles de 200 A.

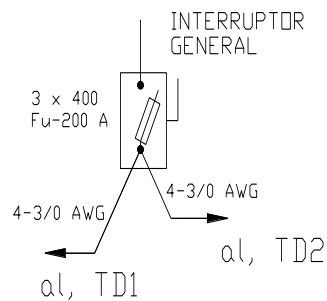
De: 8.06 (d), pág. 25, 26 y Diagrama Unifilar General, Plano IEDU – 1.

De acuerdo a las características corriente-tiempo para los fusibles tipo H, con 20 veces el valor nominal para fundir el elemento (abrir) en 1seg, y un elemento fusible de 200 A tenemos:

$$I^2t = [20 (200)]^2 \times 1 = 16.0 \times 10^6 \text{ A}^2 \text{ a 1seg}$$

De 7.0 cálculo de corto-circuito, pag. 9

$$I_{cc\infty} = 6165.0 \text{ A}$$



Tiempo de fusión del listón fusible: 200 A, tipo H, 250V, con el valor de  $I_{cc\infty}$

$$T_x = \frac{16.0 \times 10^6}{61625} = 0.4209 \text{ seg (25.25 ciclos)}$$

La coordinación de capacidad térmica del aislamiento del cable con el tiempo de libranza de la falla (fusión listón fusible) es adecuada:

$$T_{\text{cable}} \gg T_x, \quad 1.0 \text{ seg.} > 0.4209 \text{ seg.}$$

e) Conclusión

La capacidad térmica del cable aislado durante 1 seg. (60ciclos) es mayor al nivel de corriente de corto circuito durante el lapso de fusión fusible (0.4209 seg.).

8881 A > 6672A y cal # 3/0 AWG, tipo THW-75° es adecuado para ambos alimentadores a tableros TD1 y TD2.

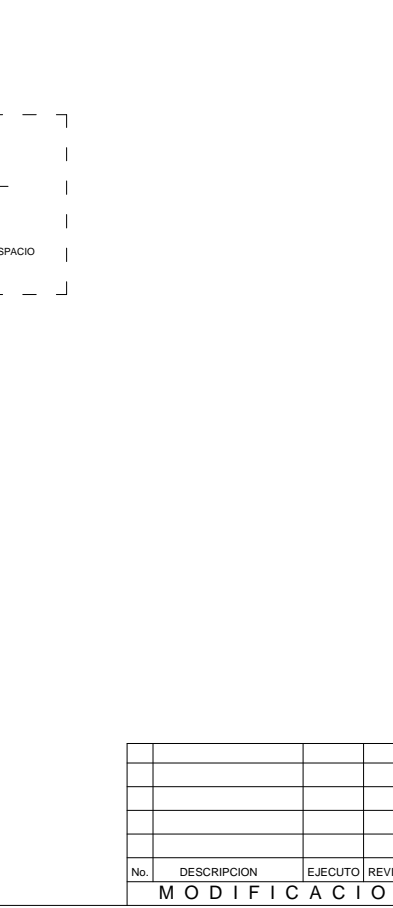
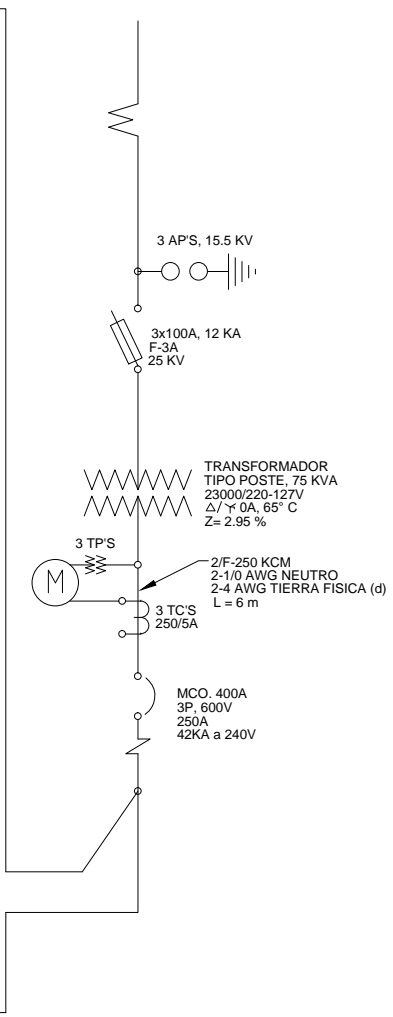
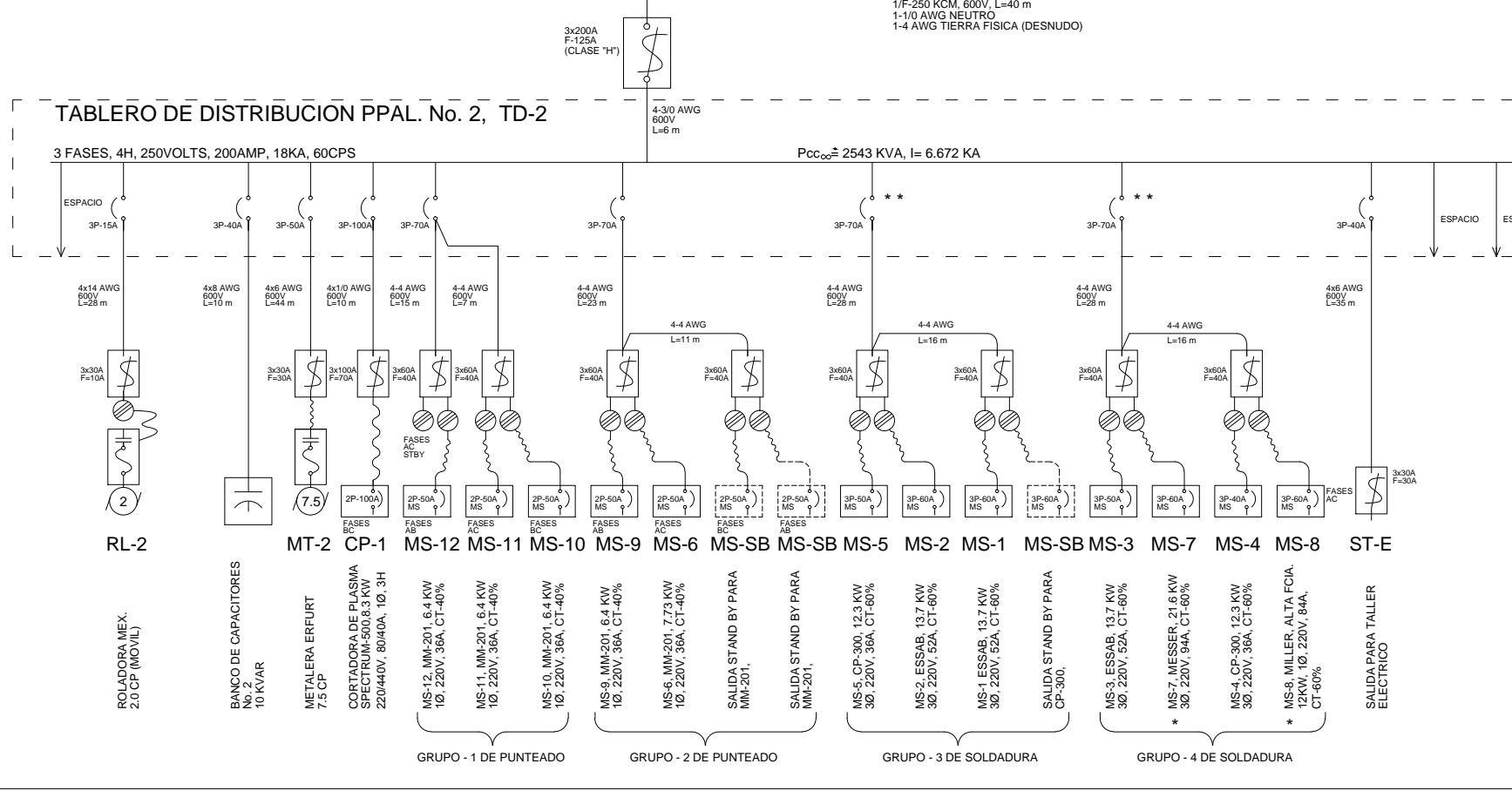
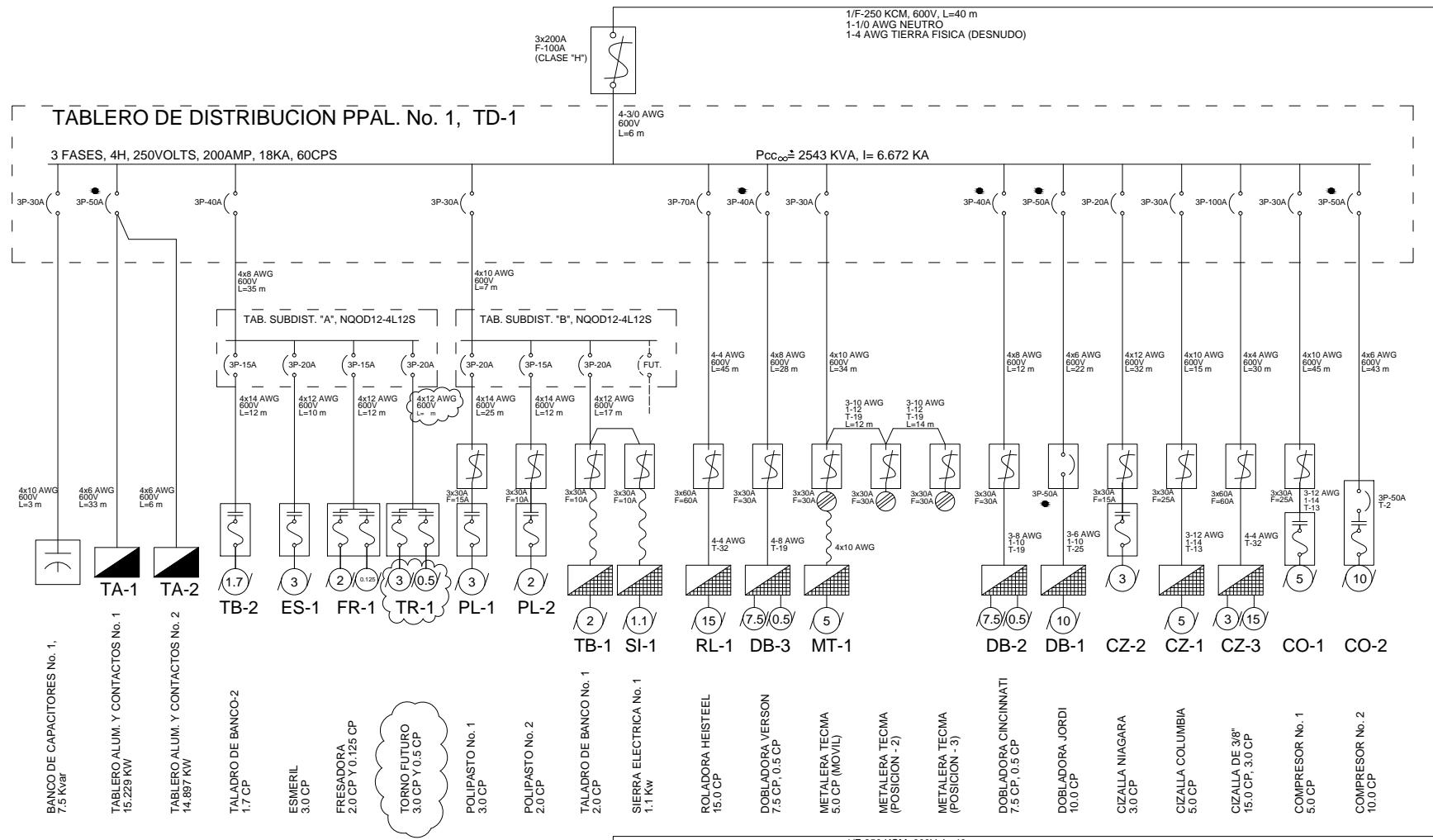
## **15 BIBLIOGRAFIA**

