



115
24.
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

USO RACIONAL Y AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA
EN LA FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

JUAN MANUEL MAXIMO LEON

DIRECTOR DE TESIS

ING. ARTURO MORALES COLLANTES



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D.F.,

1997



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

**AL CREADOR Y DADOR DE VIDA POR PERMITIRME
LLEGAR A TAN IMPORTANTE ACONTECIMIENTO**

**A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
NUESTRA MAXIMA CASA DE ESTUDIOS Y A MI QUERIDA
FACULTAD DE INGENIERIA POR BRINDARME EL
PRIVILEGIO DE SER PARTE DE SUS INTEGRANTES Y DE
SU HISTORIA, PARA REALIZAR UNO DE LOS MAS
GRANDES LOGROS DE MI VIDA.**

**AL PROGRAMA UNIVERSITARIO DE ENERGIA POR TODO
EL APOYO BRINDADO PARA LA REALIZACION DEL
PRESENTE TRABAJO.**

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES JUAN Y FLORENTINA GRACIAS POR TODO EL AMOR, CARIÑO, APOYO Y CONFIANZA QUE SIEMPRE ME HAN BRINDADO Y QUE NUNCA PODRE COMPENSAR.

A TI MAMA, POR TODAS ESAS NOCHES DE DESVELO COMPARTIDAS CONMIGO Y PORQUE SIN TUS PALABRAS DE ALIENTO EN MOMENTOS DIFICILES NO HUBIERA PODIDO ALCANZAR UNA DE MIS METAS EN LA VIDA.

A TI PAPA, POR TODO EL ESFUERZO REALIZADO PARA QUE ALCANZARA ESE SUEÑO CONVERTIDO AHORA EN REALIDAD.

A TI SANDRA, POR ESTAR A MI LADO Y MOTIVARME A SER CADA DIA MEJOR, ESPERO QUE DISFRUTES CONMIGO ESTE Y TODOS LOS EXITOS.

A MIS HERMANAS, MA. TERESA Y LORENA POR SOPORTARME EN MIS MALOS RATOS.

ESPERANDO SER UN EJEMPLO PARA QUIEN LLEGO A DARNOS MAYOR ALEGRIA A MI SOBRINO, ALAN D. (GONZALO N.)

**A MIS ABUELITOS, TIOS Y PRIMOS, QUIENES SIEMPRE
ME ALENTARON A SEGUIR ADELANTE.**

**A LOS INGENIEROS Y GRANDES AMIGOS ARTURO
MORALES COLLANTES Y AUGUSTO SANCHEZ
CIFUENTES POR SUS CONSEJOS Y PALABRAS DE
ALIENTO.**

**A TODOS MIS COMPAÑEROS, SECRETARIAS Y AMIGOS
ESPECIALMENTE CECILIA, NANCY, JOSE L. Y ARMANDO
P. POR SU VALIOSA AYUDA EN LA REALIZACION DE ESTE
TRABAJO.**

A TODOS USTEDES, MIL GRACIAS

JUAN MANUEL

INDICE

INTRODUCCION	i
--------------------	---

CAPITULO I

LEVANTAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

1.1 Procedimiento de análisis.....	1
1.2 Características de las instalaciones.....	3
1.3 Actualización y elaboración de planos.....	4
1.4 Descripción del paquete y equipo de cómputo.....	31

CAPITULO II

DIAGNOSTICO ENERGETICO

2.1 Consideraciones del diagnóstico energético.....	33
2.2 Descripción del equipo.....	42
2.3 Medición.....	44
2.4 Graficación.....	50
2.5 Análisis de datos.....	61

CAPITULO III

ESTADO DE LAS INSTALACIONES

3.1 Desbalanceo de fases.....	66
3.2 Condiciones de carga.....	143
3.3 Protecciones.....	144
3.4 Análisis de datos.....	148
3.5 Normalización.....	152

CAPITULO IV
RECOMENDACIONES

4.1 Iluminación natural.....	167
4.2 Equipo de iluminación.....	168
4.3 Equipo de fuerza.....	178
4.4 Alambrado y canalizaciones.....	179
4.5 Tableros de alimentación y protección.....	180
4.6 Elaboración de planos propuestos.....	181
4.7 Balanceo de fases.....	191
4.8 Normalización.....	191

CAPITULO V
EVALUACION ECONOMICA

5.1 Estimación de costos.....	193
5.2 Valor de ahorros esperados.....	196
CONCLUSIONES.....	200
BIBLIOGRAFIA.....	203

INTRODUCCION

Energía y desarrollo están ligados en la productividad y prosperidad de una nación, por lo que, se requiere optimizar el uso de los recursos energéticos para asegurar su disponibilidad y limitar los impactos ecológicos adversos que se generan en las zonas de generación de la energía eléctrica.

La UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO siempre pendiente del desarrollo alcanzado y de su capacidad para incidir sobre las necesidades presentes y futuras de la sociedad, crea una serie de programas que vienen a mantener y fortalecer aún más las actividades de la Universidad. Dentro de estos programas surge en 1982 el PROGRAMA UNIVERSITARIO DE ENERGIA.

El Programa Universitario de Energía es el organismo encargado de desarrollar entre otras, una investigación exhaustiva en todo lo referente al uso de la energía eléctrica dentro de la UNAM tanto en Ciudad Universitaria como en sus demás planteles como son Preparatorias, C.C.H.'s, E.N.E.P.'s, F.E.S, instalaciones en provincia, etc..

El crecimiento paulatino de las instalaciones universitarias ha traído consigo el aumento en el consumo de energía, que sumado al uso ineficiente de la misma, obliga a incrementar en ocasiones la capacidad instalada en las subestaciones, cuya solución no es la más viable ya que ocasiona un mayor gasto para la Universidad tanto por la inversión que se realiza como por las pérdidas en operación de la misma.

Para enfrentar los problemas relacionados con la energía eléctrica es necesario conocer a fondo las características de las cargas que se están manejando, las cuales varían de una dependencia a otra. Para lo anterior se realiza un trabajo de auditoría energética en la cual se recaba toda la información posible a cerca del uso de la energía en cada recinto, así como la descripción de las instalaciones.

Hasta el momento se cuenta con los consumos eléctricos de 687 edificios, de los cuales se conoce también el nivel de iluminación diurno y nocturno, se levantó un inventario de la carga conectada a cada uno de los 26 224 recintos y se tiene un diagnóstico de consumo de energía eléctrica de cada dependencia.

Pero el trabajo no queda ahí, hay que proporcionar una solución económicamente factible que nos resuelva el problema, por lo que, además de lo anterior, es necesario conocer el estado actual de la instalación eléctrica en cada una de las dependencias, ya que su mal estado causado por la falta de mantenimiento, una mala proyección o ambas, nos incrementa en gran medida las pérdidas en energía eléctrica.

Hay que tomar muy en cuenta que gran cantidad de las dependencias y recintos se mantienen con las mismas características con que fueron construidos desde la fundación de Ciudad Universitaria en 1954, sin embargo, su consumo de energía eléctrica ha aumentado y la falta de flexibilidad en su instalación eléctrica es un problema actual.

La actualización de los planos arquitectónicos y eléctricos de cada dependencia complementados con la información obtenida en la auditoría energética y con la utilización de equipos de iluminación más eficientes de acorde a cada recinto, nos permitirá aplicar los programas de ahorro de energía que le proporcionen un beneficio económico a la Universidad.

Cabe señalar que todas aquellas adecuaciones contempladas en el programa de ahorro de energía deberán ser estrictamente apegadas a las normas actualmente vigentes, lo que garantiza plena seguridad y funcionalidad de las instalaciones eléctricas.

El ahorro de energía es una aplicación de los conocimientos de ingeniería a nuevos campos y crea tecnología acorde a las necesidades que se presentan.

El presente trabajo está enfocado a hacer un análisis de uso racional de la energía eléctrica en la Facultad de Ingeniería y por consiguiente proporcionar posibilidades de ahorro de la misma.

Para ello, en el capítulo I se realizará el levantamiento de las instalaciones, se elaborarán los planos arquitectónicos y eléctricos y se conocerá en general, las características físicas que guarda actualmente la Facultad de Ingeniería.

En el capítulo II se hablará del diagnóstico energético y todas las características relacionadas con los tipos de cargas, niveles de iluminación, etc.. Así como también las mediciones realizadas a la subestación y sus gráficas correspondientes.

En el capítulo III hablaremos de las condiciones en que se encuentra operando la instalación eléctrica, tomando en cuenta lo obtenido en el diagnóstico energético.

El capítulo IV tratará a cerca de las recomendaciones que se pueden aplicar a la Facultad tomando en cuenta los niveles de iluminación obtenidos en el diagnóstico energético, se corregirán los desbalances que se tengan en los tableros en base a los resultados obtenidos en el tercer capítulo y por último se elaborarán los planos con los cambios propuestos y en base a normas oficiales.

En el capítulo V se tratará el aspecto económico, en él se detallarán las inversiones a realizar y las expectativas de ahorros esperados.

Por último se darán las conclusiones de este trabajo y con ello terminará todo lo referente al análisis del uso racional de la energía eléctrica en la Facultad de Ingeniería, siendo aplicable el procedimiento seguido a cualquier otra dependencia.

CAPITULO I

LEVANTAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

1.1 PROCEDIMIENTO DE ANALISIS

Para la realización de este estudio de uso racional y ahorro de energía es necesario conocer a fondo las características que guarda actualmente el inmueble tanto en su aspecto arquitectónico como eléctrico.

De lo anterior, se hace necesario realizar lo que se conoce como levantamiento. El levantamiento consiste en recabar toda la información arquitectónica y eléctrica de todos y cada uno de los lugares que conforman la Facultad de Ingeniería.

En el levantamiento arquitectónico, la información se asentará en un plano que contendrá las medidas de que consta cada recinto, si cuenta o no con ventanas que permitan el acceso de iluminación natural y en general la orientación de cada edificio.

Una vez que se tiene la información proporcionada por el levantamiento arquitectónico (actualización del plano) se procederá al levantamiento eléctrico. El levantamiento eléctrico comienza con la realización del diagrama unifilar de la subestación de la Facultad de Ingeniería, con la finalidad de conocer los distintos interruptores que proporcionan energía eléctrica a los alimentadores de los centros de carga o tableros de distribución internos, para lo anterior fué necesario el suspender la energía eléctrica de los distintos edificios y accionar interruptor por interruptor hasta localizar el interruptor respectivo para cada área.

El levantamiento eléctrico también consiste en ubicar en el plano arquitectónico la posición y el número de luminarias existentes en el lugar, los apagadores correspondientes (si los hay) y la forma en que controlan las luminarias, así como la ubicación de los contactos (monofásicos, bifásicos o trifásicos) que proporcionan energía eléctrica a los distintos equipos de fuerza, también deben ubicarse todos los tableros que controlan las distintas cargas.

Hay que tener cuidado en reconocer plenamente el tipo de luminaria y su potencia, así como el tipo de contacto de que se trate ya que esta información es vital para el estudio posterior.

Con la información recabada en el levantamiento eléctrico se procede a la identificación de circuitos. La identificación de circuitos consiste en conocer el interruptor termomagnético que alimenta las distintas cargas, para así conocer también la fase a la que corresponden y posteriormente conocer el estado que guarda el tablero respectivo.

El levantamiento eléctrico nos da la pauta para conocer los problemas existentes en la instalación eléctrica y proporcionar una solución viable.

En ocasiones la identificación de circuitos se torna un tanto difícil y localizar el interruptor termomagnético que controla la carga resulta imposible. Ante la necesidad de conocer la fase a la que corresponde la carga se recurre a un equipo especial, este equipo es un trazador de corriente (fig. 1.1).

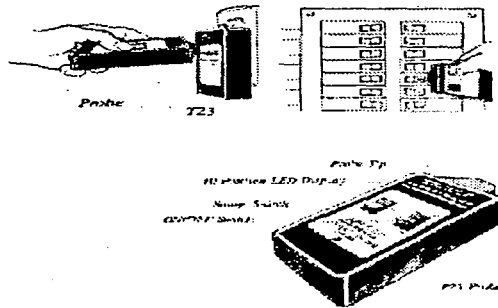


FIG. 1.1 TRAZADOR DE CORRIENTE

En la parte superior se muestra a el transmisor conectado en el contacto a identificar, en la parte derecha se observa a el receptor "rastreado" la señal en las pastillas del tablero. En la parte inferior se muestra el receptor.

La función del trazador de corriente consiste en enviar por medio de un transmisor, una señal de alta frecuencia (6.25 Khz.) a través del conductor y por medio de un receptor captar la señal emisora y poder así determinar la pastilla y la fase a que va conectado el cable. El trazador de corriente no sólo nos ayuda a la localización del interruptor termomagnético, por la característica de manejar voltajes de 9 a 600 volts de A.C. o D.C. nos permite utilizarlo en la localización de corto circuito entre fases o de fase a tierra, así mismo, se utiliza para seguir la trayectoria de la tubería conduit.

1.2 CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES

En forma general la Facultad de Ingeniería se compone de cuatro edificios distribuidos de la siguiente forma:

- EDIFICIO 1 Edificio completo de la entrada principal (edificio sur y poniente).
- EDIFICIO 2 Edificio de la dirección (incluye biblioteca y auditorio).
- EDIFICIO 3 CECAFI.
- EDIFICIO 4 Edificio de laboratorios.

Para este estudio dividiremos las instalaciones en 5 tipos que son: OFICINAS, AULAS, SERVICIOS, TALLERES Y LABORATORIOS.

OFICINAS. Las oficinas, cubículos, salas de junta, etc., representan un 41.16 % de la distribución en los edificios de la Facultad de Ingeniería, este tipo de instalación ha sufrido muchos cambios tanto arquitectónicos como eléctricos según las necesidades que se presentan a lo largo de los distintos periodos de dirección al frente de la Facultad de Ingeniería.

AULAS. La actividad principal que se realiza en la Facultad de Ingeniería es la docencia por lo que un 31.63 % del total de las instalaciones está conformada por aulas en donde se imparten las distintas materias de cada carrera. En este tipo de instalaciones ha habido cambios acorde a las necesidades que se presentan.

SERVICIOS. Dentro de esta clasificación encontramos a servicios tales como biblioteca, auditorio, centros de oopiado, módulos de vigilancia, pagaduría, baños, salas de cómputo, etc.. Los servicios representan un 15.65 % del total de las instalaciones.

TALLERES. Aquí encontramos a los talleres, almacenes, unidades de mantenimiento, salas de máquinas, etc.. Representan el 7.14 % de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería, dependiendo de la actividad que se realice en ellos, será la carga que manejen, los cambios en estas áreas son mínimos.

LABORATORIOS. Los laboratorios son fundamentales para el desarrollo y adquisición de conocimientos que facilitan el aprendizaje y es en estos en donde se concentran las mayores cargas, principalmente de las de fuerza, sin embargo, su factor de utilización puede ser muy pequeño en consideración con otros tipos como aulas u oficinas. Esta carga se puede considerar que ha permanecido constante desde su construcción ya que los cambios que han existido son mínimos. Los laboratorios cuentan con un 4.42 % de las instalaciones de la Facultad.

1.3 ACTUALIZACION Y ELABORACION DE PLANOS

En este punto se presentan los planos que conforman a los cuatro edificios de que consta la Facultad de Ingeniería, así como el plano del diagrama unifilar de la subestación a los distintos tableros y centros de carga. En general los planos presentan las siguientes características:

-Cada plano se encuentra actualizado arquitectónicamente de acuerdo al levantamiento realizado con anterioridad y está hecho a una escala (1:100) que nos permite distinguir de la mejor manera cada uno de los trazos y los elementos que lo conforman.

-Dentro del plano arquitectónico se realizó la actualización eléctrica con los datos recabados en el levantamiento. En los niveles que exista un alto contenido de información en cuanto a los elementos de iluminación y fuerza se realizarán planos por separado.

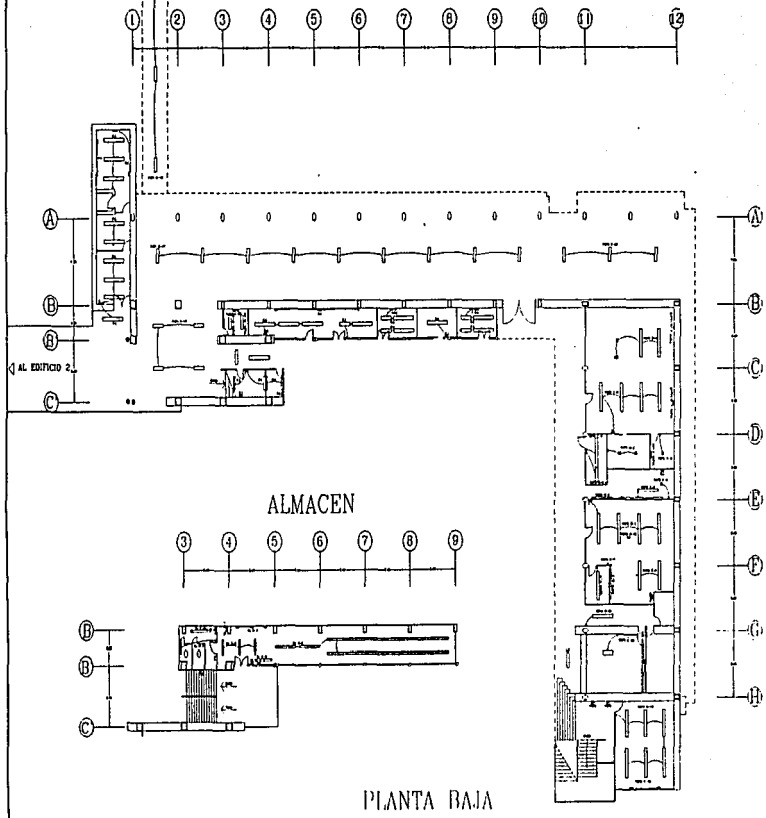
-El plano contendrá un cuadro de simbología en el cual se especifica con detalle cada uno de los elementos utilizados en la conformación de dicho plano, así como la información consistente en ubicación, escalas, cotas, etc..

-Los planos están elaborados de tal manera que puedan ser interpretados fácilmente pero sin perder las características principales para lo que fueron realizados.

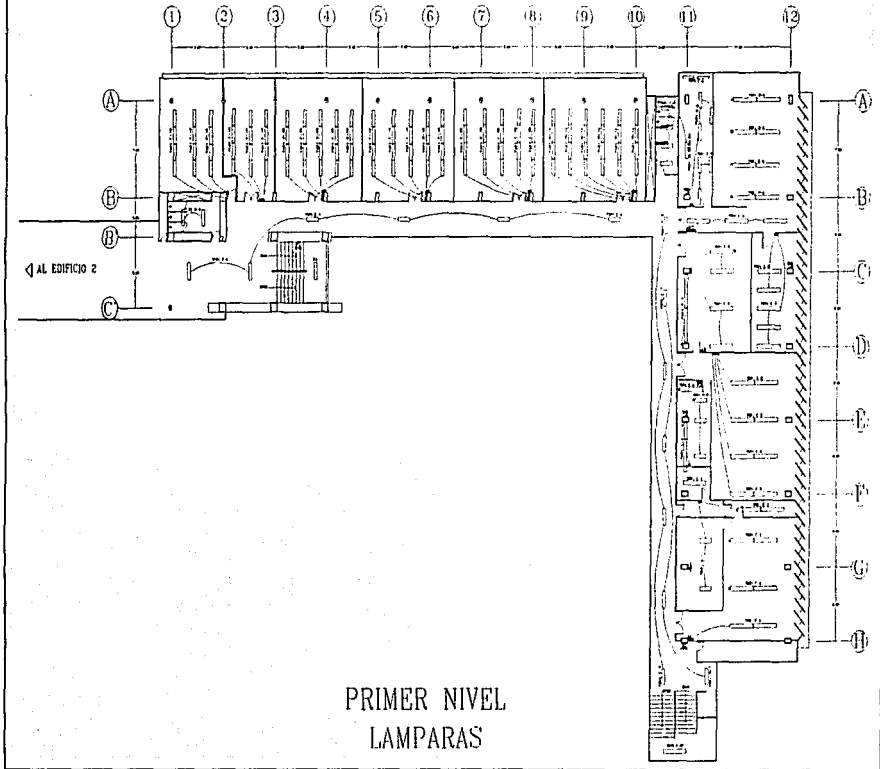
-En el plano del diagrama unifilar se presenta mediante símbolos el equipo que forma parte de la instalación. El diagrama unifilar es el origen de la instalación eléctrica, en donde, se muestran las necesidades de carga y se toman en cuenta para el proyecto cargas a mediano y largo plazo.

A continuación se presentan los planos que conforman la Facultad de Ingeniería, así como el plano correspondiente al diagrama unifilar.

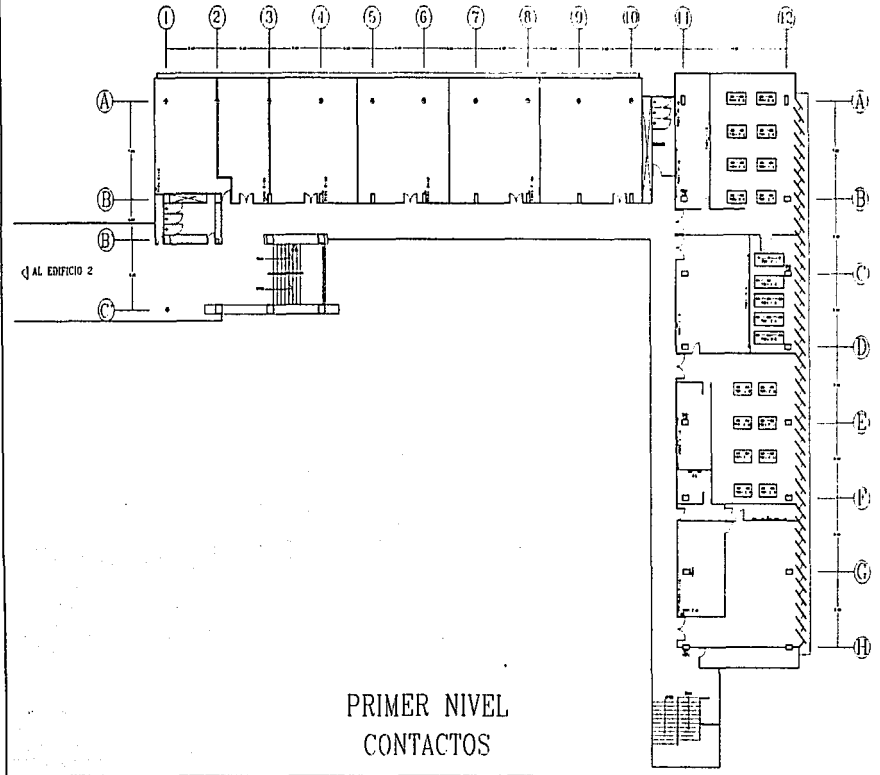
FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 1)
PLANO ACTUALIZADO



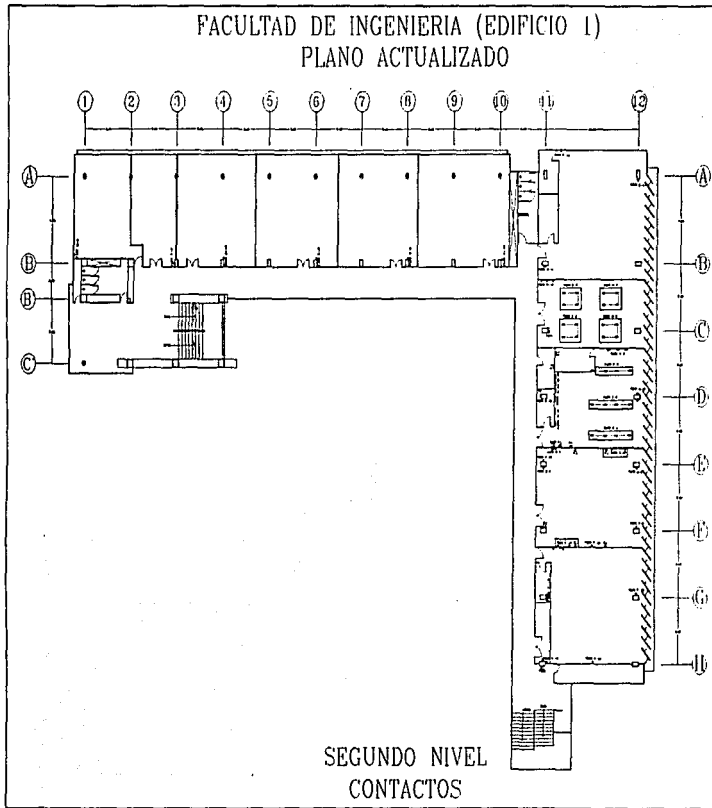
FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 1)
PLANO ACTUALIZADO



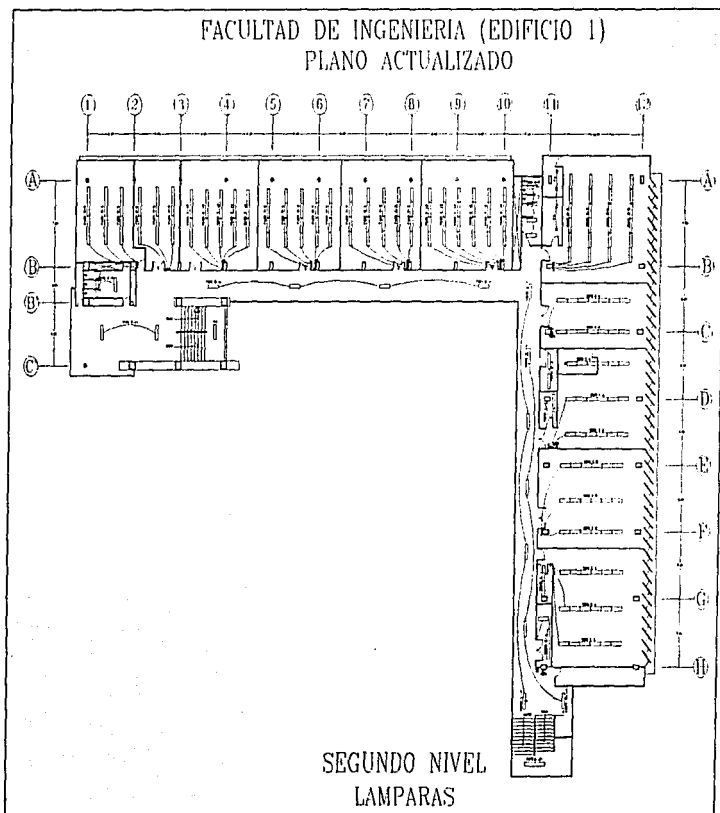
FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 1)
PLANO ACTUALIZADO



FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 1)
PLANO ACTUALIZADO

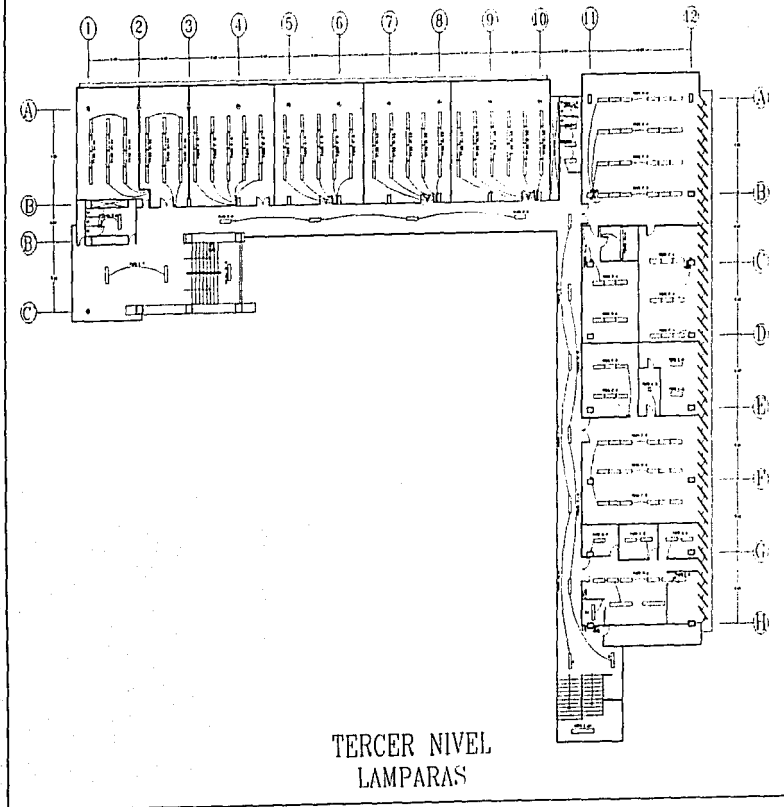


FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 1)
PLANO ACTUALIZADO

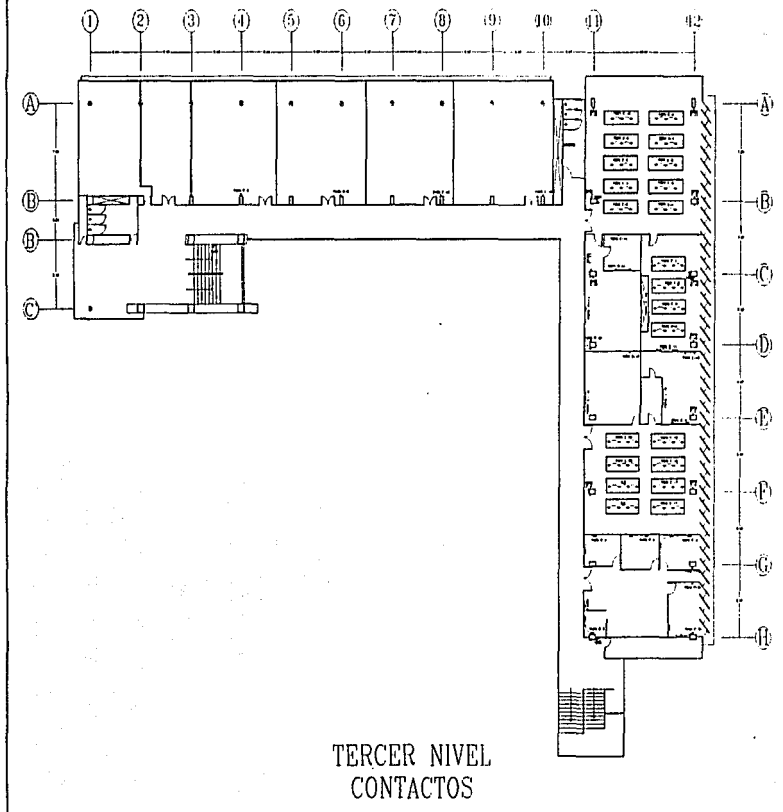


SEGUNDO NIVEL
LAMPARAS

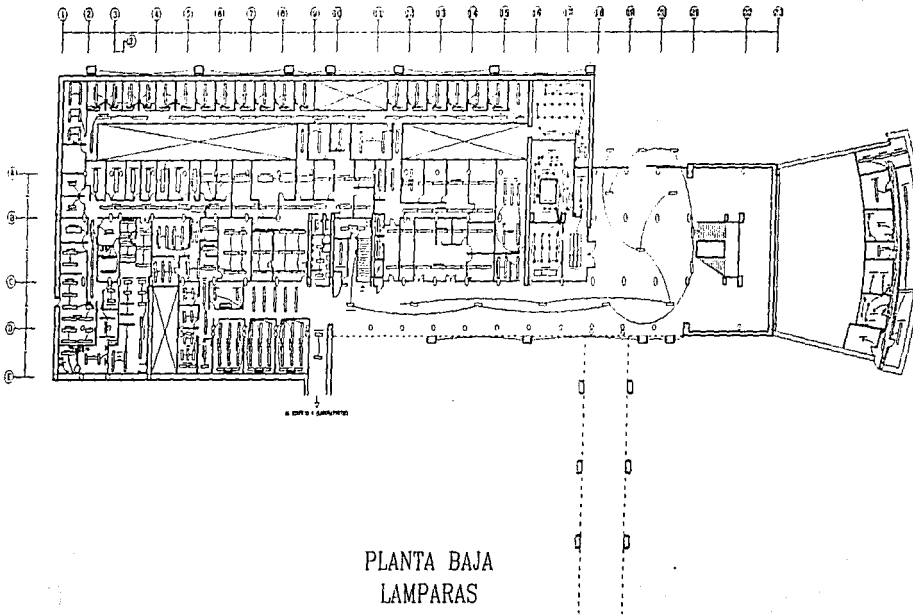
FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 1)
PLANO ACTUALIZADO



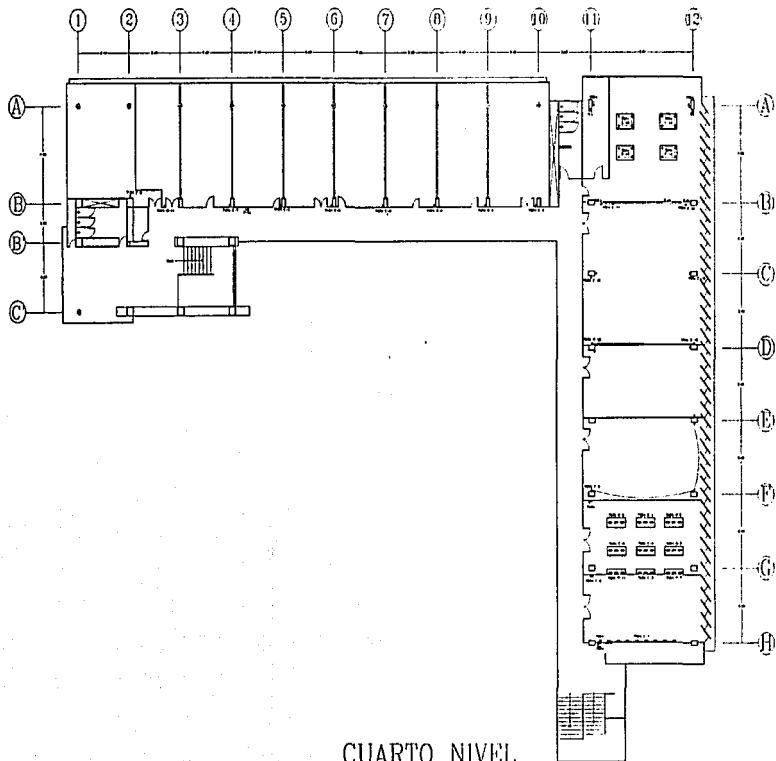
FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 1)
PLANO ACTUALIZADO



FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 2)
PLANO ACTUALIZADO

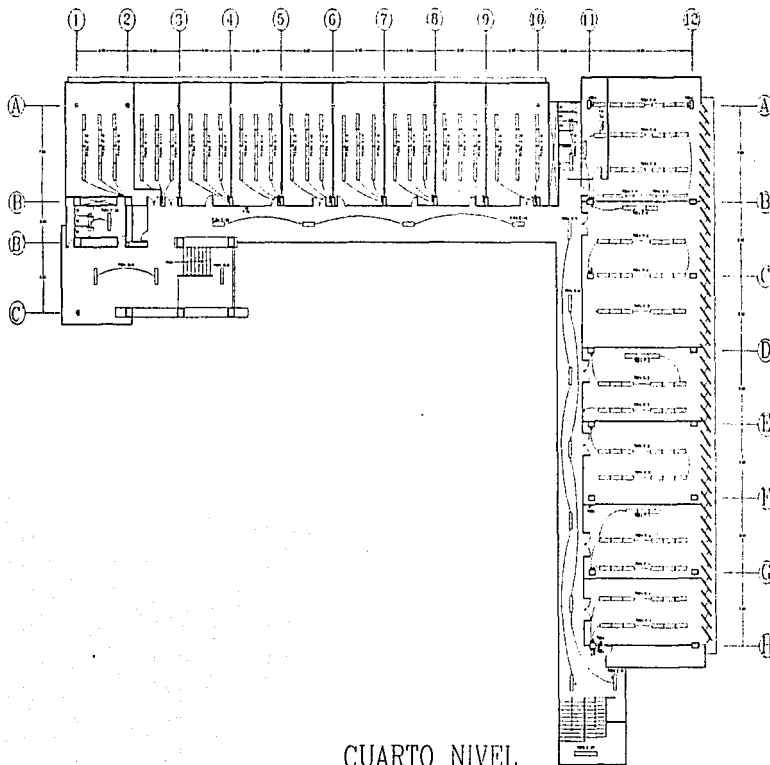


FACULTAD DE INGENIERIA
PLANO ACTUALIZADO



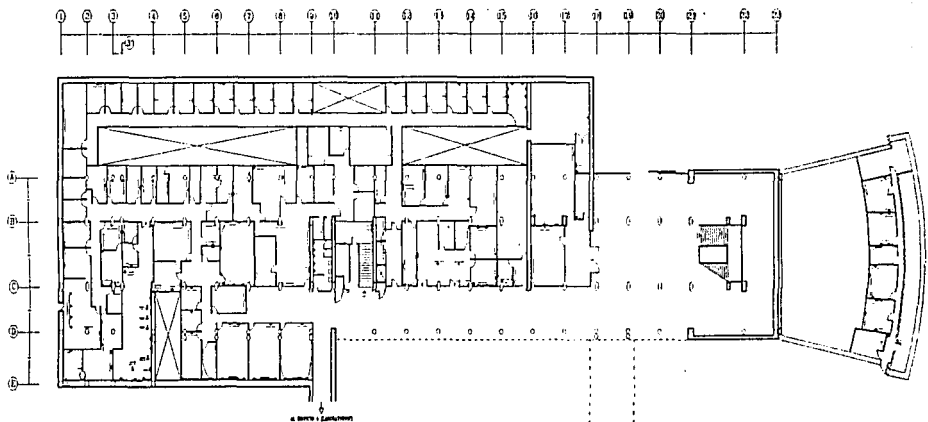
CUARTO NIVEL
CONTACTOS

FACULTAD DE INGENIERIA
PLANO ACTUALIZADO



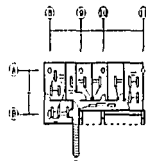
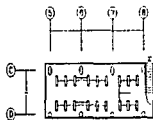
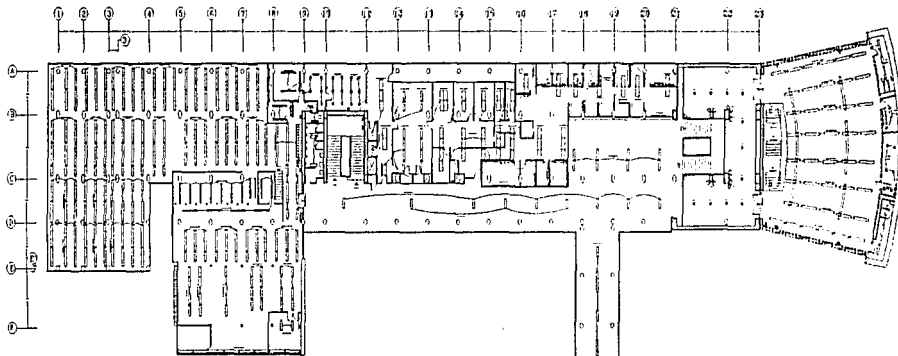
CUARTO NIVEL
LAMPARAS

FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 2)
PLANO ACTUALIZADO



PLANTA BAJA
CONTACTOS

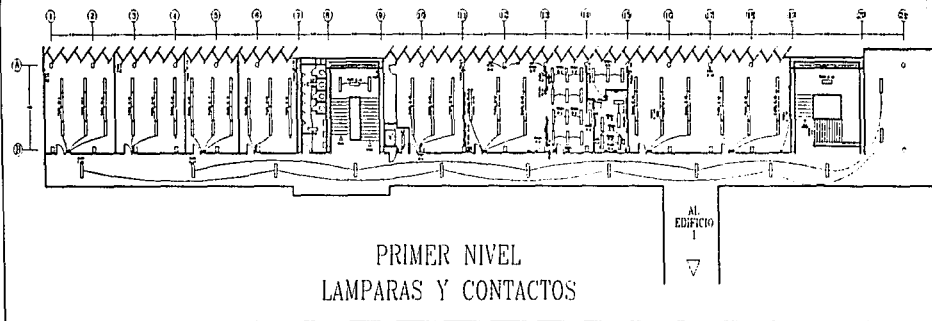
FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 2)
PLANO ACTUALIZADO