NOM – 001 – SEMP – 1994

Norma Oficial Mexicana  
Tercera reimpresión – 1997  
Instituto Politécnico Nacional  
Dirección de Publicaciones y Materiales Educativos.

Código Eléctrico Nacional 1996

Industrial Power System Handbook, by  
Donald Beeman,  
Publisher: mcgraw – Hill  
1955, OCLC



SIMBOLOS CONVENCIONALES	
	ACOMETIDA
	EQUIPO DE MEDICION, INCLUIDOS TP'S Y TC'S (POR C. L. Y F. DEL CENTRO)
	APARTARRAYOS
	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION
	SECCIONADOR DE FUSIBLES A. T.
	INTERRUPTOR DE SEGURIDAD DE FUSIBLES 3 (NRO POLOS) X (CAPACIDAD EN AMP) F-30A, LISTON FUSIBLE - AMPERES
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 3(NRO POLOS) - (CAPACIDAD EN AMP.)
	ARRANCADOR MAGNETICO (MONTAJE SOBRE MURO)
	ARRANCADOR MAGNETICO (MONTAJE SOBRE PROPIO EQUIPO) * MOTOR DE INDUCCION, INDICA POTENCIA EN C. P.
	RACK DE INTERRUPTOR DE SEGURIDAD (FUSIBLES) Y CONTACTOS TRIFASICOS PARA MAQUINAS DE SOLDAR.
	TABLERO DE CONTROL DE LA MAQUINA HERRAMIENTA * MOTORES DE INDUCCION, INDICA POTENCIA EN C. P.
	SALIDA CON INTERRUPTOR DE SEGURIDAD Y CONTACTO TRIFASICO PARA MAQUINAS HERRAMIENTAS MOVILES
	MAQUINA DE SOLDAR
	SISTEMA DE CONTACTO - CLAVIJA DE EQUIPO MOVIL
	4X6 AWG MULTICONDUCTOR DE 4 HILOS, CAL. 6 AWG
	4-4 AWG 4 CONDUCTORES MONOPOLARES CAL. 4 AWG
	FUTURO POR DEFINIR

NOTAS GENERALES

- EN GENERAL LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS DEPENDIENDO DE CADA REQUERIMIENTO Y ETAPA DE FABRICACION SE EMPLEAN UNA MAQUINA DE LOS TIPOS DISPONIBLES EN EL MERCADO (SOLDADORA, CIZALLA, SIERRA, ETC.) GARANTANDO EL RESTO DE SU GRUPO EN CONDICIONES DE MAQUINA DE RESERVA PARA CUALQUIER REQUERIMIENTO DE CAPACIDAD DE FABRICACION.

- EN GENERAL LAS MAQUINAS DE SOLDAR Y CORTE DEPENDIENDO DE CADA REQUERIMIENTO Y ETAPA DE FABRICACION SE EMPLEAN UNA DE CADA GRUPO (BRANCO) DISPONIBLE, QUEDANDO EL RESTO DE MAQUINAS DE RESERVA.

(\*) ESTOS EQUIPOS POR EL PROCESO, OPERAN MAXIMO CON ELECTRICIDAD DE 500 V.

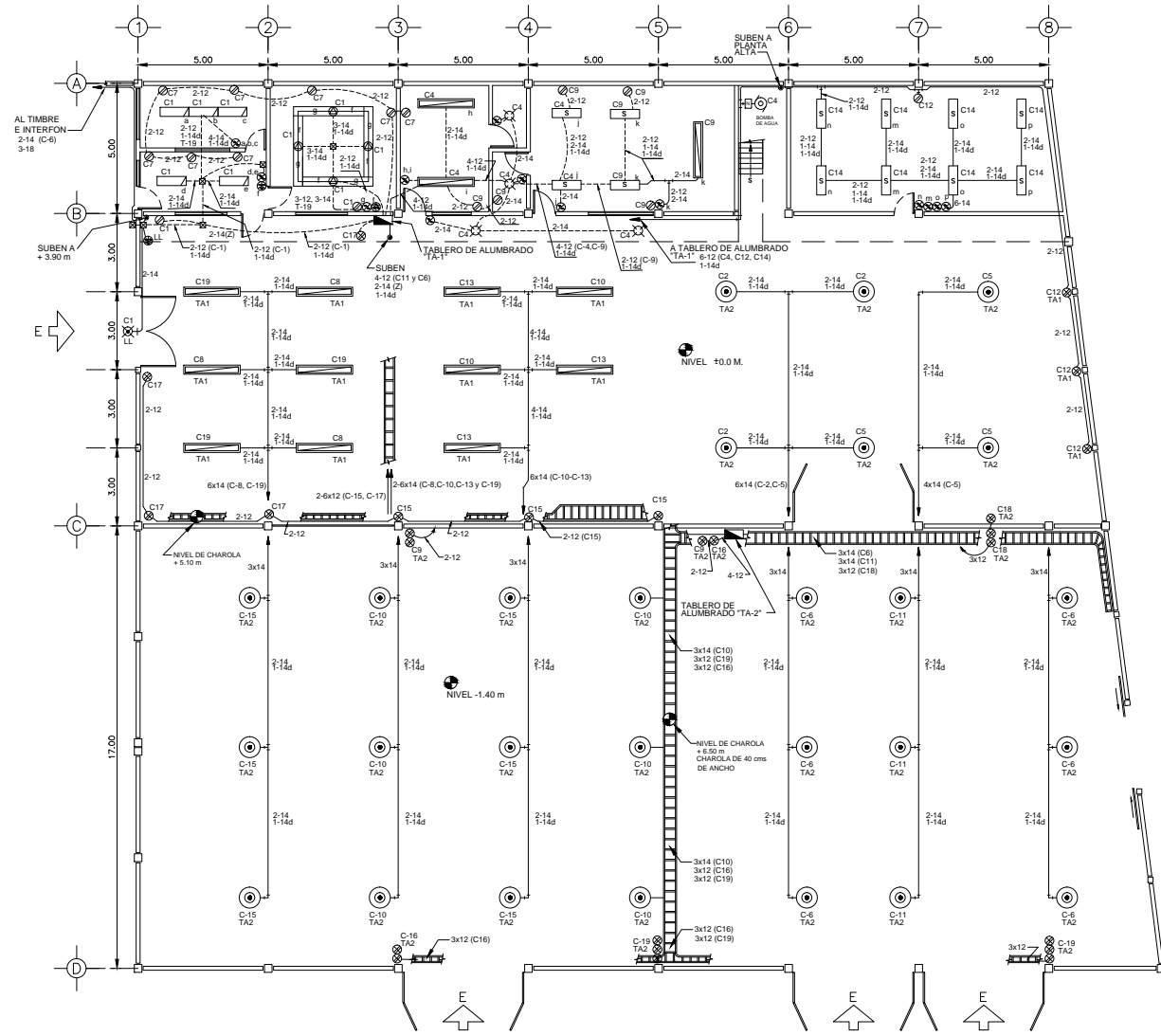
PLANOS DE REFERENCIA	
INSTALACION ELECTRICA DE FUERZA	IFEZ-1
INSTALACION ELECTRICA DE ALUMBRADO Y CONTACTOS	IEAG-1
SUBESTACION ELECTRICA 250/21 KV	ISEE-1

JESSA MONTAJES E INSTALACIONES ELECTROMECANICAS, S. A. DE C. V.	
CLIENTE JESSA MONTAJES TALLER DE FABRICACION	TITULO INSTALACION ELECTRICA DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL
Ubicacion CARRETERA FEDERAL CONEJOS ATOTONILCO KM. 4, ATOTONILCO DE TULA, HIDALGO C. P. 42980	Fecha 15 / OCT. / 2008
Proyecto D. MIRANDA F.	Aprobado J. SANCHEZ L.
Revisado J. SANCHEZ L.	Dibujado B. ROMERO R.
Escala SIN ESCALA	
Revision SIN ACOTACION	
Fecha 15 / OCT. / 2008	

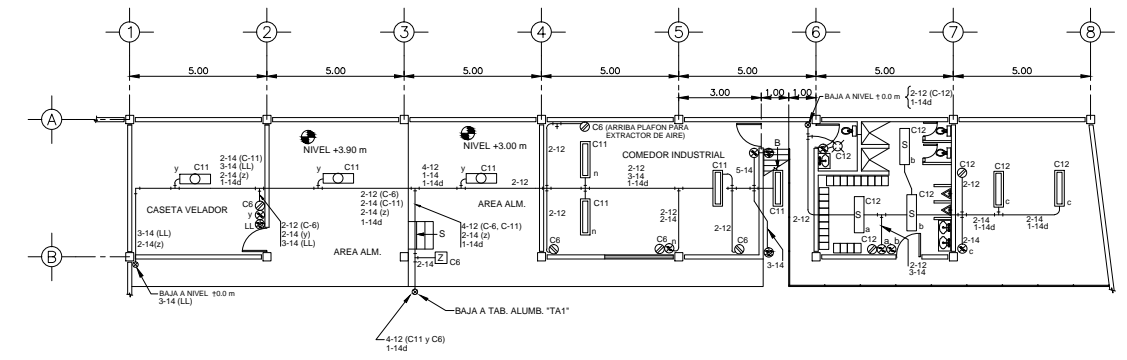
No.	DESCRIPCION	EJECUTOR	REVISOR	APROBADO	FECHA
MODIFICACIONES					

IEDU-1

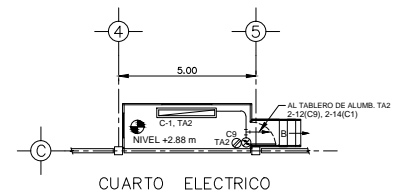
A



PLANTAS, NIVEL ±0.00 Y -1.40 m  
ESC. 1:100, ACOOT. m



INSTALACION DE ALUMBRADO Y CONTACTOS, NIVELES +2.88, +3.00 Y +3.90 m  
ESC. 1:100, ACOOT. m



CUARTO ELECTRICO

TABLERO DE ALUMBRADO "TA1", TIPO NQ024-4AB, SQUARE'D

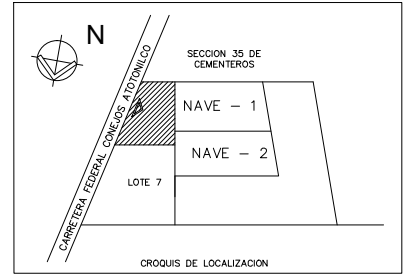
CIRCUITO No.	LUMINARIO				WATT'S POR CTO.	PROTECCION	F A S E S								
	2x36W/96W	1x36W/48W	2x36W/72W	2x36W/72W			A	B	C						
C1	5				180	IP-15									
C2	RESERVA														
C3	2		2		373	IP-15									
C4	RESERVA														
C5	RESERVA														
C6					1025	IP-15									
C7					1600	IP-20									
C8			3		576	IP-15									
C9	2		1		1384	IP-20									
C10			2		384	IP-15									
C11		3	4		528	IP-15									
C12	3		2		1860	IP-20									
C13			3		576	IP-15									
C14	8				768	IP-15									
C15					1200	IP-20									
C16	INT. GRAL.														
C17	INT. GRAL.				1600	IP-20									
C18	INT. GRAL.				576	IP-15									
C19	INT. GRAL.														
C20	INT. GRAL.														
TOTALES	5	15	3	6	14	8	1	5	18	10	1	15229	5077.5	5138.5	5013