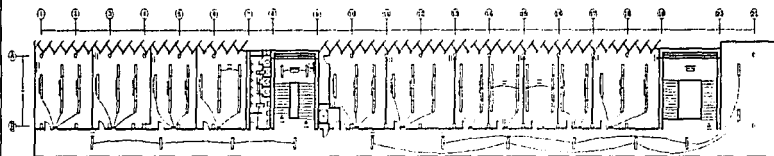
PLANTA PRINCIPAL
LAMPARAS

AL EDIFICIO 1

FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 2)
PLANO ACTUALIZADO

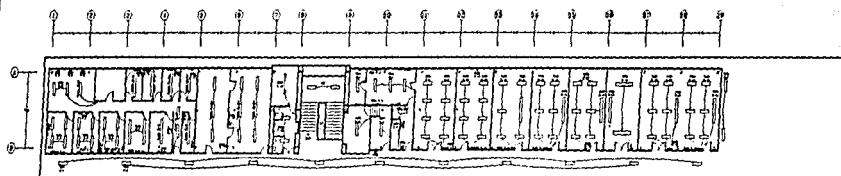


FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 2)
PLANO ACTUALIZADO



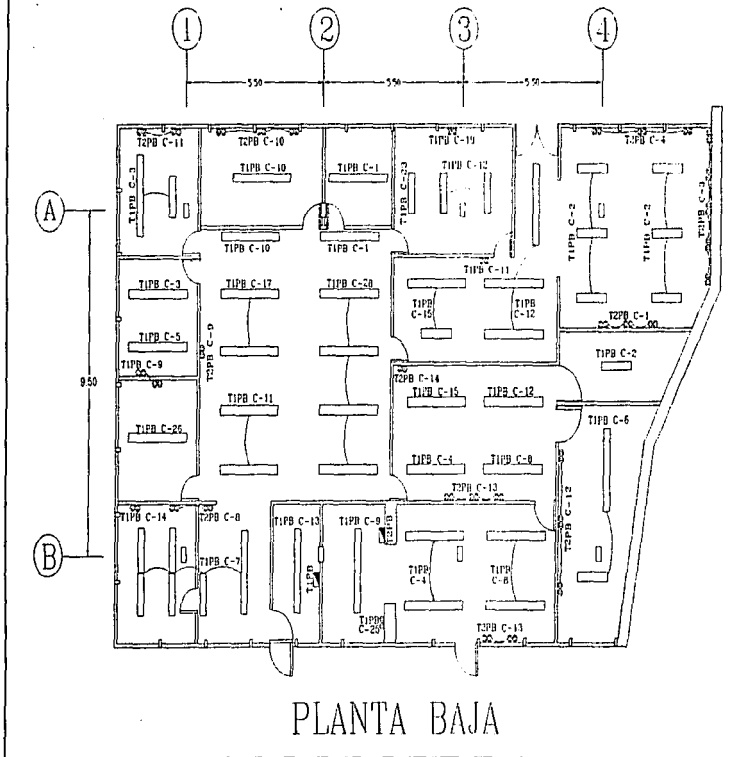
TERCER NIVEL
LAMPARAS Y CONTACTOS

FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 2)
PLANO ACTUALIZADO

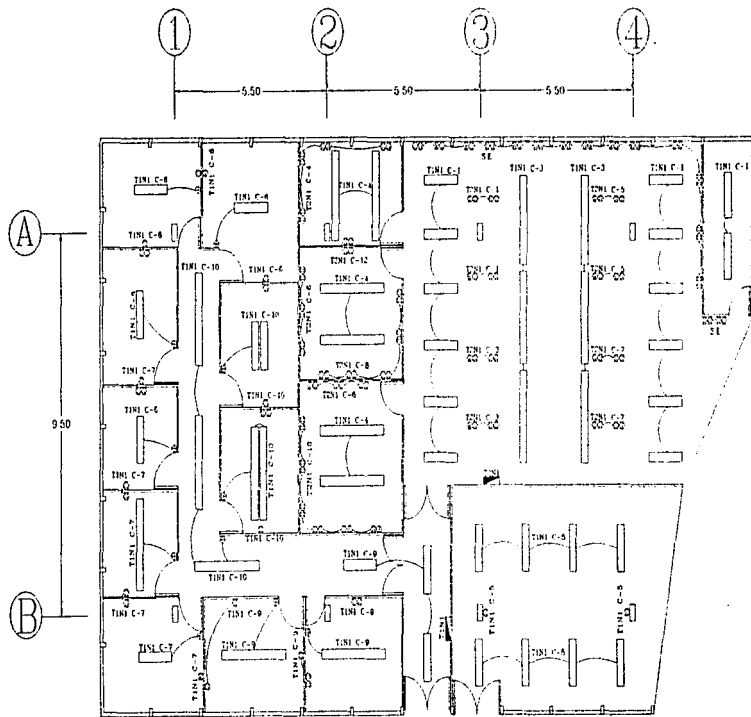


CUARTO NIVEL
LAMPARAS Y CONTACTOS

FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 3) PLANO ACTUALIZADO

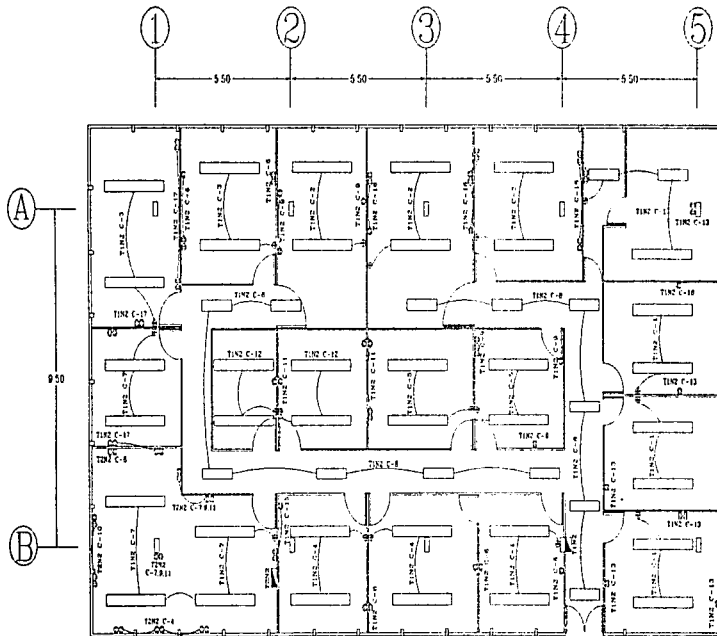


FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 3) PLANO ACTUALIZADO



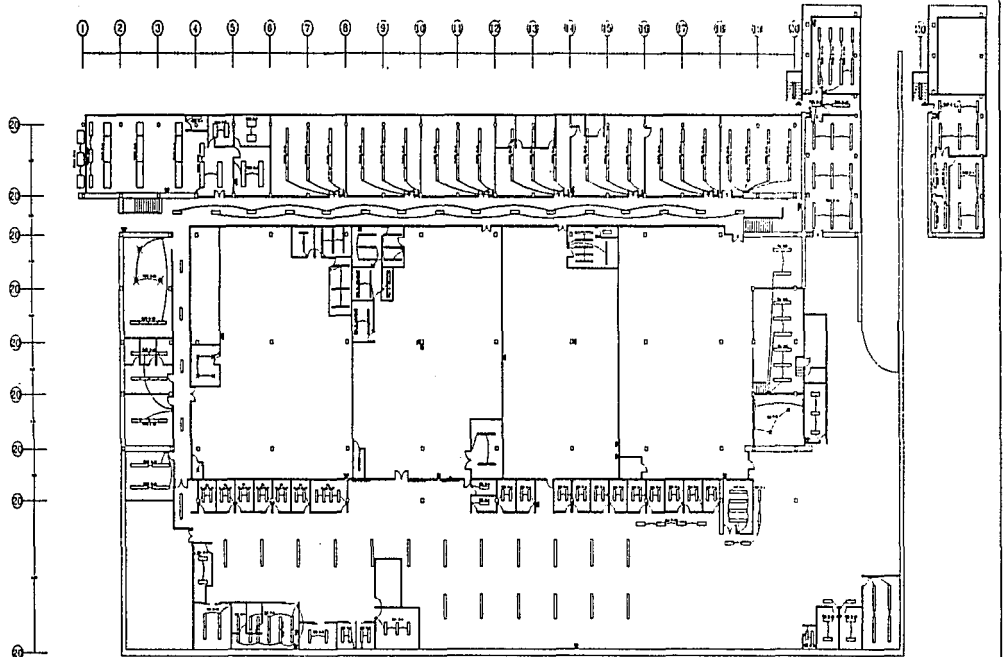
PRIMER NIVEL

FACULTAD DE INGENIERIA PLANO ACTUALIZADO



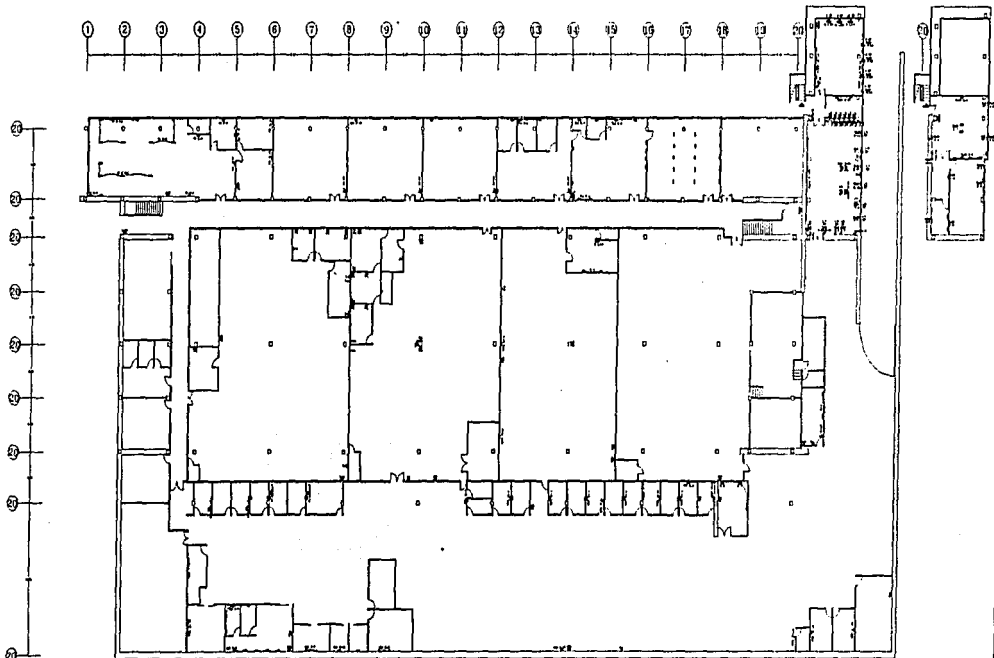
SEGUNDO NIVEL

FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 4)
PLANO ACTUALIZADO



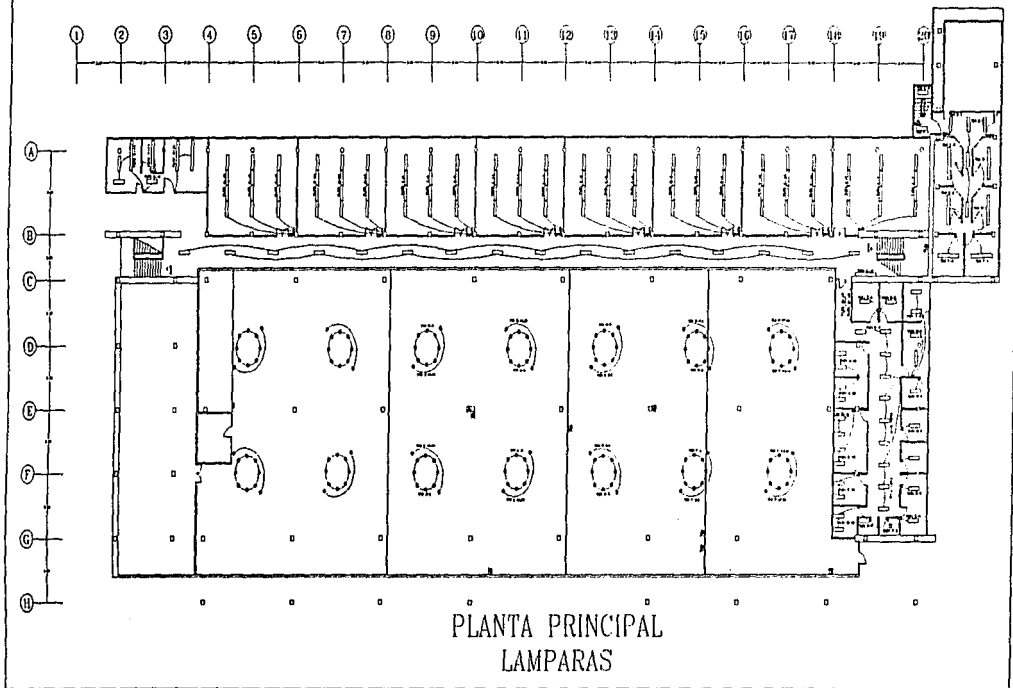
PLANTA BAJA
LAMPARAS

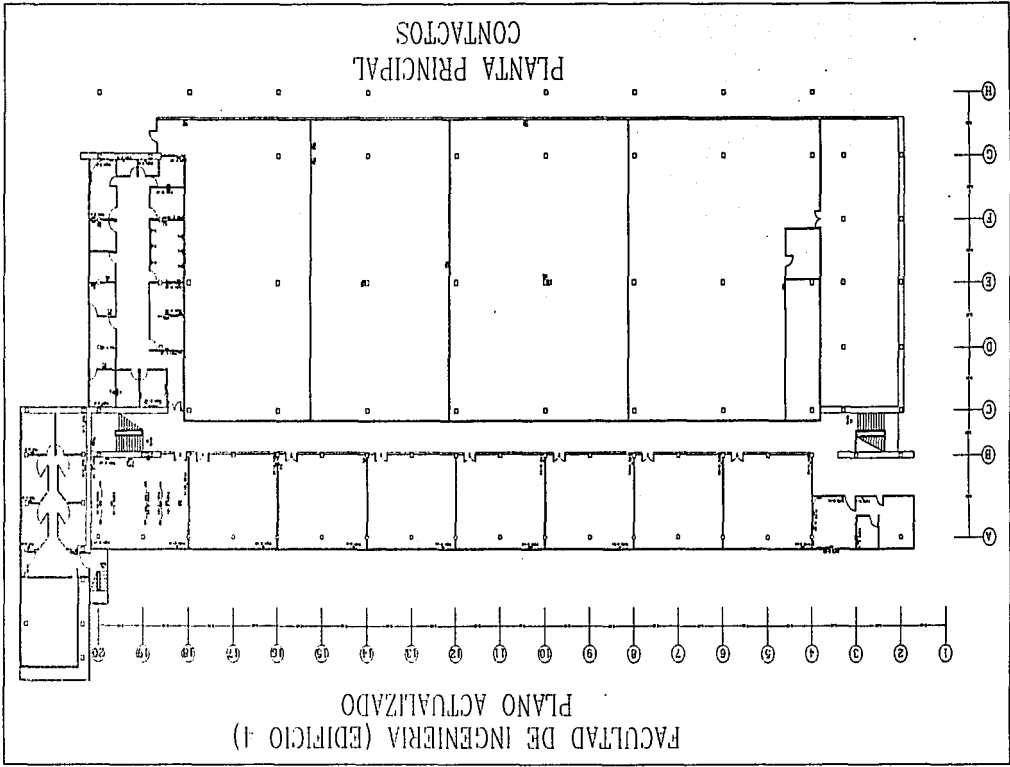
FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 4)
PLANO ACTUALIZADO



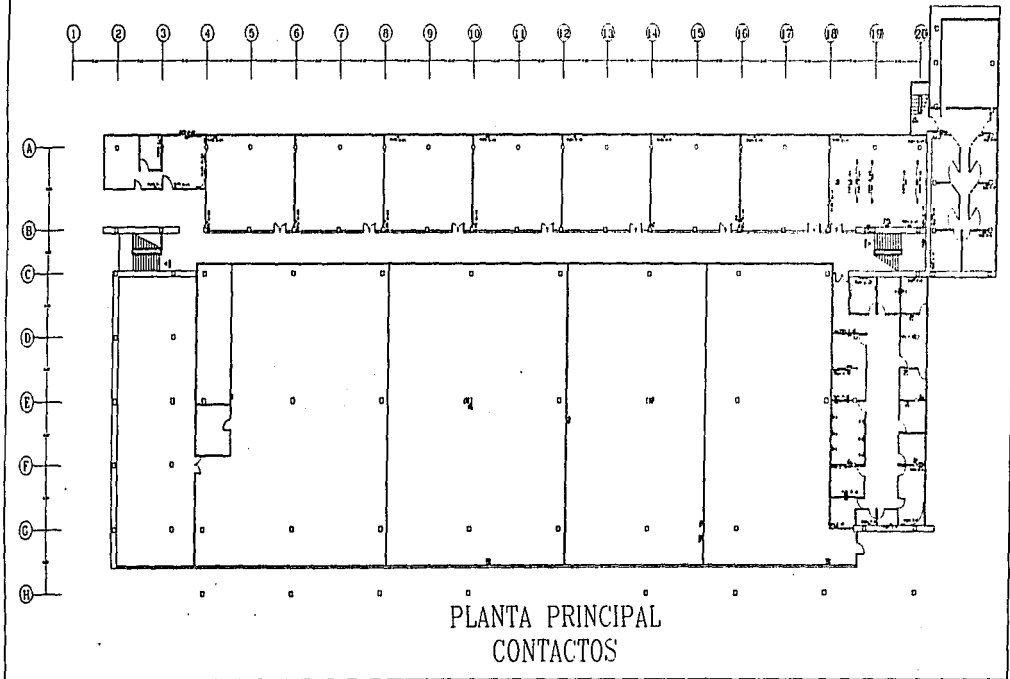
PLANTA BAJA
CONTACTOS

FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 4)
PLANO ACTUALIZADO





FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 4)
PLANO ACTUALIZADO



SIMBOLOGIA

	LUMINARIA FLUORESCENTE TIPO BÚMLINE DE 2X75W EN GABINETE DE 0.3 X 2.44 MTS
	LUMINARIA FLUORESCENTE TIPO BÚMLINE DE 4X40W EN GABINETE DE 0.45 X 2.44 MTS
	LUMINARIA FLUORESCENTE TIPO BÚMLINE DE 2X40W EN GABINETE DE 0.3 X 1.22 MTS
	LUMINARIA FLUORESCENTE TIPO BÚMLINE DE 1X75W EN GABINETE DE 0.19 X 2.44 MTS
	LUMINARIA FLUORESCENTE TIPO BÚMLINE DE 1X40W EN GABINETE DE 0.13 X 2.44 MTS
	LUMINARIA FLUORESCENTE TIPO BÚMLINE DE 1X40W INSTALADA VERTICALMENTE EN COLUMNA 0.19M
	LUMINARIA FLUORESCENTE TIPO CURVALIN DE 40W
	LUMINARIA FLUORESCENTE TIPO BÚMLINE DE 1X30W EN GABINETE DE 0.19 X 0.91 MTS
	LUMINARIA FLUORESCENTE CIRCULAR DE 22W X 22W
	FOCO INCANDESCENTE TIPO SPOT DE 75 W
	FOCO INCANDESCENTE NORMAL DE 150W
	FOCO INCANDESCENTE NORMAL DE 300W
	LAMPARA DE HALOGENO TIPO CUARZO DE 500 W
	APAGADOR TIPO GUINCHO DE 15 AMP UBICADO A 1.20 MTS DEL PISO
	CONTACTO MONOFASICO DE 200V UBICADO A 30CM DEL PISO
	CONTACTO MONOFASICO DUPLEX UBICADO A 30 CMS DEL PISO
	CONTACTO BIFASICO DE 200V UBICADO A 30 CMS DEL PISO
	UNIDAD DE VENTANA
	LINEA DE CONEXION ENTRE LAMPARAS
	TABLERO TRAFASICO DE ALUMBRADO
	NO IDENTIFICADO
	LAMPARA FUNDIDA
	LAMPARA DE EMERGENCIA
	T.M.-C.X
	TABLERO NUMERO DE TABLERO NIVEL NUMERO DE CIRCUITO

NOTASE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUME EL BALASTRO DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (10% DEL TOTAL DE LAS LAMPARAS) TABLA DE EQUIVALENCIA EMPLEADA

LUMINARIA FLUORESCENTE DE 2X75 WATTS = 187.5 WATTS TOTALES
LUMINARIA FLUORESCENTE DE 1X75 WATTS = 187.5 WATTS TOTALES
LUMINARIA FLUORESCENTE DE 4X40 WATTS = 200 WATTS TOTALES
LUMINARIA FLUORESCENTE DE 2X40 WATTS = 160 WATTS TOTALES
LUMINARIA FLUORESCENTE DE 1X40 WATTS = 80 WATTS TOTALES
LUMINARIA FLUORESCENTE DE 1X30 WATTS = 30 WATTS TOTALES
LUMINARIA FLUORESCENTE CIRCULAR DE 22 WATTS = 40 WATTS TOTALES
LUMINARIA FLUORESCENTE CIRCULAR DE 22 WATTS = 27.5 WATTS TOTALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO P.U.F. U.N.A.M.	DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA PROYECTO: USO RACIONAL DE LA ENERGIA	FECHA: 30/11/98 ESCALA: 1:100
UBICACION: PLANTA PRINCIPAL EDIFICIO 2	CONTENIDO: IDENTIFICACION DE CARGAS	COTAS: MTS

1.4 DESCRIPCION DEL PAQUETE Y EQUIPO DE COMPUTO

Desde que en 1952 el Instituto Tecnológico de Massachusetts consiguió que el computador Whirlwind dibujara unas sencillas figuras en un tubo de rayos catódicos de T.V., la utilización de las computadoras, tanto en el campo de dibujo y diseño asistido por computadora (CAD), ha experimentado una veloz progresión que apunta hacia límites que no son imaginables, ya que cada día existen nuevas tecnologías que permiten superar en gran medida lo actualmente existente.

Dentro los programas más representativos de CAD y el que se utilizó para la elaboración de los planos de la Facultad de Ingeniería es el programa AUTOCAD de AUTODESK. Sus características técnicas, su facilidad para el aprendizaje y su voluntad de expansión en el mundo del CAD fueron elementos suficientes para su elección además de que es el programa número uno en el mundo.

La versión utilizada del AUTOCAD es la 12 (AUTOCAD V.12). El programa cuenta con elementos suficientes para poder desarrollar cualquier tipo de proyecto, ya sea mecánico o de construcción ya que su arquitectura interna es abierta, lo que permite crear menús personalizados y programas de aplicación. Con lo anterior, es posible ampliar AUTOCAD en función de las necesidades particulares.

Las órdenes (comandos) de AUTOCAD son fáciles de asimilar. Los diálogos de pantalla, los menús desplegables y los menús de símbolos ofrecen gran comodidad de manejo, aún en situaciones complejas.

AUTOCAD funciona bajo los sistemas operativos MS-DOS, PC-DOS, OS-2, UNIX, AEGIS Y VWS. Bajo MS-DOS, PC-DOS, la configuración mínima es una computadora con 640 K de memoria (RAM), coprocesador matemático, disco duro de 10 MB y un puerto serie-paralelo. La introducción de datos se realiza mediante ratón o tablero digitalizador. Además, necesita un monitor con tarjeta gráfica y un trazador (plotter) o una impresora gráfica.

La necesidad de diseñar métodos más ágiles de dibujo dentro del ambiente de trabajo del AUTOCAD llevó a crear un programa de utilerías CAD.

Utilería CAD es una serie de rutinas escritas en el lenguaje AUTOLISP que aceleran el proceso de diseño utilizando el programa de dibujo AUTOCAD V.12. Las utilerías CAD proporcionan una serie de herramientas en español fáciles de usar y aprender, que permiten al operador de CAD realizar su trabajo con mayor rapidez y eficiencia.

Las utilerías CAD toman en cuenta las características y normas de dibujo más usadas en México. Contiene una librería de símbolos de tipo arquitectónico, de ambientación, constructivo, de instalación eléctrica y de instalación sanitaria.

El programa de utilerías CAD requiere de 8 Mbytes de memoria libre en el disco duro de la computadora para ser utilizado.

El equipo de cómputo requerido para la elaboración de planos debe contar con características específicas que permitan aprovechar al máximo el programa CAD así como las utilerías. Las características de la computadora deben ser las siguientes:

-Computadora 486 DX2 o PENTIUM.

-22 Mbytes de memoria libre para cargar en el disco duro AUTOCAD V.12 y las utilerías CAD.

8 Mbytes libres en disco duro para poder correr los programas sin temor a que no se puedan cargar algunas rutinas.

CAPITULO II

DIAGNOSTICO ENERGETICO

2.1 CONSIDERACIONES DEL DIAGNOSTICO ENERGETICO

El ahorro de energía no puede llevarse a cabo si no se conoce dónde y cómo se está utilizando. En la mayoría de los casos, el establecimiento de este punto de partida requiere de una inspección y un análisis energético detallado de los consumos y pérdidas de energía, este análisis es conocido como DIAGNOSTICO ENERGETICO. El diagnóstico energético es una de las primeras actividades a realizar dentro de un Programa de Ahorro de Energía.

En general, un diagnóstico energético consiste en conocer cómo se está utilizando la energía, cuánto se paga por ella y finalmente, proporcionar un programa para efectuar cambios en las condiciones de operación que resulten en una disminución de los consumos. El diagnóstico energético es complejo e interesante, ya que se encuentra una gran variedad de equipo presente en las instalaciones, como son: luminarias, motores, computadoras, impresoras, copiadoras, máquinas de escribir, etc..

Es necesario que se tenga información especializada sobre el proceso y equipos que se van a evaluar, esto con la finalidad de tener los parámetros de referencia adecuados y conocer las alternativas tecnológicas que actualmente existen.

Una de las principales recomendaciones en la ejecución de un diagnóstico energético, es la seguridad del personal y de las instalaciones, es necesario contar con todos los implementos de seguridad dependiendo de la actividad a realizar, como son: zapatos de seguridad, guantes, mascarilla, lentes, casco, etc..

En México se usan cuatro niveles de diagnóstico energético, 0, 1, 2, y 3.

El nivel 0 o prediagnóstico, es aplicable en países en vías de desarrollo en donde no hay cultura de ahorro de energía y en donde con una rápida evaluación, se detectan y se hacen propuestas para tener un buen ahorro de energía sin entrar en muchos detalles, mediciones o investigaciones. Un diagnóstico energético de este nivel, lleva a una persona, un par de días.

Los otros tres niveles son utilizados en varios países del mundo, específicamente en los europeos. Los tiempos que llevan estos diagnósticos energéticos para unas tres personas son respectivamente dos semanas, dos meses y dos semestres.

El paso de un nivel a otro superior significa mayor probabilidad de ahorro de energía, así como mayor precisión en las estimaciones y medidas propuestas.

Los factores más importantes que determinan un nivel energético son:

- a) TRABAJO.- Intensidad, dificultad y tiempo que lleva el estudio a un equipo diagnosticador (de tres a cuatro personas).
- b) MEDICIONES.- Cantidad y precisión en su realización.
- c) Profundidad de las investigaciones y pruebas.
- d) Cantidad de los elementos a evaluar.
- e) PRECISION.- Resultado de los levantamientos de cargas (levantamiento eléctrico).
- f) PROPUESTAS.- Proposición de tecnologías complejas o de punta.
- g) Expresión dinero - tiempo.

En todos los casos anteriores no existe una regla a seguir, por lo que, el criterio que se tenga nos dará el efecto y por consiguiente los resultados para el buen uso de la energía.

Según lo mencionado anteriormente el diagnóstico aplicado al presente estudio es un DIAGNOSTICO NIVEL 2 y en donde se empleará la metodología empleada por la Comunidad Económica Europea, aplicada en sus diagnósticos en México por la CONAE (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía).

Los pasos a seguir son:

A) PRELIMINARES.

- Entrevista con autoridades
- Recorrido de reconocimiento
- Preparación de formatos

B) REVISION Y ANALISIS DE CONSUMOS (HISTORICO-ESTADISTICOS).