DESBALANCEO = 2.50 %

TABLERO DE ALUMBRADO "TA2", TIPO NQ024-4L, SQUARE'D

CIRCUITO No.	LUMINARIO				WATT'S POR CTO.	PROTECCION	F A S E S								
	250W/4 375W	2x76W/192W	200W	400W			A	B	C						
C1	1				192	IP-15									
C2	3				945	IP-15									
C3	RESERVA														
C4	3				945	IP-15									
C5	6				1890	IP-15									
C6					1400	IP-20									
C7			1	3	1890	IP-15									
C8	6				945	IP-15									
C9	3				945	IP-15									
C10	RESERVA														
C11	6				1890	IP-15									
C12					945	IP-15									
C13					1200	IP-20									
C14					2400	IP-20									
C15	RESERVA														
C16	RESERVA														
C17	RESERVA														
C18	RESERVA														
C19	RESERVA														
C20	RESERVA														
C21	RESERVA														
C22	RESERVA														
C23	RESERVA														
C24	RESERVA														
TOTALES	27	1	1	15								14897	4954.5	4962.5	4980

DESBALANCEO = 0.51 %



- SIMBOLOS CONVENCIONALES / CARACTERISTICAS TECNICAS
- LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO EMPOTRAR EN PLAFON DE 30x120mm... CON 11-36W, T12 ARRANQUE INSTANTANEO (EQUILIBRADO) BLANCO... BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE ALTA EFICIENCIA DE 2x36W, 17, 127V.c.a., 60Hz.
  - LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO SOBRE PONER EN LOSA DE 30x120mm... CON 11-36W, T12 ARRANQUE INSTANTANEO (EQUILIBRADO) BLANCO... BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE ALTA EFICIENCIA DE 2x36W, 17, 127V.c.a., 60Hz.
  - LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO SOMBRERON EN LOSA DE 30x120mm... CON 11-36W, T12 ARRANQUE INSTANTANEO (EQUILIBRADO) BLANCO... BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE ALTA EFICIENCIA DE 2x36W, 17, 127V.c.a., 60Hz.
  - LUMINARIO FLUORESCENTE TIPO INDUSTRIAL ABIERTA DE 30x244mm... CON 11-36W, T12 ARRANQUE INSTANTANEO (EQUILIBRADO) BLANCO... BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE ALTA EFICIENCIA DE 2x36W, 17, 127V.c.a., 60Hz.
  - PLAFON LUMINOSO FLUORESCENTE TIPO DE EMPOTRAR DE DIMENSIONES DE ACUERDO AL ARREDO EN OBRA, ENTORADA CADA UNIDAD DE 21-36W, BALASTRO ELECTROMAGNETICO DE ALTA EFICIENCIA 2x36W, 17, 220V.c.a., 60Hz.
  - UNIDAD TIPO AMBIENTE SERVIDOR EXTERIOR DE VAPOR DE MERCURIO DE 200W, 17, 220V.c.a., 60Hz, CON BASE MÓDUL, BARRIQUET-37 COLOCADO SOBRE EL MURO A 3.50 m. S. N. P. T.
  - LUMINARIO TIPO COLANTE (EN ESTRUCTURA DE MALLA INDUSTRIAL) SERVIDOR INTERIOR, DE VAPOR DE MERCURIO DE 200W, 17, 220V.c.a., 60Hz, BASE MÓDUL, BARRIQUET-37.
  - LUMINARIO INCANDESCENTE TIPO SOBREPONER EN LOSA, CON UNA LAMPARA A-15, DE 60W, 17, 24, 127V.c.a., 60Hz.
  - TABLERO ELECTRICO DE ALUMBRADO DE ZONA DE SOBREPONER, TIPO TERMOMAGNETICO "MOD" MARCA SIB, O EQUIVALENTE APROBADO, 3F, 4L, 250/277V.c.a., 60Hz, COLOCADO EN MURO A 1.50 m. S. N. P. T. AL CENTRO DEL GABINETE.
  - APAGADOR SENCILLO TIPO INTERCAMBIABLE IP-10L, 127V.c.a., 60Hz, CATALOGO No. 11-NA, MARCA ARROW HART O EQUIVALENTE APROBADO, COLOCADO EN MURO A 1.20m. S. N. P. T.
  - APAGADOR TRES VAS (ESCALERA), TIPO INTERCAMBIABLE IP-10L, 127V.c.a., 60Hz, CATALOGO No. 11-132, MARCA ARROW HART O EQUIVALENTE APROBADO, COLOCADO EN MURO A 1.20m. S. N. P. T.
  - CABLE RESISTIVO TIPO CONDUIT SERIE CALVALDA, CON TAPA Y EMPALME DE ACUERDO A PROBLEMA DE AGUA, MARCA CONDUIT INEOS JONBY O EQUIVALENTE APROBADO.
  - CABLE RESISTIVO PARA CONEXIONES ELECTRICAS, DE LAMINA GALVANIZADA Y TAPA DESMONTABLE AL FRENTE.
  - SISTEMA DE SOPORTE PARA CABLE "CHAROLA", ESTRUCTURA RIGIDA Y CONTRA DE FUEGO Y RESISTENCIA MECANICA, CONTRIBUYA PARA SOPORTAR CABLES, TUBOS U OTRAS CANALIZACIONES, DIMENSIONES 30cm. DE ANCHO Y 8cm. DE PROFUNDIDAD.
  - INDICA TUBERIA QUE SUBE.
  - INDICA TUBERIA QUE BAJA.
  - TUBERIA CONDUIT GALVANIZADA PARED GROSA MARCA CATUSA O EQUIVALENTE APROBADA, COLOCADA EN FORMA RIGIDA ENTRE PLAFON Y LOSA, RANURA POR MURO O ARROJADA EN LOSA.
  - TUBERIA CONDUIT GALVANIZADA PARED GROSA MARCA CATUSA O EQUIVALENTE APROBADA, COLOCADA EN FORMA APARANTE.
  - ZUMBADOR TIPO INDUSTRIAL DE 60 DB, MARCA EDWARDS.
  - BOTON DE TIMBRE.

- NOTAS:
- EL TUBO DE DIAMETRO NO INDICADO ES DE 13mm.
  - LOS EQUIPOS, MATERIALES Y ACCESORIOS DEBEN DE CUMPLIR CON LO ESTABLECIDO EN LAS NORMAS NOM.
  - LOS CONDUCTORES UTILIZADOS SON DE COBRE CON AISLAMIENTO TIPO THW (70C), MARCA CONDUMEX O EQUIVALENTE.
  - EN TODAS LAS CANALIZACIONES DE DEBERA ALCANZAR UN CONDUCTOR RESISTIVO (1-40), INCLUYENDO TODAS LAS UNIDADES DE CONEXIONES Y CABIMETES DE LOS LUMINARIOS.

PLANOS DE REFERENCIA:

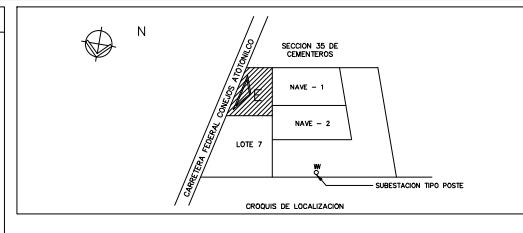
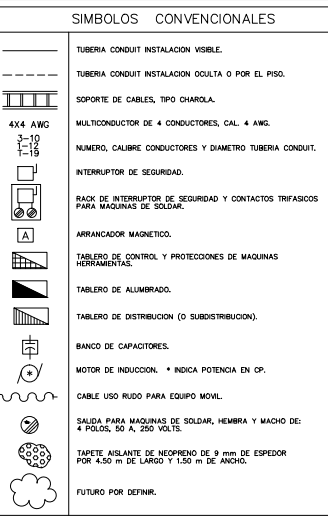
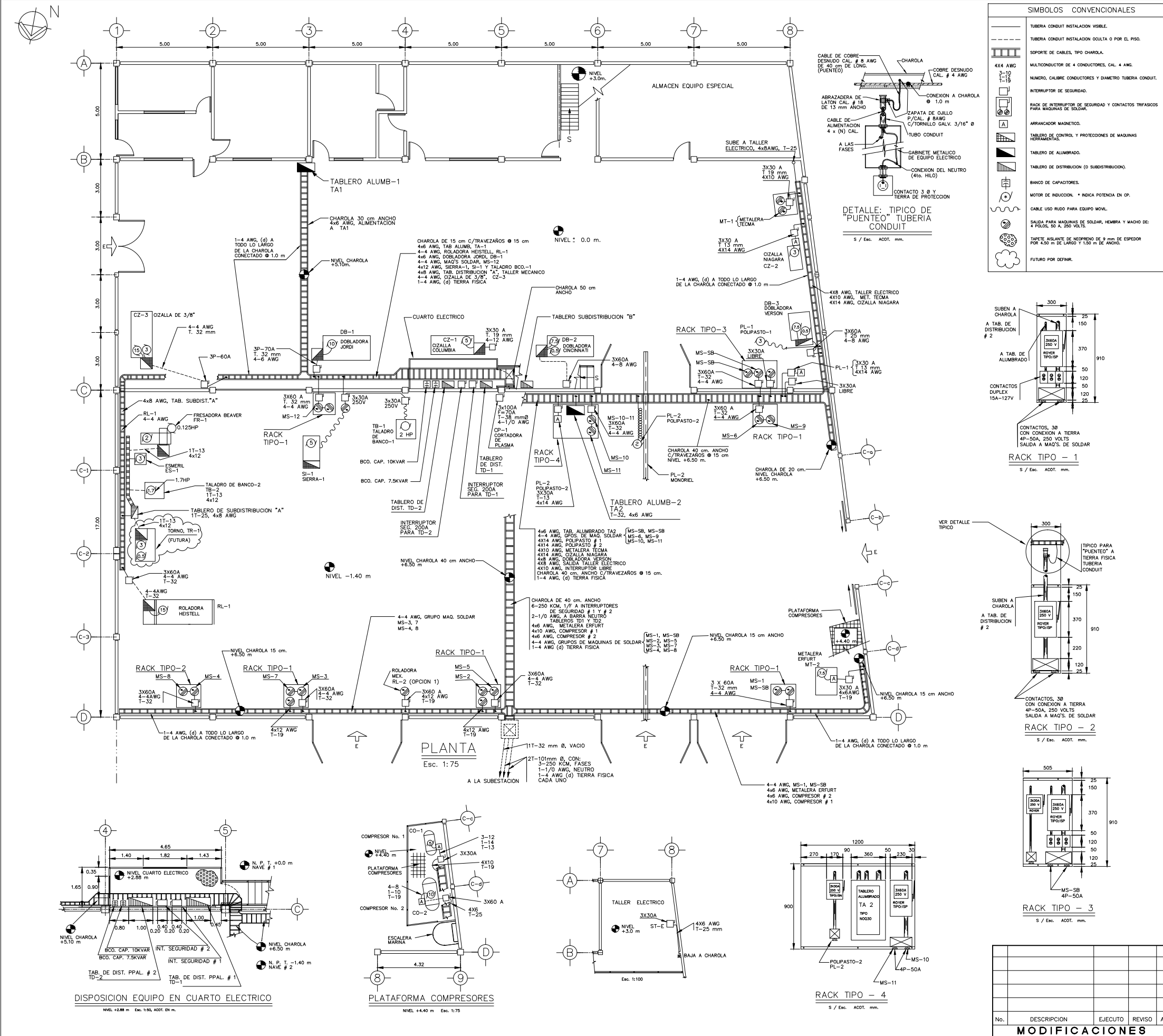
DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL	IED-1
INSTALACION ELECTRICA DE FUERZA	IEF-1
SUBESTACION ELECTRICA 23/0.23 KV	ISE-1

**JESSA MONTAJES E INSTALACIONES ELECTROMECANICAS SA, DE C.V.**

CLIENTE	JESSA MONTAJES TALLER DE FABRICACION	TITULO	INSTALACION ELECTRICA DE ALUMBRADO Y CONTACTOS
Ubicacion	CARRITERA FEDERAL CONEJOS ATOTONILCO KM. 4, ATOTONILCO DE TULA HIDALGO C.P. 42980	Fecha	15 / OCT / 2008
Proyecto	D. MIRANDA F.	Ediccion	1:100
Revisado	J. SANCHEZ L.	Aprobado	mts.
Revisado	J. SANCHEZ L.	Revisado	B. ROMERO R.
			IEAO-1
			A

MODIFICACIONES

No.	DESCRIPCION	EJECUTO	REVISO	APROBO	FECHA



**LISTA DE MOTORES Y SALIDAS PARA MAQUINAS DE SOLDAR**

EQUIPO CLAVE	POTENCIA KW	FASES	CORRIENTE AMP	INTERRUPTOR DE SEGURIDAD CAPACIDAD POLOS-AMP	CATALIZADOR MCA	GABINETE DE CONTROL Y PROTECCION MAQUINA	ARRANCADOR MAGNETICO	ELEMENTO TERCERO	UTILIZACION O EMPLEO	NOTAS
DB-1	10	3/3	29	3P-70 A	FA 100 S	3P-70A	MEDEX	3P-70A	DOBLADORA JORDI	
CZ-1	5	3/3	15.9	3X30 A F-30 A	H32N	SO	-	3P-70A	OZALLA COLUMBIA	
DB-2	7.5	3/3	23.0	3X30 A F-30 A	H32N	SO	-	3P-70A	DOBLADORA CINCINNATI	
TB-1	2	3/3	7.1	3X30 A F-30 A	H32N	SO	-	3P-70A	TALADRO DE BANCO-1	
SI-1	1.10	3/3	6.4	3X30 A F-30 A	H32N	SO	-	3P-70A	SIERRA ELECTRICA No. 1	
PL-1	3	3/3	10.0	3X30 A F-30 A	H32N	SO	-	3P-70A	POLIPASTO No. 1	
DB-3	7.5	3/3	23.0	3X30 A F-30 A	H32N	SO	-	3P-70A	DOBLADORA VERNON	
CZ-2	3	3/3	10.0	3X30 A F-30 A	H32N	SO	-	3P-70A	OZALLA NIAGARA	
MT-1	5	3/3	15.9	3X30 A F-30 A	H32N	SO	-	3P-70A	METALERA TECMA	
PL-2	2	3/3	7.1	3X30 A F-30 A	H32N	SO	-	3P-70A	POLIPASTO No. 2	
DB-1	15	3/3	44	3X60 A F-60 A	H32N	SO	-	3P-70A	DOBLADORA JORDI	
CZ-3	15	3/3	38	3X60 A F-60 A	H32N	SO	-	3P-70A	OZALLA DE 3/8"	
CO-1	5	3/3	15.9	3X30 A F-30 A	H32N	SO	-	3P-70A	COMPRESOR No. 1	
CO-2	10	3/3	29	3P-50 A	-	-	-	-	COMPRESOR No. 2	
MT-2	7.5	3/3	23	3X30 A F-30 A	H32N	SO	-	3P-70A	METALERA ERFURT	
RL-2	2	3/3	7.1	3X30 A F-30 A	H32N	SO	-	3P-70A	ROLADORA MEX.	
CP-1	8.3	1/2	80	3X30 A F-70 A	-	-	-	-	CONTADORA DE PLASMA CT-50 S	(G)
MS-10	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 10, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-11	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 11, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-12	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 12, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-13	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 13, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-14	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 14, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-15	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 15, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-16	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 16, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-17	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 17, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-18	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 18, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-19	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 19, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-20	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 20, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-21	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 21, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-22	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 22, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-23	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 23, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-24	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 24, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-25	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 25, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-26	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 26, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-27	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 27, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-28	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 28, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-29	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 29, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
MS-30	6.4	1/2	36	3X60 A F-40 A	H32N	SO	-	-	MAQUINA DE SOLDAR No. 30, MM-20, CT-40 S	(G) (U)
ST-E	-	3/3	30	3X30 A F-20 A (G)	-	-	-	-	TALLER ELECTRO	