- Consumo mensual
- Demanda máxima
- Tarifas aplicables

C) PERFIL DE CARGA DE DIA TIPICO.

- Se estimarán los perfiles típicos derivados, principalmente de los usos, costumbres y prácticas de la Facultad de Ingeniería (esta información se obtendrá en el punto 2.3 Medición).

D) MEDICIONES.

- Definición de mediciones a efectuar.
- Análisis de mediciones
(Puntos 2.3, 2.4 y 2.5)

E) EVALUACION DE USOS, PRACTICAS Y COSTUMBRES.

- Revisión de inmueble para determinar desde el punto de vista operativo su influencia sobre el consumo de energía.
- Establecimiento de opciones de cambio y detección de áreas de oportunidad de ahorro de energía.

F) ANALISIS TECNICO, ECONOMICO Y FINANCIERO.

- Del proyecto de ahorro de energía, se hará un análisis técnico-económico y financiero sobre su conveniencia y factibilidad.
- Estimación de costos de inversión.

G) ESTIMACION DE VOLUMENES.

- Selección de opciones
- Estimación de precios

H) VALOR DE AHORROS ESPERADOS.

Los puntos E,F,G y H serán tratados en los capítulos 4 y 5 del presente trabajo.

La iluminación es un área de oportunidad de ahorro de energía con un alto potencial, ya que en la mayoría de las ocasiones se utiliza ineficientemente o innecesariamente su uso eficiente y racional es de gran ayuda para ir creando una culta de ahorro de energía.

Es necesaria la elaboración de un inventario completo de todas las lámparas que existan, las horas de operación, identificar aquellas que estén encendidas innecesariamente o lugares en donde por seguridad falte iluminación, ya que no se busca reducir el confort con estas acciones, sino darle un uso eficiente a la iluminación de acuerdo al tipo de lugar y actividad, se puede sugerir la instalación de apagadores, sensores e presencia o algún control automático.

Una vez realizada la entrevista con las autoridades de la Facultad de Ingeniería en donde se hizo de su conocimiento del estudio a realizar y haciendo un recorrido por las instalaciones, se procede a la realización del formato a utilizar en el diagnóstico energético el cual se presenta a continuación.

Fecha: _____ Responsable de la encuesta: _____ Dependencia: _____
Edificio: _____

Nivel: _____
Identificación el local: _____

Estado del Clima: Soleado () Medio Nublado () Nublado () Hora: _____

GENERALIDADES

1.- Uso preponderante del recinto:

Aula () Oficina () Taller () Laboratorio () Servicios ()

2.- Edad promedio de sus ocupantes (años):

Menos de 40 () 40 a 45 () Mayores a 55 ()

3.- Tonalidad de las paredes:

Claro () Medio () Oscuro ()

4.- Tonalidad del techo:

Claro () Medio () Oscuro ()

5.- Tonalidad del piso:

Claro () Medio () Oscuro ()

6.- Tipo de atmósfera:

Sin polvo () Con polvo () Con mucho polvo ()

7.- Dimensiones del local:

L= _____ m. A= _____ m. H= _____ m

8.- Altura de la fuente luminosa al plano de trabajo: _____ m.
Estimada ()

Comentarios: _____

ILUMINACION NATURAL

9.- Tipo de acceso de luz natural:

Ventanas Unilaterales () Ventanas Bilaterales () Ventanas Multilaterales ()
Domos o Tragaluces () Techo diente de sierra ()

10.- Tipo de cristales en las ventanas:

Transparentes () Traslúcidos () Opacos () Polarizados ()
Ahumados () Otro: _____

11.- Dimensiones de las ventanas:

L= _____ m. A= _____ m.
L= _____ m. A= _____ m.

12.- Distancia del piso a la ventana: _____ m.

13.- Estado de limpieza de las ventanas:

Buena () Regular () Mala ()

14.- Dimensiones horizontales del domo o tragaluz:

L= _____ m. A= _____ m.

15.- Altura o distancia entre el tragaluz y el plano de trabajo: _____ m.

Comentarios: _____

ILUMINACION ARTIFICIAL

16. Tipo de iluminación Artificial:

Fluorescente () Incandescente () HID ()

17.- Tipo de luminaria:

Cerrado con difusor () Cerrado sin difusor () Abierta ()

18.- Otro: _____

19.- Número total de fuentes de luz artificial: _____

20.- Número total de interruptores: _____

21.- Número de fuentes luminosas por interruptor: _____, _____, _____

22.- Horas de usos diarias: _____ hrs.

23.- Especificación d fuentes de luz artificial

Tipo de fuente de luz artificial Instaladas Útiles

MEDICION DE LOS NIVELES DE ILUMINACION

24.- Medición de niveles de iluminación considerando sólo luz natural.

A B C D E F G H

25.- Medición de niveles de iluminación considerando luz natural y artificial.

A B C D E F G H

26.- Medición de niveles de iluminación considerando luz artificial (noche)

A B C D E F G H

27.- Medición de nivel de iluminación incidente en pared. ----- luxes

28.- Medición de nivel de iluminación reflejado en pared. -----luxes

29.- Factor de reflexión en pared. -----%

30.- Medición de nivel de iluminación incidente en pizarrón. -----luxes

31.- Medición de nivel de iluminación reflejado en pizarrón. -----luxes

32.- Factor de reflexión en pizarrón. -----%

33.- Medición de nivel de iluminación incidente en piso. -----luxes

34.- Medición de nivel de iluminación reflejado en piso. -----luxes

35.- Factor de reflexión en piso. -----%

36.- Medición de niveles de iluminación incidentes en techo. -----luxes

37.- Medición de niveles de iluminación reflejado en techo. -----luxes

38.- Factor de reflexión de techo. -----%

FUERZA

39.- Número total de contactos libres.

Monofásicos: _____ Bifásicos _____ Trifásicos: _____

40.- Equipos eléctricos

Equipo	Cantidad	Potencia	Hrs. de uso mensual
--------	----------	----------	---------------------

_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

A pesar de que cada recinto cuenta con un uso preponderante específico, se observan las siguientes generalidades por edificio de acuerdo a la información obtenida del formato de diagnóstico.

EDIFICIO 1

- La edad de sus ocupantes es de menos de 40 años y sólo algunas personas son entre 40 y 50 años.
- la tonalidad de las paredes en las instalaciones ubicadas al sur (lado del circuito) son de tipo claro, aquí predominan las aulas.
- La tonalidad de las paredes en las instalaciones ubicadas al poniente (Fac. Arquitectura) son de tipo oscuro, se cuenta con aulas y laboratorios.
- La tonalidad del techo es de tipo claro y sólo en algunos recintos es de tonalidad media.
- Las instalaciones cuentan con acceso de iluminación natural por medio de ventanas unilaterales y/o bilaterales.
- La mayoría de las ventanas cuenta con cristales transparentes (excepto en el edificio poniente en donde los cristales están pintados de color negro) y con una buena limpieza.
- El tipo de iluminación artificial predominante es la fluorescente y sólo en el estacionamiento y una pequeña área verde se cuenta con iluminación de HID.
- Las luminarias se encuentran en gabinetes cerrados con difusor.

EDIFICIO 2

- La edad predominante de sus ocupantes es de menos de 40 años y los ocupantes con edades de 40 a 50 años aumentan con respecto a los del edificio 1.
- En la totalidad de las paredes predomina el tono oscuro.
- El techo cuenta con una tonalidad clara.
- La atmósfera sin polvo predomina en las instalaciones.
- La iluminación natural es a través de ventanas unilaterales y tragaluces (aulas).
- Los cristales de las ventanas son transparentes u opacos (en los tragaluces) y su limpieza es buena.
- La iluminación artificial de los recintos es de tipo fluorescente, el estacionamiento se encuentra iluminado con lámparas HID y existen luminarias de tipo incandescente para iluminar áreas verdes.
- El tipo de luminaria predominante se encuentra cerrada con difusor.

EDIFICIO 3

- La edad promedio de los ocupantes es de menos de 40 años de edad.
- La tonalidad en las paredes de los recintos es de tipo claro al igual que la tonalidad del techo.
- La atmósfera sin polvo es la predominante en las instalaciones.
- La iluminación natural penetra a través de ventanas unilaterales y bilaterales (sólo en algunos recintos)
- Los cristales de las ventanas son en su totalidad del tipo transparente y con una buena limpieza.
- La iluminación artificial utilizada en este edificio es de tipo fluorescente y las luminarias se encuentran encerradas en su gabinete con un difusor.

EDIFICIO 4

En este edificio se encuentran ubicados los laboratorios y algunas aulas por lo que las características generales se dividen en dos, una para los laboratorios y otra para las aulas.

- La edad promedio de los ocupantes es menor a 40 años tanto en laboratorios como en aulas.
- Los laboratorios cuentan con la tonalidad oscura en sus paredes.
- Las aulas tiene tonalidad oscura y media en sus paredes
- En los laboratorios encontramos los tres tipos de tonalidades en el techo (claro, medio y oscuro).
- Las aulas tienen techos con tonalidades claras y medias
- Una atmósfera con polvo es la localizada en los laboratorios
- En la totalidad de las aulas se tiene una atmósfera sin polvo.
- Los laboratorios cuenta con entrada de iluminación natural por medio de ventanas unilaterales y domos o tragaluces.
- En las aulas la iluminación natural penetra a través de ventanas unilaterales, domos o tragaluces y ventanas bilaterales (sólo algunos recintos).
- Los cristales tanto en los laboratorios como en las aulas son transparentes.
- La limpieza de los cristales de las ventanas correspondientes a los laboratorios es en general mala.
- En lo concerniente a las aulas la limpieza de los cristales de sus ventanas es buena o regular.
- En los laboratorios se cuenta con iluminación artificial proveniente de lámparas fluorescentes, incandescentes y de vapor de mercurio.
- Las aulas cuentan en su totalidad con luminarias fluorescentes.
- Las luminarias cerradas con difusor, abiertas con difusor y totalmente abiertas son las utilizadas en los laboratorios.
- La totalidad de las luminarias fluorescentes de las aulas se encuentran encerradas mediante un difusor.

Además de los datos se tiene los siguientes datos importantes.

DATOS GENERALES

DEPENDENCIA: Facultad de Ingeniería
ACTIVIDAD PREPONDERANTE: Docencia.

DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

DISTRIBUCION DE LAS AREAS

- AREA DEL CONJUNTO:	15 834 m ² .
- AREA CONSTRUIDA:	27 055 m ²
- AREA DE ESTACIONAMIENTO:	837 m ²
- AREAS VERDES.	4 798 m ²

USO Y DISTRIBUCION DE LOS RECINTOS EN LOS EDIFICIOS

- OFICINAS	41.16%
- AULAS	31.63%
- SERVICIOS	15.65%
- TALLERES	7.14%
- LABORATORIOS	4.42%

Se estabilizaron 294 recintos y se consideraron cuatro edificios que son:

EDIFICIO 1	Edificio completo de la entrada principal.
EDIFICIO 2	Edificio de la dirección (incluye biblioteca y auditorio).
EDIFICIO 3	Edificio de CECAFI.
EDIFICIO 4	Edificio de laboratorios

EQUIPO PARA SERVICIOS GENERALES

- SUBESTACION CON CAPACIDAD DE 500 KVA CON SALIDA A 220 VOLTS EN 4 HILOS.

OPERACION DE LA DEPENDENCIA

NUMERO DE ALUMNOS:	10 400
NUMERO DE PROFESORES:	1 200
PROFESORES DE CARRERA	280

Las actividades normales son de lunes a viernes de 7:00 a 22:00 hrs. y los sábados de 7:00 a 13:00 hrs.

Para efectos de este estudio se consideran 15 horas de labores diarias de lunes a viernes y de 6 horas los sábados.

2.2. DESCRIPCION DEL EQUIPO

En base a los datos obtenidos se tiene la siguiente descripción:

DISTRIBUCION DE CARGA

- Iluminación	389 818.75 W
- Fuerza:	862 305.50 W

* NOTA: Existe una carga potencial en los equipos de laboratorio estimado en 435 KW (su factor de utilización es muy bajo).

CARGA TOTAL INSTALADA POR EDIFICIO

	ILUMINACION TOTAL (W)	FUERZA TOTAL (W)	WATTS TOTALES
EDIFICIO 1	118 314.00	271 735.50	390 049.50
EDIFICIO 2	122 870.50	172 180.00	296 550.50
EDIFICIO 3	54 625.50	84 506 00	139 131.50
EDIFICIO 4	94 008.75	332 384.00	426 392.75

DISTRIBUCION DEL TIPO DE LAMPARAS

- Las lámparas fluorescentes representan el 87% de la carga total de iluminación.
- Las lámparas incandescentes representan el 9% del global.
- Las lámparas de HID representan un 4%.

LAMPARAS INSTALADAS

	CANTIDAD	CARGA (W)
No. de lámparas de 6X75W	10	5 625.00
No. de lámparas de 4X75W	20	7 500.00
No. de lámparas de 2X75W	634	118 875.00
No. de lámparas de 1X75W	85	7 968.75
No. de lámparas de 6X40W	11	3 300.00
No. de lámparas de 4X40W	57	11 400.00
No. de lámparas de 2x40W	1608	160 800.00
No. de lámparas de 1X40W	46	2 300.00
No. de lámparas circulares de 32W	16	2 300.00
No. de lámparas circulares de 22W	16	640.00
No. de focos incandescentes de 300 W	16	4 800.00
No. de focos incandescentes de 150W	7	1 050.00
No. de focos incandescentes de 100W	5	500.00
No. de focos incandescentes de 75W	68	5 100.00
No. de focos incandescentes de 20W	21	420.00
No. de lámparas de vapor de mercurio de 1000W	28	28 000.00
No. de lámparas de vapor de sodio de 200W	112	22 400.00
Otro tipo de lámpara		<u>8 700.00</u>
		389 818.75

DISTRIBUCION DE CARGAS DE FUERZA

- La mayoría de la carga de fuerza es mediante contactos monofásicos con bajo factor de utilización (principalmente aulas).
- La carga de equipo de cómputo es la más importante y representa un 17% de la carga total de fuerza.

CARGA DE FUERZA INSTALADA

Equipo de laboratorio	435 090.00
Contactos monofásicos	187 200.00
Computadoras	50 258.00
Contactos trifásicos	40 000.00
Máquina de imprenta	35 520.00
Cafeteras	21,950.00
Calefactores	20 500.00
Impresoras	17 129.00
Fotocopiadoras	16 250.00
Sacapuntas eléctrico	10 080.00
Motores eléctricos	4 900.00
Máquinas de escribir	4 092.00
Ventiladores	3 129.00
Contactos bifásicos	3 000.00
Parrillas Eléctricas	2 600.00
Refrigerador	2 350.00
Enfriador-calefactor	2 300.00
Reguladores	1 477.00
Equipos de fax	1 460.00
Sumadoras	960.00
Unidades de ventana	<u>1 500.00</u>
	862 305.50

2.3. MEDICION

Las mediciones se efectuarán en los recintos (mediciones de iluminación) y en la subestación (mediciones para monitorear el consumo de energía).

El número de mediciones que se realicen son de acuerdo al criterio del auditor, así como el tiempo que se requiera para monitorear el consumo de energía.

MEDICION DE ILUMINACION

La iluminación sobre una superficie puede medirse con suficiente precisión por medio de un luxómetro. El luxómetro consta de un galvanómetro y un dispositivo sensible a las radiaciones luminosas e infrarrojas, acoplados eléctricamente. Dado que las radiaciones infrarrojas son indeseables en la medición, es necesario introducir un filtro que absorba las radiaciones de este tipo para que las celdas no sean excitadas.

El luxómetro puede ser de dos clases según sea el tipo de dispositivo sensible que utilice:

- Luxómetro de celda fotoeléctrica.
- Luxómetro de celda fotovoltaica.

Ambos luxómetros transforman las radiaciones caloríficas y visibles en electricidad.

Las mediciones de iluminación deben ser de tal manera que la cara del luxómetro sea normal a los rayos de incidencia, o en su defecto habrá que multiplicar la lectura por el coseno del ángulo de incidencia.

El luxómetro de celda fotoeléctrica basa su funcionamiento en la emisión termoiónica de electrones por los metales cuando se ilumina el metal con una luz de longitud de onda pequeña. De esta manera es posible medir la iluminación en determinado punto sobre un área alejada de una fuente luminosa, si se le conecta en serie un galvanómetro y una diferencia de potencial, que impulse a los electrones hacia el cátodo, de manera que se tenga una corriente eléctrica proporcional a la iluminación incidente sobre la celda. La carátula del galvanómetro está graduado en luxes.

La intensidad de corriente que puede obtenerse con una celda fotoeléctrica es del orden de algunos microamperes por cada lumen de flujo luminoso.

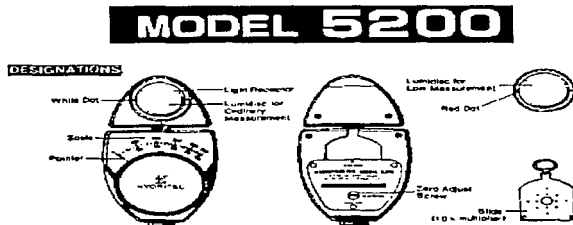
El otro tipo de celda fotoeléctrica llamada celda fotovoltaica está formada por una capa de óxido de cobre entre un disco de cobre y una delgada capa traslúcida de oro o plata. El óxido de cobre constituye un material semiconductor (también puede ser selenio) que tiene la propiedad de emitir electrones cuando sobre su superficie inciden radiaciones electromagnéticas entre 3000 y 7000 nm. Una delgada capa de unos 0.05 mm de espesor se deposita sobre una de las capas portadoras de hierro o de aluminio, el contraelectrodo es también una capa de metal translúcido.