**TABLERO DE SUBDISTRIBUCION "A", TALLER MECANICO**

EQUIPO CLAVE	POTENCIA KW	FASES	CORRIENTE AMP	INTERRUPTOR DE SEGURIDAD CAPACIDAD POLOS-AMP	CATALIZADOR MCA	GABINETE DE CONTROL Y PROTECCION MAQUINA	ARRANCADOR MAGNETICO	ELEMENTO TERCERO	UTILIZACION O EMPLEO	NOTAS
ES-1	3	3/3	8.9 A	3P-20 A	NO-310	-	-	EMERL ES-1	SETOL MOD. 206	
FR-1	2	3/3	6.0 A	3P-15 A	NO-315	-	-	EMERL ES-1	FRESADORA - 1 BEAVER, MOD. VMPF	
TB-1	1.7	3/3	5.8 A	3P-15 A	NO-315	-	-	EMERL ES-1	TALADRO BCO-2 T-1.38	
TO-1	3	3/3	8.9 A	3P-20 A	NO-320	-	-	EMERL ES-1	TORNO - 1	

**NOTAS GENERALES**

- EN GENERAL LAS MAQUINAS HERRAMIENTAS DEPENDIENDO DE CADA REQUERIMIENTO Y ETAPA DE FABRICACION SE EMPLEAN UNA MAQUINA DE LOS GRUPOS DISPONIBLES (DOBLADORA, OZALLA, METALERA, ETC) QUEDANDO EL RESTO DE DICHO GRUPO EN CONDICIONES DE MAQUINAS DE RESERVA PARA OTROS REQUERIMIENTOS O CAPACIDADES DE FABRICACION.
- EN GENERAL LAS MAQUINAS DE SOLDAR Y CORTE DEPENDIENDO DE CADA REQUERIMIENTO Y ETAPA DE FABRICACION SE EMPLEAN UNA DE CADA GRUPO (RACKS) DISPONIBLE, QUEDANDO EL RESTO DE MAQUINAS DE RESERVA.
- (\*) ESTOS EQUIPOS, POR EL PROCESO, OPERAN MAXIMO CON ELECTRODO DE 5/32".

**PLANOS DE REFERENCIA**

DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL	IEU - 1
INSTALACION ELECTRICA DE ALUMBRADO Y CONTACTOS	IEAO - 1
SUBESTACION ELECTRICA 230/23 KV	IESE - 1

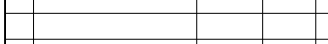
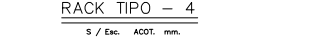
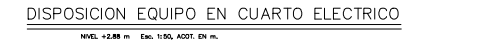
**JESSA MONTAJES E INSTALACIONES ELECTROMECHANICAS S.A. DE C.V.**

CLIENTE: JESSA MONTAJES TALLER DE FABRICACION  
 TITULO: INSTALACION ELECTRICA DE FUERZA, 220 VOLTS, 3Ø

Fecha: 15 / OCT. / 2008  
 Egreso: 1:75  
 Proyecto: D. MIRANDA F.  
 Aprobado: J. SANCHEZ L.  
 Revisado: J. SANCHEZ L.  
 Dibujado: B. ROMERO R.

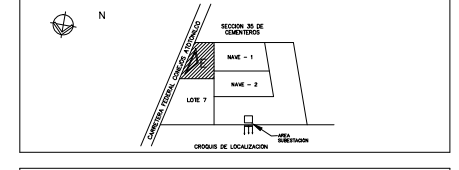
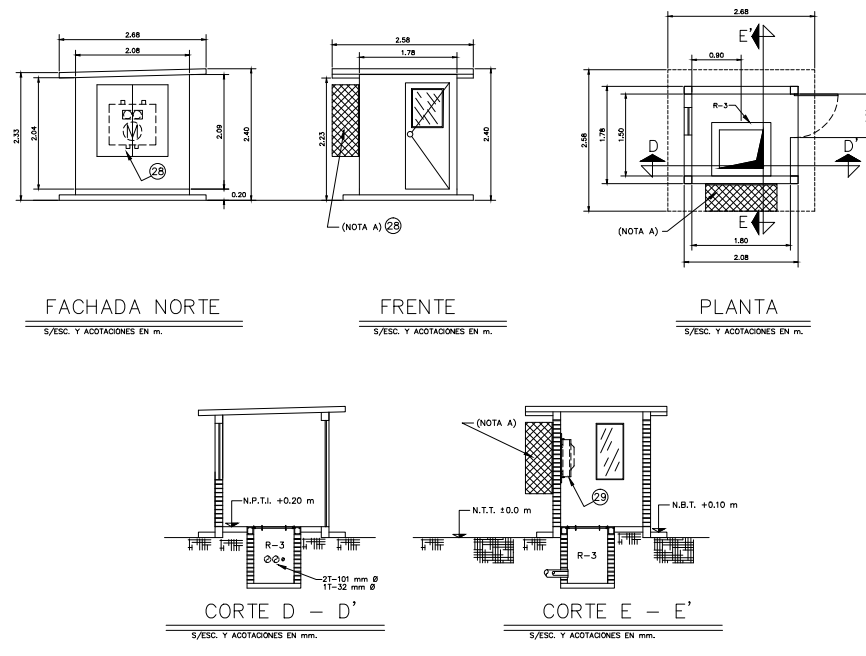
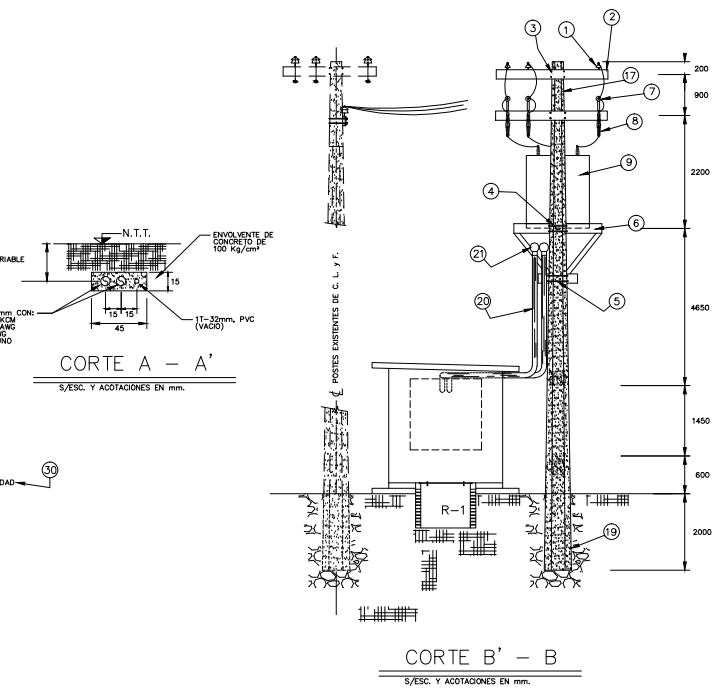
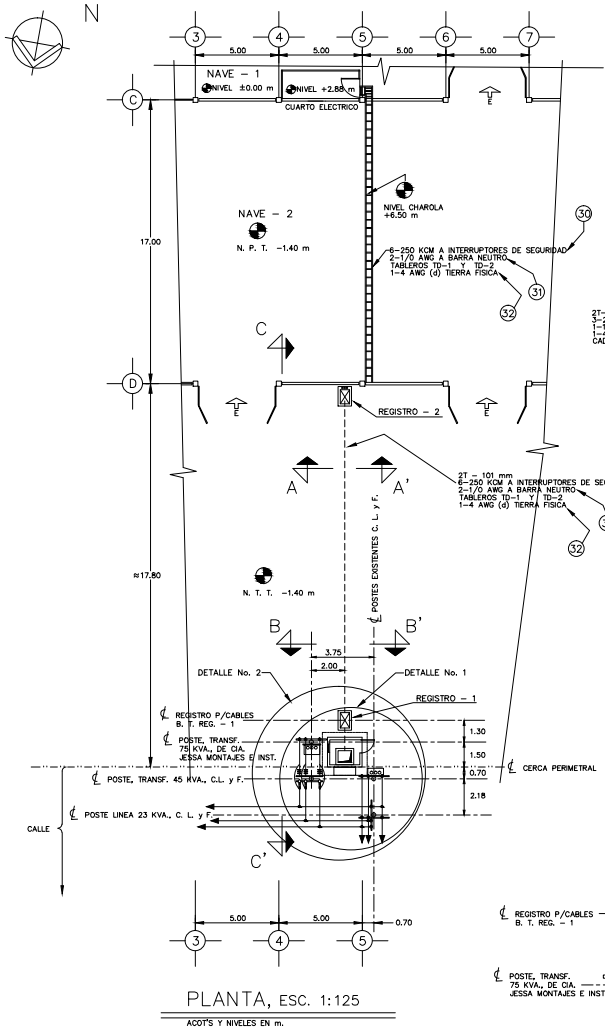
15 / OCT. / 2008