La luz que pasa a través de la delgada capa metálica atrae hacia ésta electrones de óxido de cobre, teniéndose una diferencia de potencial entre el disco de cobre y la laminilla, proporcional a la cantidad de iluminación que incide sobre su celda. Como la carátula de galvanómetro se gradúa en luxes, se pueden tener mediciones directas de iluminación.

La mayoría de las luxómetros actuales llevan una cubierta protectora difusora sobre la laminilla translúcida con objeto de medir correctamente la luz que llega de todas direcciones.

El luxómetro a utilizar para la medición de la iluminación en los recintos es del tipo de celda fotovoltaica de la marca Kyoritsu 5200 como el mostrado en la figura 2.31.

FIG. 2.31 LUXOMETRO
KYORITSU



Este luxómetro tiene las siguientes características:

- | | | |
|--------------------------------|-------------|--|
| - RANGO: | Bajo | 0-1000 lux (escala roja) |
| | Ordinario | 0-5000 lux (escala negra) |
| | Alto | 0-50000 lux (escala negra con placa 10x) |
| - PRECISION: | | +/-10% |
| - ANGULO PERMITIDO: | | 30 GRADOS CON ERROR MENOR AL 3% |
| | | 60 GRADOS CON ERROR MENOR LA 10% |
| - CONDICIONES DE:
OPERACION | TEMPERATURA | 0-40 grados centigrados |
| | HUMEDAD | 45-85% |

En las mediciones de iluminación se debe esperar a que el luxómetro se estabilice antes de tomar la lectura y se debe tener cuidado en que la persona que toma la lectura no influya de alguna forma en la lectura (produciendo sombra por ejemplo). Las mediciones a realizar son las siguientes:

- Medición de niveles de iluminación considerando solo luz natural (día)
- Medición de niveles de iluminación considerando luz natural y luz artificial
- Medición de niveles de iluminación considerando luz artificial (noche)

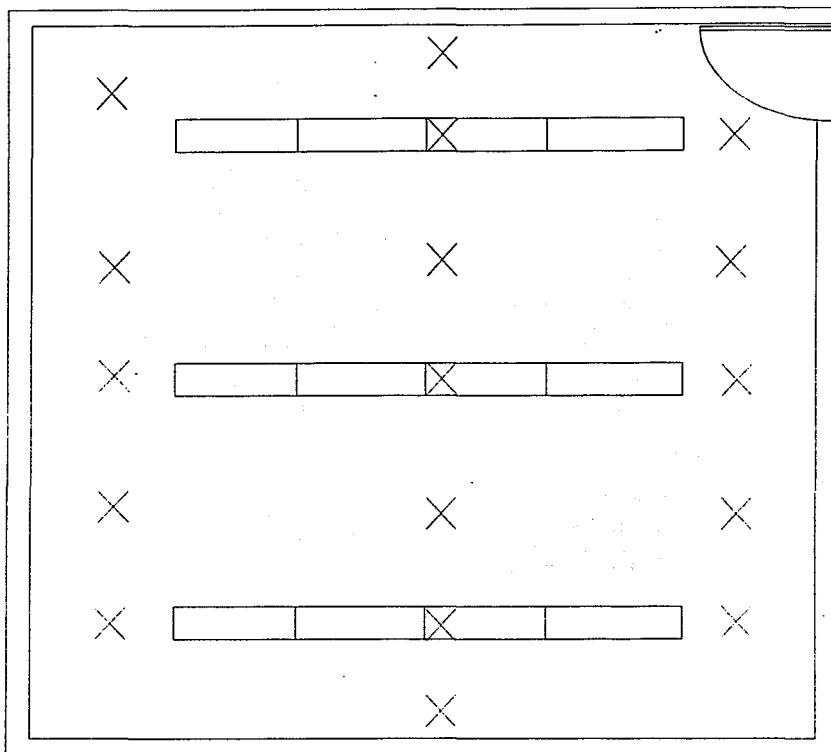
Las mediciones anteriores son a una altura de 75 centímetros del piso (considerando como plano de trabajo) y se realizan un mínimo de 8 mediciones.

- Medición de nivel de iluminación incidente en pared
- Medición de nivel de iluminación reflejado en pared
- Factor de reflexión en pared
- Medición de nivel de iluminación incidente en pizarrón
- Medición de nivel de iluminación reflejado en pizarrón
- Factor de reflexión en pizarrón
- Medición de nivel de iluminación incidente en piso
- Medición de nivel de iluminación reflejado en piso
- Factor de reflexión en piso
- Medición de nivel de iluminación incidente en techo
- Medición de nivel de iluminación reflejado en techo
- Factor de reflexión en techo.

Las mediciones en pared y pizarrón son a una altura de 1.80 mts. del piso, para medir el nivel reflejado se toman medidas a 2 y 3 pulgadas y después se dividen entre dos para tener el valor a utilizar.

A continuación se muestra un croquis de un salón y los puntos donde es conveniente tomar medidas.

CROQUIS DE UN SALON Y LOS PUNTOS DONDE ES CONVENIENTE TOMAR MEDIDAS



El factor de reflexión es el cociente de dividir el flujo luminoso reflejado por la superficie y el flujo luminoso incidente en ella y se expresa en por ciento.

$$r = \frac{\text{flujo luminoso reflejado}}{\text{flujo luminoso incidente}} \quad (\%)$$

Este factor es importante para conocer el grado de iluminación que se puede reflejar para "ayudar" a las lámparas en la iluminación.

Se dice que un rayo de luz es reflejado cuando la superficie donde incide lo regresa. Existen cuatro tipos de reflexión: Especular, Difusa, Difusa dirigida y Mixta. Fig 2.32.

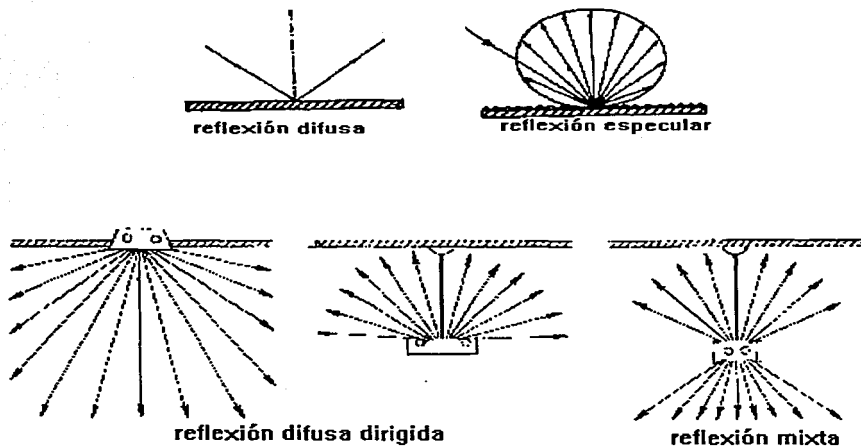


FIG. 2.32 TIPOS DE REFLEXION

MEDICION DE ENERGIA

Las mediciones de consumos de energía son tomadas directamente de los wathorímetros con que cuenta la subestación de la Facultad de Ingeniería y cuyas mediciones en kilowatts hora en cada uno de los meses (de enero a octubre) de 1996.

Por otro lado, se conectó un analizador de redes trifásico modelo 3950 (mostrado en la fig. 2.33).

Este analizador de redes cuenta con transformadores de potencia y de corriente integrados lo que permite medir los siguientes parámetros del sistema:

- VOLTAJE RMS DE 10 a 600 VOLTS.
- CORRIENTE RMS DE 10mA A 2400 AMPERES
- POTENCIA APARENTE DE 0 A 999.9 MVA
- POTENCIA ACTIVA DE 0 A 999.9 MW
- POTENCIA REACTIVA DE 0 A 999.9 MVAR
- FACTOR DE POTENCIA DE 0 A 1 ADELANTADO O ATRASADO
- FRECUENCIA DE 0 A 1000 HERTZ.

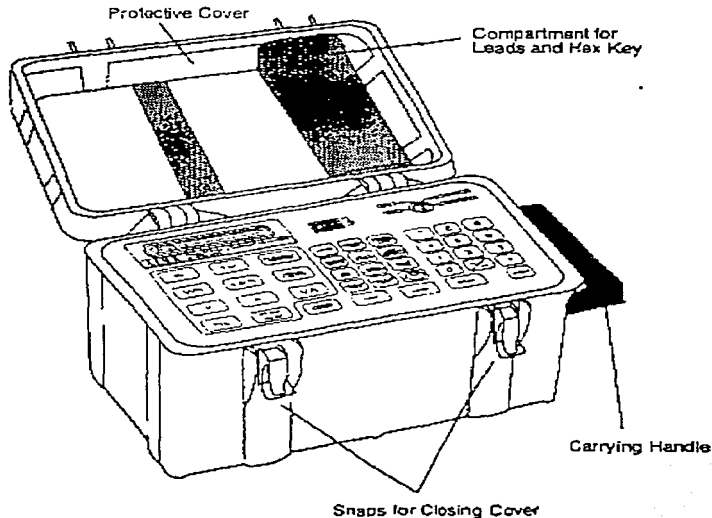


FIG. 2.33 ANALIZADOR DE REDES

Los valores de voltaje, corriente y potencia son proporcionados por fase (A, B y C) o como totales (la suma de A, B y C).

El analizador de redes 3950 es programado para tomar los valores de los parámetros antes señalados según el tiempo que se requiera de monitores, pueden ser horas, días o semanas.

Se debe tener mucho cuidado en las conexiones tanto de las barras como a las entradas del equipo ya que por una parte se puede provocar un corto circuito que dañe al equipo y deje fuera de servicio a la subestación y por otra que además es la más grave es que la persona a cargo de la conexión reciba una descarga eléctrica por lo que se recomienda tomar el mayor número de precauciones y realizar la conexión con el equipo de protección adecuado como guantes, cascos, lentes, zapatos, etc.

2.4 GRAFICACION

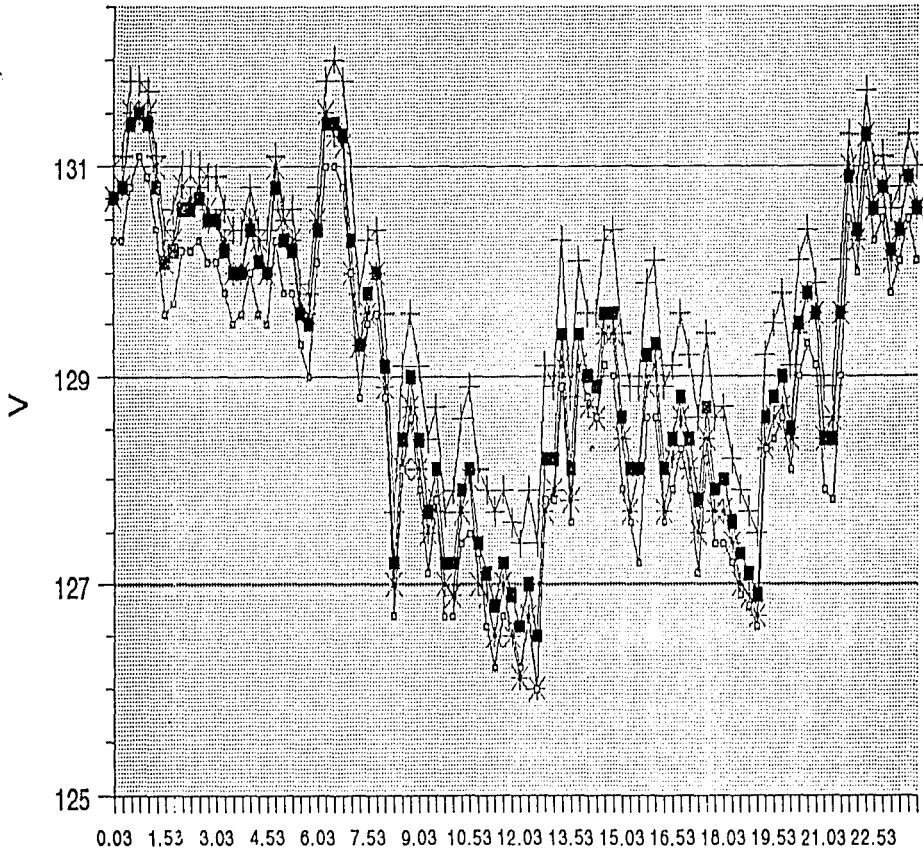
La graficación se realiza a través de un programa de computadora, la cual se conecta al analizador de redes para transmitir los datos que se recabaron de las mediciones.

Las gráficas que se presentan son en base a un día típico de labores y son las siguientes:

- VARIACION DE VOLTAJE
- VARIACION DE CORRIENTE
- VARIACION DE CORRIENTE TOTAL
- DEMANDA
- DEMANDA TOTAL
- CONSUMOS
- CONSUMOS TOTALES
- CONSUMOS ACUMULADOS
- FACTOR DE POTENCIA
- FRECUENCIA