PLANOS No. IEFZ-1  
 REVISION A



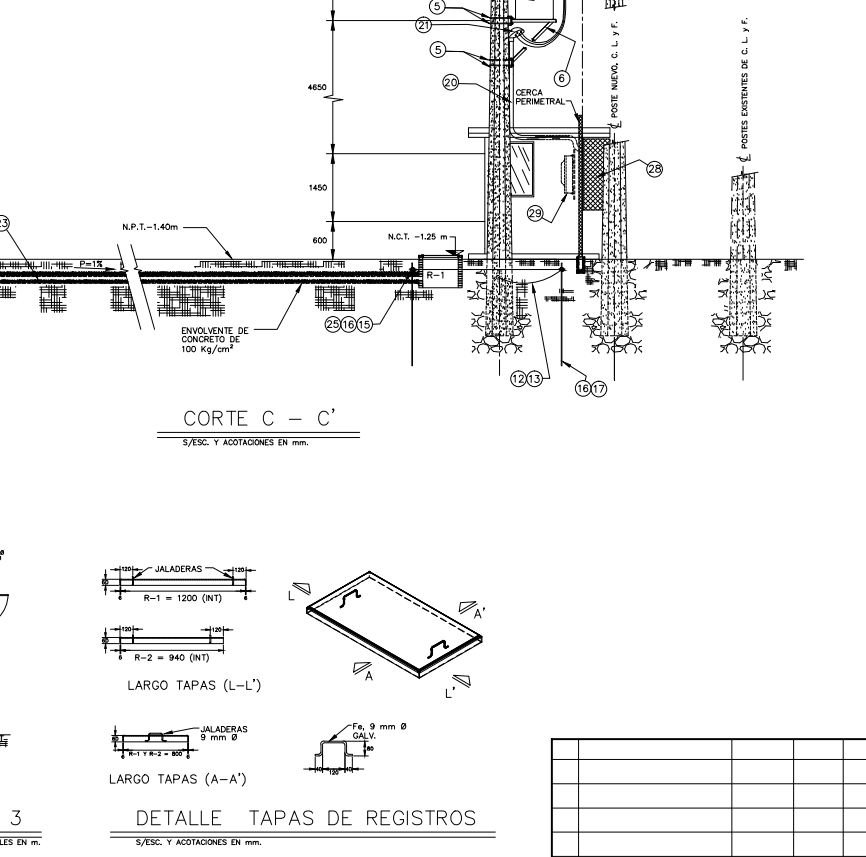
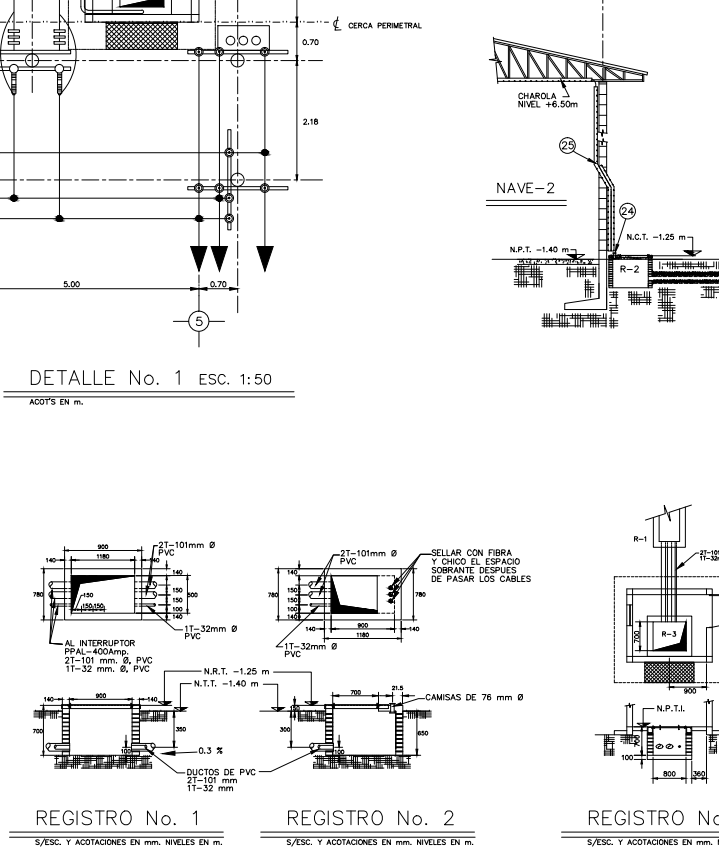
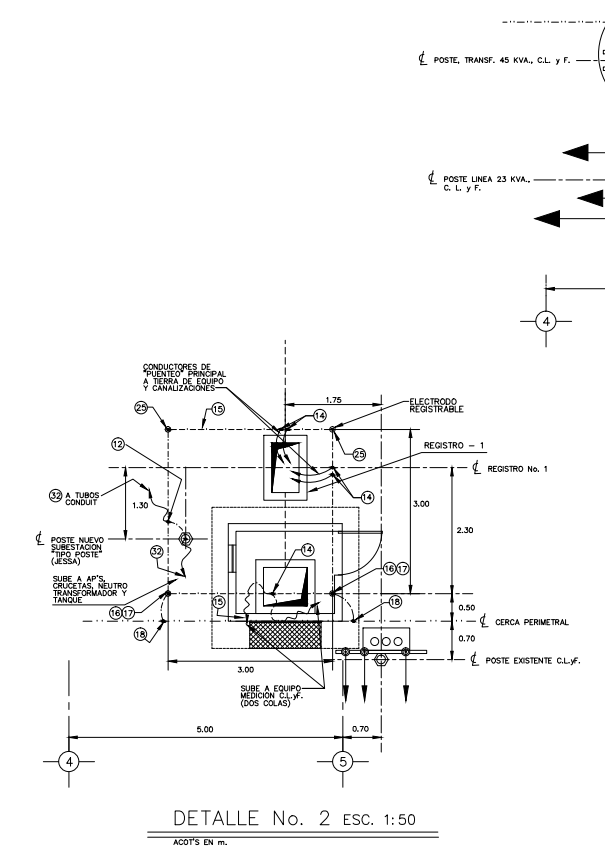
**MODIFICACIONES**