Variación de Voltaje

Facultad de Ingeniería

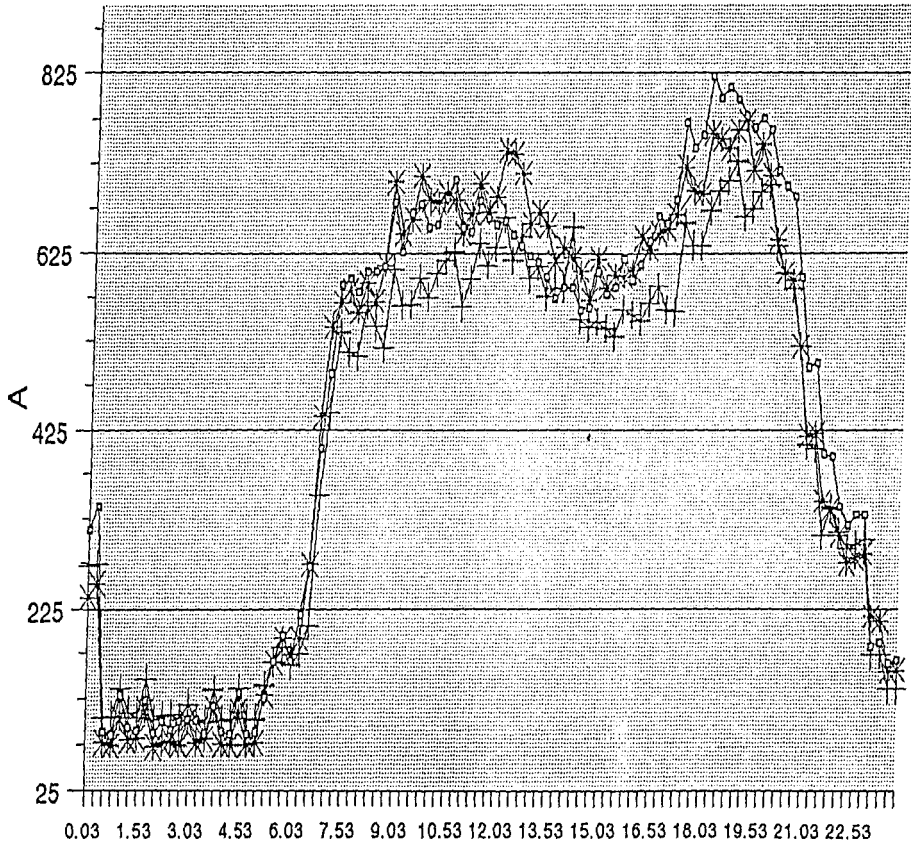


Horas

□ UA + UB * UC ■ UT

Variación de Corriente

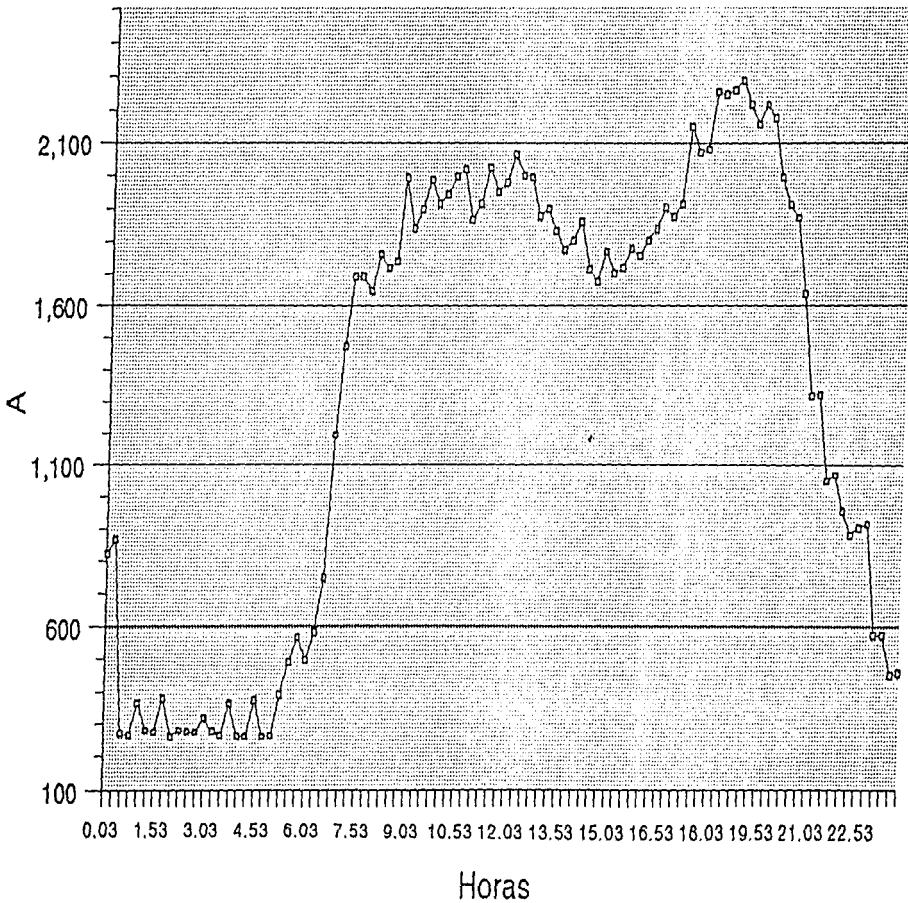
Facultad de Ingeniería



□ IA + IB * IC

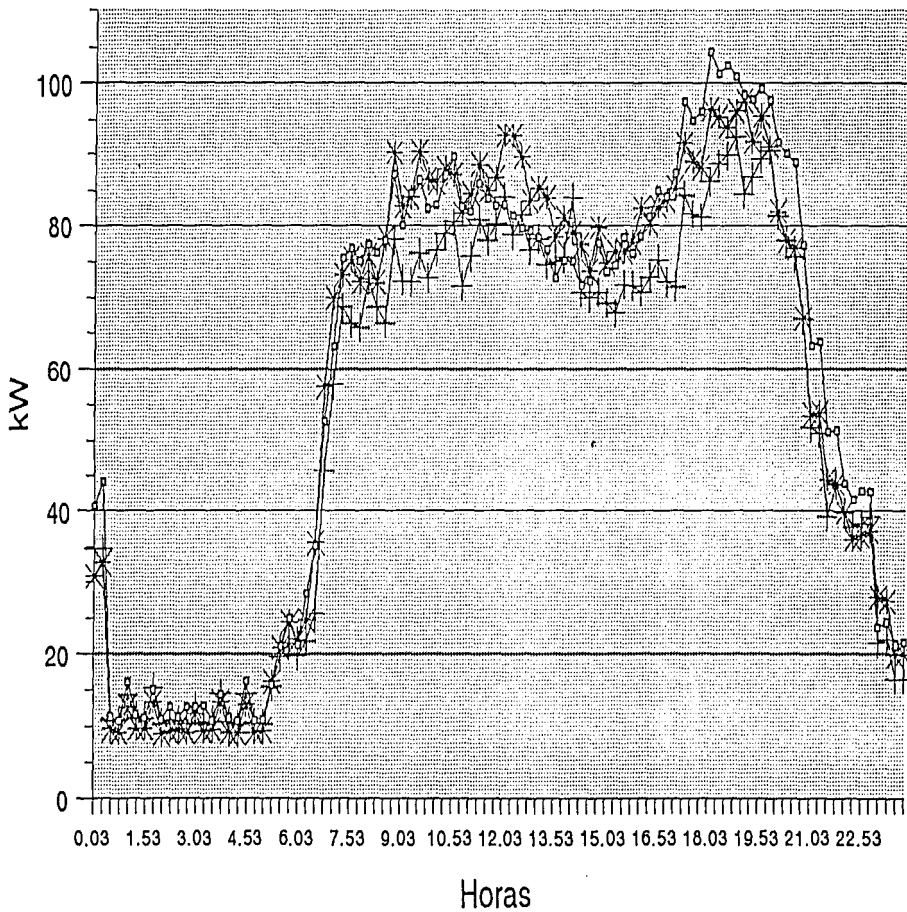
Variación de Corriente Total

Facultad de Ingeniería



Demanda

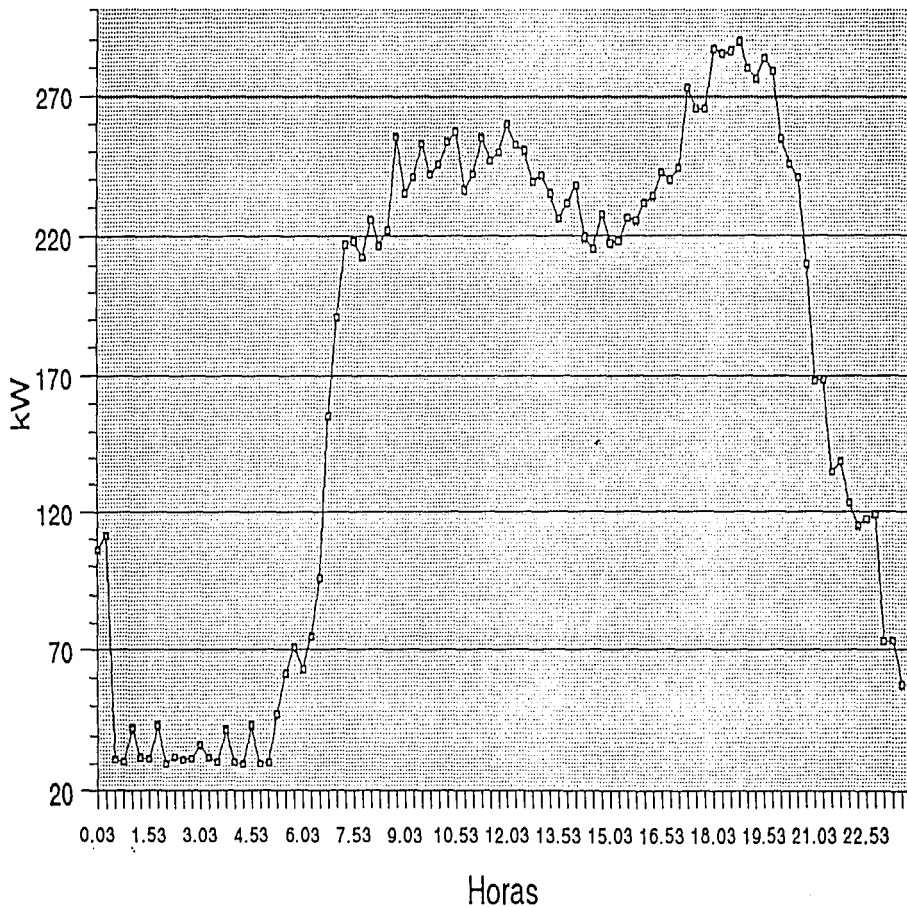
Facultad de Ingeniería



□ kWA + kWB * kWC

Demanda Total

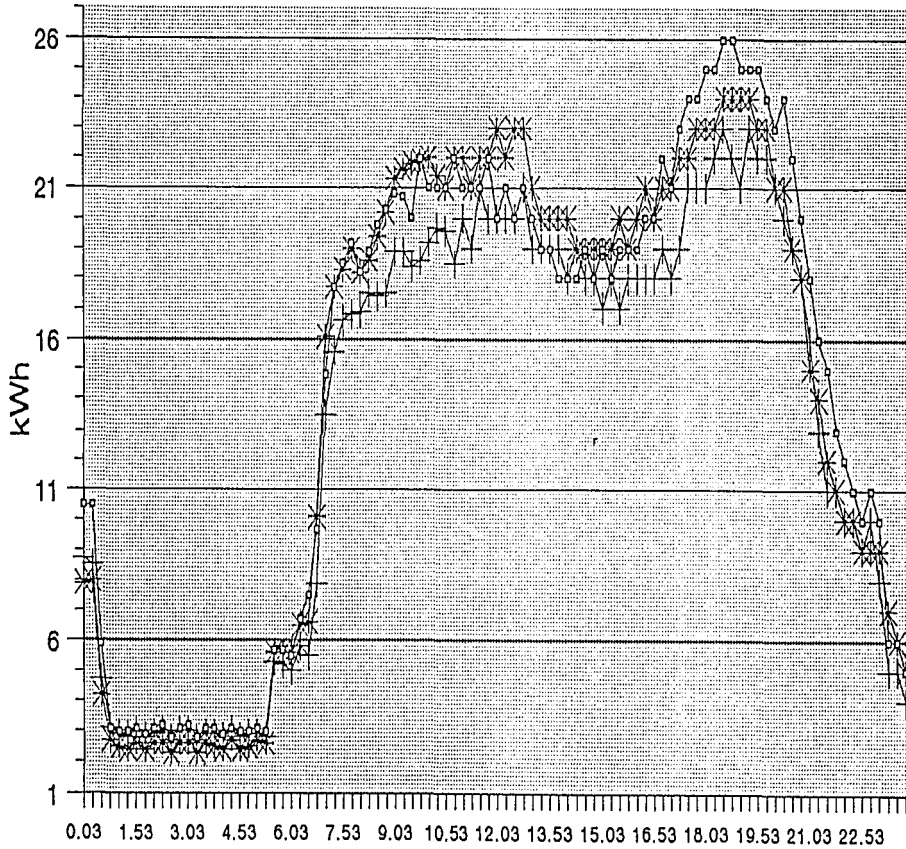
Facultad de Ingeniería



□ kWT

Consumos

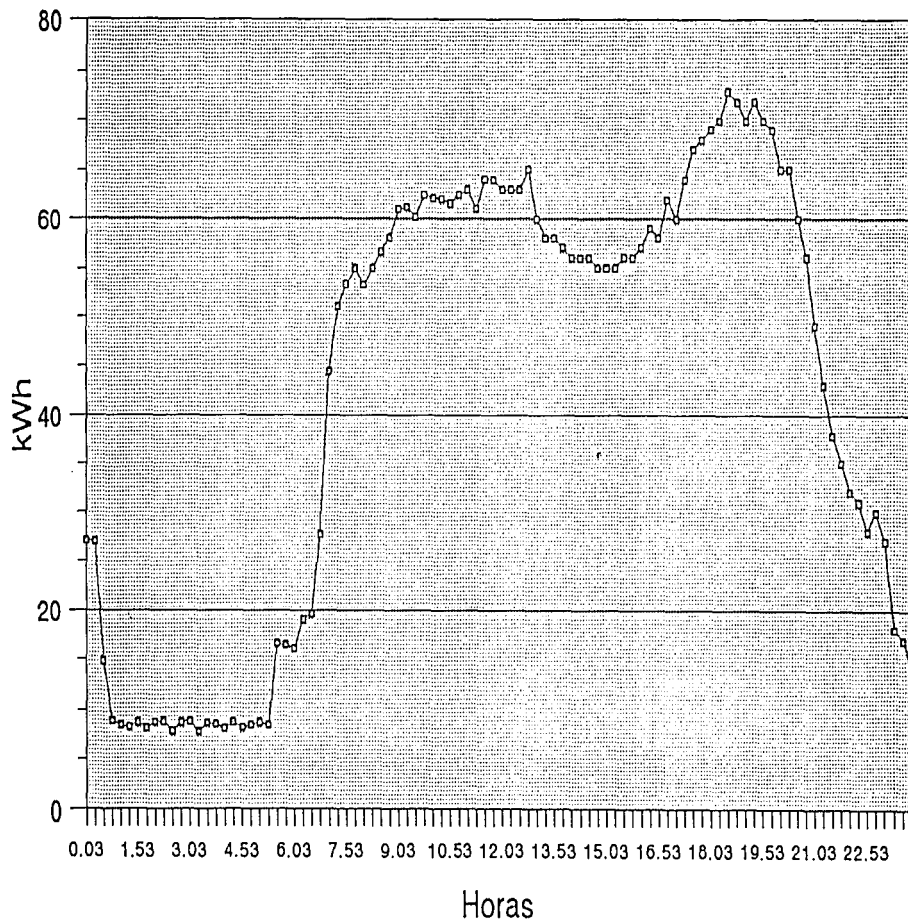
Facultad de Ingeniería



□ kWhA + kWhB * kWhC

Consumos Totales

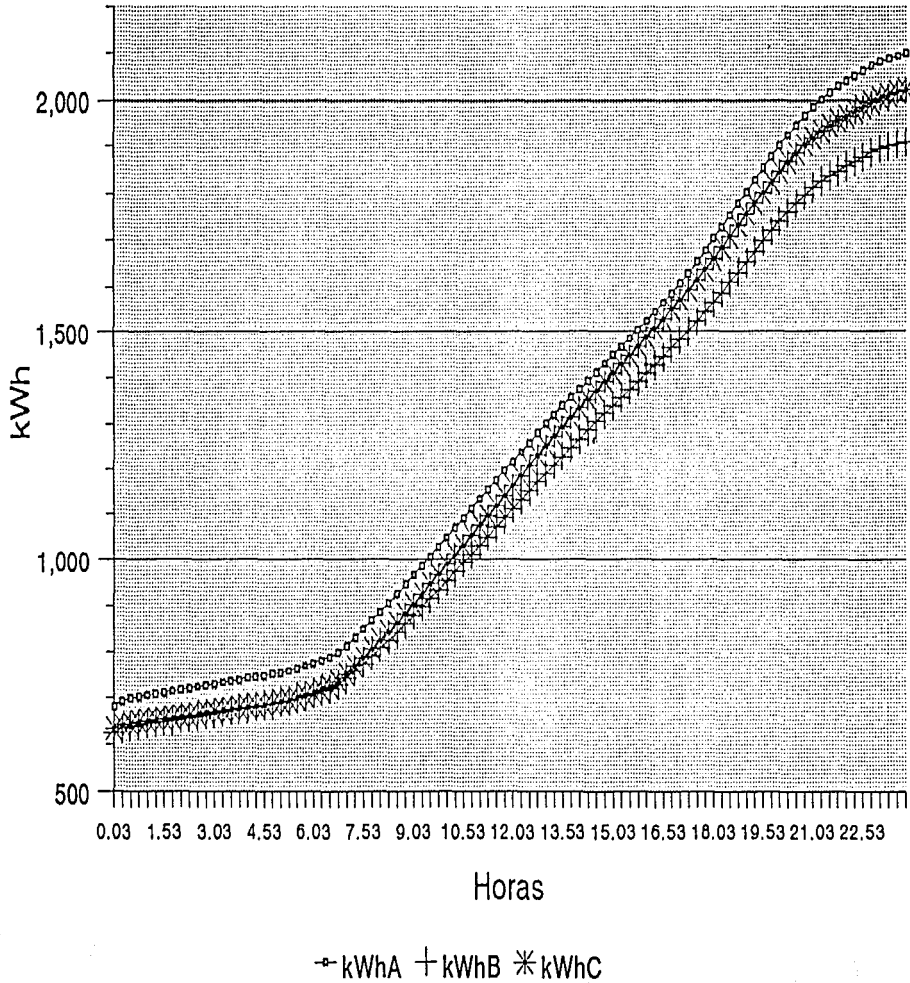
Facultad de Ingeniería



-□- kWhT

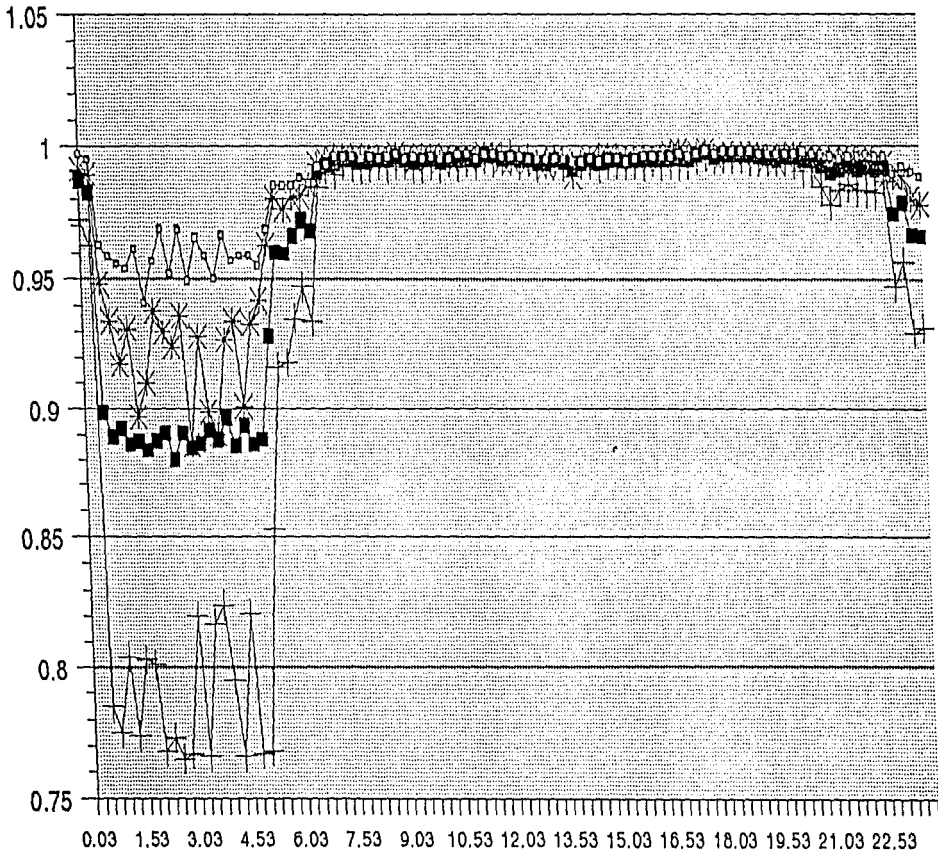
Consumos Acumulados

Facultad de Ingeniería



Factor de Potencia

Facultad de Ingeniería

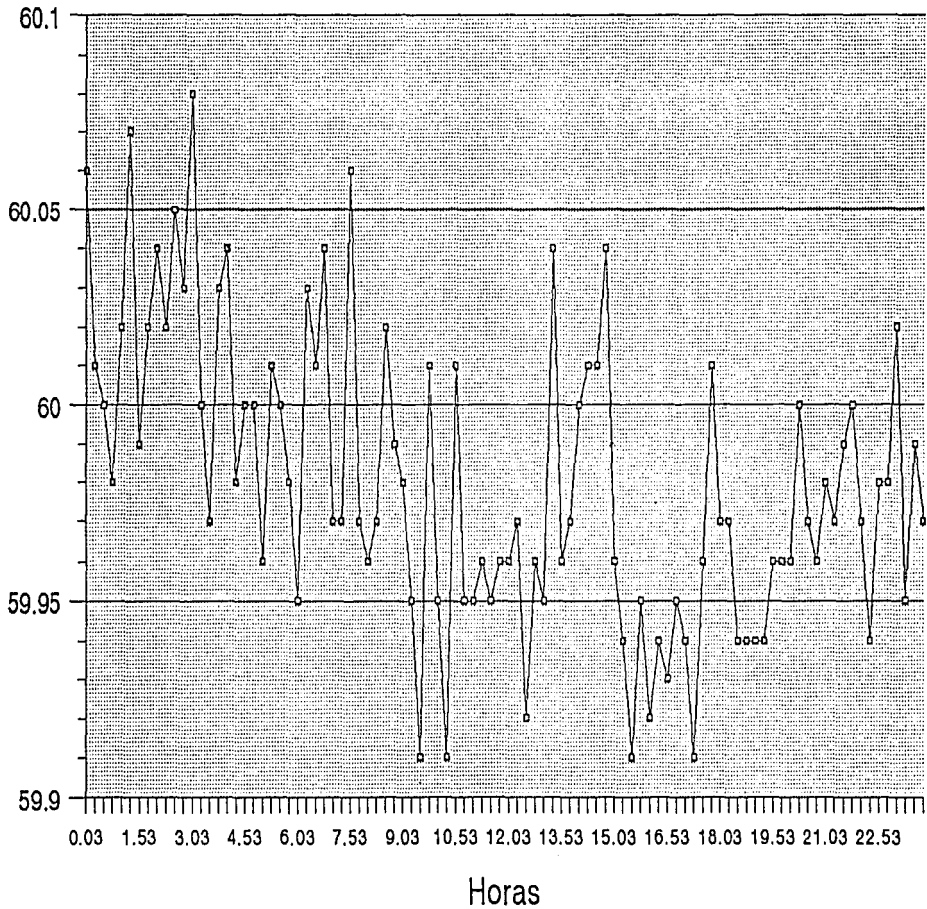


Horas

□ FPA + FPB * FPC ■ FPT

Frecuencia

Facultad de Ingeniería



□ Frecuencia

2.5 ANALISIS DE DATOS

CONSUMOS

De los datos obtenidos en los consumo que tiene la Facultad de Ingeniería y aplicando la tarifa ordinaria para servicio general en mediana tensión, con demanda menor a 500 kw (O-M) para la región central y que tiene un valor de \$0.29866 por kilowatt-hora de energía consumida (emitida por la SHCP el 8 de Noviembre de 1995), tenemos que los gastos por mes debido a los consumos son:

MES	CONSUMO (KWH)	GASTOS (\$)
ENERO	24 800	7 406.768
FEBRERO	65 200	19 472.632
MARZO	112 400	33 569.384
ABRIL	164 000	48 980.240
MAYO	69 700	20 816.602
JUNIO	42 303	12 634.214
JULIO	37 326	11 147.783
AGOSTO	38 570	11 519.316
SEPTIEMBRE	200 600	59 911.196
OCTUBRE	80 900	24 161.594

Además del consumo que hace la Facultad, la compañía suministradora hace un cargo por kilowatt de demanda máxima mensual medida, por lo que para reducir este cargo es necesario bajar el pico que se tiene y que se muestra en la gráfica de demanda. Así, si se aplica la tarifa de la región central emitida por la SHCP el 8 de noviembre de 1995 se tiene que el valor del cargo por kilowatt de demanda máxima es \$39.95 con lo que se tiene:

DEMANDA MAXIMA	CARGO POR KW DE DEMANDA MAX	GASTO
290 kw	\$39.95	\$11 585.50

GASTO TOTAL (CONSUMO + DEMANDA MAX.).....\$365 474.729

ILUMINACION

Los niveles de iluminación por la IESNA (Illuminating Engineering Society of North América) para interiores, se determinan de acuerdo al tipo de actividad a realizar, teniendo así la siguiente tabla:

TIPO DE ACTIVIDAD	CATEGORIA ILUMINACION	RANGO DE ILUMINACION	REFERENCIA
espacios de circulación públicos	A	20-30-50	
orientación simple para visitas temporales	B	50-75-100	iluminación general a través de los espacios
espacios donde ocasionalmente se realiza trabajo	C	100-150-200	
ejecución de tareas visuales de alto contraste visual o de gran tamaño	D	200-300-500	
ejecución de tareas visuales de contraste medio o de pequeño tamaño	E	500-750-1000	iluminancia del plano de trabajo
ejecución de tareas visuales de bajo contraste o de muy pequeño tamaño	F	1000-1500-2000	
ejecución de tareas visuales de bajo contraste y de muy pequeño tamaño por periodos prolongados	G	2000-3000-5000	
ejecución de tareas visuales de exactitud y por tiempos prolongados	H	5000-750-10000	iluminancia obtenida por la combinación de iluminación general y local sobre el plano de trabajo
ejecución de tareas visuales muy especiales de contraste extremadamente bajo y de pequeño tamaño	I	10000-15000-20000	

La cantidad de iluminancia que se debe considerar en cada recinto depende de algunos factores a los cuales se les asigna el valor de -1, 0 o 1 según ciertas características.

Así, para las categorías de iluminancia de la A a la C de la tabla anterior se recurre a las siguientes consideraciones:

CARACTERISTICAS DE LOS OCUPANTES	FACTORES DE MEDIDA		
	-1	0	1
EDAD DE LOS OCUPANTES DEL RECINTO	menor a 40 años	de 40 años a 55 años	mayor a 55 años
REFLECTANCIAS EN LA SUPERFICIE DEL RECINTO	mayor al 70%	del 30 al 70%	menor al 30%

Para las categorías D y Y se tienen las siguientes consideraciones:

CARACTERISTICAS DE LOS OCUPANTES Y REQUERIMIENTOS DEL TRABAJO	FACTORES DE MEDIDA		
	-1	0	1
EDAD DE LOS OCUPANTES DEL RECINTO	menor a 40 años	de 40 años a 55 años	mayor a 55 años
RAPIDEZ O EXACTITUD	no es importante	importante	crítico
REFLECTANCIAS EN EL LUGAR DEL LABOR	mayor al 70%	del 30 al 70%	menor al 30%

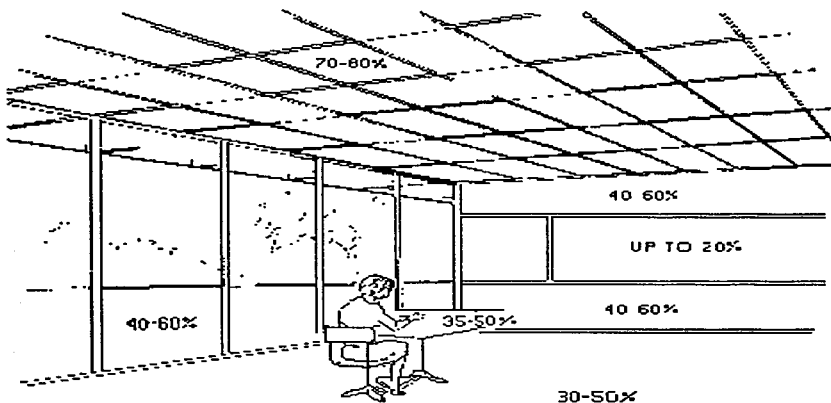
La suma de los factores de medida nos proporciona la cantidad de luxes necesaria en el recinto, por ejemplo:

Si en un aula la edad de los ocupantes es menor a 50 años, el promedio de reflectancias es menor al 30% y la labor que se realiza requiere de exactitud importante tenemos:

edad de los ocupantes	-1
importante	0
reflectancia	$\frac{1}{0}$

El resultado originado es 0 por lo que si el rango de iluminación para este tipo de recintos es de 200-300-500, el valor a escoger es de 300 luxes. Si el resultado obtenido hubiera sido -0 o menor, se escoger el valor de 200 luxes y si el resultado nos hubiera dado mayor o igual a 1 escogemos el valor de 500 luxes.

A continuación se presenta un dibujo que nos muestra los niveles de reflectancias en por ciento que se deben tener en un aula.



Niveles de reflectancia en aulas

Adicionalmente la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-082-SCFI-1994 de fecha 13 de enero de 1995 nos menciona en el inciso 6 referente a especificaciones que la DENSIDAD DE POTENCIA ELECTRICA (DPEA) en alumbrado interior para escuelas y oficinas no debe ser mayor a 16 W/m².

La expresión para el cálculo de la densidad de potencia eléctrica DPEA es:

$$DPEA = \frac{\text{CARGA TOTAL CONECTADA PARA ALUMBRADO}}{\text{AREA TOTAL LIMITADA}} \frac{W}{m^2}$$

De lo anterior y de los resultados medidos en los recintos se tiene que los niveles de iluminación en las horas de luz natural, en términos generales, están por encima a los recomendados por norma oficial.

Como resultado del estudio se observa que la densidad de potencia luminica se encuentra sobrada en las aula en un 30% aproximadamente, siendo este valor en el edificio 1 de un 42%, en el edificio 2 de un 17% y sólo en el edificio 4 se tiene el nivel adecuado conforme a los niveles de iluminación marcados por la norma.