No.	DESCRIPCION	EJECUTO	REVISO	APROBO	FECHA



LISTA DE EQUIPO Y MATERIALES.			
NUMERO DE CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.
1	ASILADOR DE AFILER CLASE NEMA 5E-2, PORCELANA COLOR CHOCOLATE. INCLUYE AFILER, CLAVES CL YF; ASILADOR-23.	PZA.	3
2	CRUCETA DE Fe CANAL DE 152.4mm (12.20kg/m); GALVANIZADA POR INMERSION EN CALIENTE; CLAVE CLyF; CRUCETA-63 (CON DADO PREFORMADO DE Fe ANGILO)	PZA.	2
3	ABRAZADERAS "U" DE Fe REDONDO GALVANIZADO, 15.8mm Ø CON TUERCAS EXAGONALES GALVANIZADAS EN CALIENTE; CLAVE CLyF6U (160mm DIAM. POSTE)	PZA.	4
4	ABRAZADERA "U", IDEM ANTERIOR; CLAVE CLyF; 7U(190mm DIAM. POSTE)	PZA.	2
5	ABRAZADERAS "U" IDEM ANTERIOR; CLAVE CLyF; 2(215mm DIAM. POSTE)	PZA.	4
6	PLATAFORMA SOPORTE PARA TRANSFORMADOR DE HASTA 112.5 KVA; ALUMINIO; 3 PZAS; ANCHOS R-1; CLAVE C. L. Y F. 1.	PZA.	1
7	APARATOS TIPO DISTRIBUCION DE CABLES METALIZADOS PARA UN SISTEMA DE 23 KV NOMINALES CON REINTRO AISLADO, PARA ZONA CONTAMINADA (POLVO), 10 KA DE DESCARGA, MCA. OMS BRASS	PZA.	3
8	SECCIONADOR FUSIBLE PARA 23 KV, 100A MAX. IBERA, TIPO "C" SERVICIO TEMPERE, MARCA USA, CON FUSIBLES DE 3 AMP, CAT. APO-271510-185, 1000 PARA 3 FASES	JUD.	1
9	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION, 75 KVA, 23000/220-127 VOLTS TRIFASICO, ENFRIAMIENTO TIPO GA 65°C, CON DERIVACIONES DE +1, -3 DE C.V.; 2-TERMINALES; CONTIENE ELECTRIC; S.A. DE C.V.	PZA.	1
10	CABLE DE ALUMINIO REFORZADO, TIPO ACSR, CAL. 1/0 AWG, (30 m POR C.A. LUZ Y FZA.)	m	-
11	CONECTOR KVSL PARA CAL. 1/0 AWG ACSR EN PRINCIPAL Y DERIVACION; BIMETALICO MCA. BURNDY (LINEA APS)	PZA.	3
12	CONECTOR TIPO KS, PARA CAL. # 4 AWG COBRE, CAT. KS 30, MCA. BURNDY, (AP'S, CRUCETAS, TANQUE)	PZA.	4
13	LIBRE	-	-
14	CONECTOR TIPO KS, PARA CAL. # 1/0 AWG COBRE, CAT. KS30, MCA. BURNDY (RED DE TIERRAS SUB, TIPO POSTE)	PZA.	8
15	CABLE DE COBRE DESNUDO, CAL. # 1/0 AWG, TEMPLE SEMIDURO (RED DE TIERRAS SUB, TIPO POSTE)	m	18
16	ELECTRODO COPPERWELD DE 16 mm DE DIAM., POR 3050 mm DE LONGITUD (RED DE TIERRAS SUB, TIPO POSTE)	PZA.	4
17	CONECTOR PARA CONDUCTOR 1/0 AWG A ELECTRODO COPPERWELD, TIPO GAR, CAT. GAR 8426, MCA. BURNDY.	PZA.	2
18	POSTE DE SOLERA DE 254 x 38 mm DE LONG. CON BARRENO DE 6 mm Ø SOLDADO A POSTE DE CERCA PERIMETRAL Y ZAPATA TIPO 0025	JUD.	2
19	POSTE DE CONCRETO ARMADO, 750 KG CARGA DE RUPTURA Y 1219 mm DE LONGITUD, CLAVE C. L. Y F. 1; CAD	PZA.	1
20	TUBERIA DE Fe GALVANIZADO, PARED GRUESA CON COPLE DE 84 mm DE DIAMETRO	TUBAD	7
21	MUSA SECA DE 64 mm DE DIAMETRO	PZA.	2
22	TUBO CONDUIT DURALON, TIPO PESADO DE 101 mm DE DIAMETRO	-	-
23	TUBO CONDUIT DURALON, TIPO PESADO DE 32 mm DE DIAMETRO	-	-
24	CAMISA DE TUBO NEGRO C-45, NIPLE DE 101 Ø x 250 mm LONG. ROSCADO EN AMBOS EXTREMOS Y CON MONITOR GALVANIZADO.	-	-
25	CONECTOR PARA CONDUCTOR A ELECTRODO COPPERWELD TIPO OH, CAT. OH 8426, MCA. BURNDY (RED DE TIERRAS)	PZA.	3
26	CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 5/16" (8.0 mm) DE DIAMETRO Y 4 m DE LONG.; 2 TORNILLOS DE Ø 10 DE 5/8 Ø x 2" CON DOBLE TUERCA GALVANIZADAS Y 2 GRAPAS "C" (PIERROS) DE 5/16" GALV.	LOTE	1
27	LIBRE	-	-
28	EQUIPO DE MEDICION EN B. T. DE C.A. DE LUZ Y FZA. (INCHIO Y RACK SEGUN OBRA CIVIL DE C. L. Y F.)	-	-
29	INTERRUPTOR GENERAL, TIPO TERMOMAGNETICO, MARCO DE 400 A, 3 POLOS, 600 V c. n. UNIDAD DESPARR. 250 A, 45 KA A 220 V, CAT. No. LAL, MCA. CON TERMINALES DE ENTRADA Y SALIDA PARA 2 CABLES CAL. # 250 KCM, CAT. AL 400 LA, MCA. SQUARED	-	-
30	CABLE DE COBRE AISLADO, CALIBRE # 250 KCM, MONOPOLAR, ASAMBLADO TIPO THW, 75°C, 600 VOLTS, MARCA MONTERREY O CONDUMEX, EN UN SOLO CARRETE	m	430
31	CABLE DE COBRE AISLADO, CALIBRE # 1/0 AWG, MONOPOLAR, ASAMBLADO TIPO THW, 75°C, 600 VOLTS, MARCA MONTERREY O CONDUMEX, EN UN SOLO CARRETE	m	144
32	CABLE DE COBRE DESNUDO CAL. # 4 AWG, TEMPLE SEMIDURO	m	200
33	CABLE DE COBRE DESNUDO CAL. # 8 AWG, TEMPLE SEMIDURO (TIENDE A TIERRA FISICA, DETALLE EN 1872-1)	m	20
34	ZAPATA TERMINAL PARA CAL. # 8 AWG, COBRE, CAT. KPABOUP, MCA. BURNDY	PZA.	50
35	TORNILLO DE ESTUFA DE 4.76 mm Ø x 19 mm LONG. (3/16" x 3/4") CON TUERCA Y ROLDANAS PLANAS (2) GALVANIZADOS	PZA.	50

PLANOS DE REFERENCIA:	
DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL	EDU-1
INSTALACION ELECTRICA DE FUERZA	EEZ-1
INSTALACION ELECTRICA DE ALUMBRADO Y CONTACTOS	IEAO-1



JESSA MONTAJES E INSTALACIONES ELECTROMECANICAS S.A. DE C.V.															
ORIGEN	JESSA MONTAJES TALLER DE FABRICACION	TITULO	SUBSTACION ELECTRICA TIPO POSTE, 75 KVA, 23/0.22 KV, 3 Ø												
UBICACION	CARRITERA FEDERAL CONEJOS ATOTONILCO KM. 4, ATOTONILCO DE TULA HIDALGO C.P. 42980	FECHA	15 / JUNIO / 2005												
PROYECTO	D. MIRANDA F.	APROBADO	J. SANCHEZ L.												
REVISOR	J. SANCHEZ L.	REVISOR	B. ROMERO R.												
No.	DESCRIPCION	EJECUTO	REVISO												
<b>MODIFICACIONES</b>															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>EJECUTO</th> <th>REVISO</th> <th>APROBADO</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>				No.	DESCRIPCION	EJECUTO	REVISO	APROBADO	FECHA						
No.	DESCRIPCION	EJECUTO	REVISO	APROBADO	FECHA										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">REVISION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>				REVISION											
REVISION															