MEDICIONES DE ENERGIA.

Los resultados de las gráficas se muestran para un período de 24 horas de un día normal de operación, teniendo así el siguiente análisis.

VOLTAJE. El voltaje se mantiene dentro de los valores aceptados de 127 V +/- 10%, alcanzando un valor máximo de 132 V a las 6:00 hrs. y un valor mínimo de 126 V a las 12:00 hrs.. Aunque los valores antes mencionados son valores aceptados, se debe tener cuidado con la carga conectada que no tiene regulación.

En lámparas incandescentes, un aumento de 10% en la tensión provoca un incremento del 21% en el consumo y un 70% de reducción de vida. En sistemas fluorescentes la misma variación representa en promedio un 12% de incremento en la potencia.

Los balastos también se ven afectados por el aumento de tensión. Para balastos de sistemas fluorescentes por cada volt que se incrementa, la temperatura en la caja del balastro aumenta 0.8 °C y con cada °C las pérdidas crecen aproximadamente 0.4%.

Un incremento de 10% en la tensión causa que un balastro con alto factor de potencia (90%-100%) caiga a menos del 90% establecido por norma, con los consiguientes perjuicios en todo el circuito.

CORRIENTE. La gráfica de corriente nos permite observar que la fase a la cual se tiene conectada mayor carga es la B y la de menor carga la fase C lo que provoca un desbalance de hasta un 25% durante las horas de mayor demanda.

DEMANDA. La demanda presenta dos picos, uno durante la mañana de las 9:00 a las 13:00 hrs., y otro (el mayor) de las 18:00 a las 20:30 hrs., donde se alcanza un valor máximo de 290 KW. Cabe recordar que la compañía suministradora cobra un cargo por la demanda máxima que se alcance, por lo que, se deben hacer las propuestas indicadas y correctas para el ahorro de energía.

CONSUMO. El consumo marca una pequeña diferencia entre el horario matutino y el vespertino por lo que en la gráfica de consumo total se muestra una gráfica casi lineal, lo que nos demuestra que el consumo es constante durante las horas de operación y que la luz natural no está contribuyendo de alguna manera para la iluminación.

FACTOR DE POTENCIA. El factor de potencia se mantiene en valores muy cercanos a la unidad en las horas de operación normal, sin embargo, por la noche cae hasta un valor de 0.76, lo cual es normal ya que la carga que se alimenta durante la noche es muy pequeña para la capacidad de los transformadores de la S.E. trabajando casi en vacío y dado que los transformadores se comportan como una carga inductiva hacen que el factor de potencia baje.

FRECUENCIA: En general, la frecuencia del sistema eléctrico de la Facultad de Ingeniería es muy estable durante las horas de operación manteniéndose en valores de 60.07 HZ y 59.91 HZ lo cual es bastante aceptable.

CAPITULO III

ESTADO DE LAS INSTALACIONES

3.1 DESBALANCEO DE FASES

En la gráfica de variación de corriente del capítulo anterior se observa el desbalance que existe entre las tres fases del sistema. Este desbalance es el producto de la carga conectada a cada una de las fases (A, B o C) de la subestación.

Para conocer la carga que se maneja por fase se recurre al llenado de un cuadro de cargas. El cuadro de cargas se elabora para cada tablero de los circuitos derivados y contiene la información de la cantidad de luminarias, contactos, ventiladores, motores, etc.; que son operados mediante los interruptores termomagnéticos de dicho tablero.

En la actualización de planos eléctricos (1.3) se llevó a cabo la identificación de circuitos, ahora, con la información recabada se procede al llenado del cuadro de cargas, en donde se establece para cada circuito una fase única ya determinada por norma. Así, para un tablero trifásico, se tiene que los circuitos 1 y 2 están conectados a la fase A, los circuitos 3 y 4 a la fase B y los circuitos 5 y 6 a la fase C, repitiéndose la misma secuencia de fases para cada pareja de circuitos (7,8 fase A; 9,10 fase B; 11,12 fase C; etc..).

Una vez llenado el cuadro de cargas con la carga conectada por circuito (iluminación y fuerza) se suman los watts que tienen los circuitos y se colocan en la fase correspondiente. Al final tendremos los watts totales por fase y mediante una expresión se obtendrá el desbalance máximo por fases que presenta el tablero en estudio.

La expresión para calcular el desbalance máximo en por ciento es:

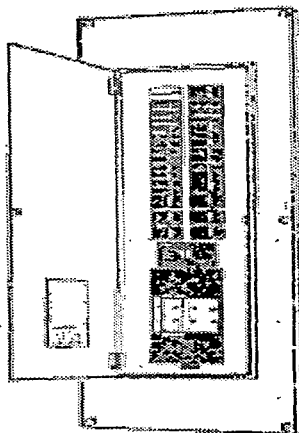
$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{\text{Cmax} - \text{Cmin}}{\text{Cmax}} \times 100$$

en donde: Cmax es la fase con mayor cantidad de watts conectados.
Cmin es la fase con menor cantidad de watts conectados.

teniéndose con esto, el desbalance que tiene el tablero.

El cuadro de cargas contiene también la información de la protección en amperes del interruptor termomagnético correspondiente a cada circuito.

Enseguida se ilustra un tablero con sus respectivos interruptores termomagnéticos.



A continuación se presentan los cuadros de carga de todos los tableros alimentadores de la Facultad de Ingeniería.

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T2PB FEDERAL PACIFIC 4H,3F,36P 240/127V

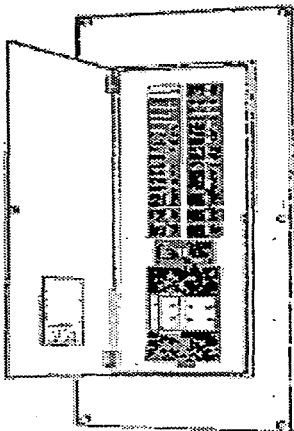
CIRCUITO	CARGA (KW)	CARGA (KVA)	LUMINARIA (W)	LUMINARIA (VA)	LUMINARIA (W)	LUMINARIA (VA)	POT. DE IN. (KW)	CONDUCTOR (MM ²)	POT. (KW)		POT. (KVA)	
									1	2	1	2
1	1.3.5	30										
1	2.4.6	30										
1	7.8.11	30										
1	8.10.12	30										
1	13.15.17	100										
1	14.16.18	30										
1	15.17.19	30										
11	20	30										
11	21	30										
11	22	30										
11	23	30										
11	24	30										
11	25	30			1	3	6			1506.5	1506.5	
11	26	30										
11	27	30										
11	28	30										
11	29	30										
11	30	30										
11	31	30										
11	32	30										
11	33	-										
11	34	-										
11	35	-										
11	36	-										
TOTALES :					1	3	6			1506.5	1506.5	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO I
PLANTA BAJA

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{(C_{\text{max}} - C_{\text{min}})}{C_{\text{max}}} \times 100\% = \frac{1506.5 - 0}{1506.5} \times 100 = 100\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

Enseguida se ilustra un tablero con sus respectivos interruptores termomagnéticos.



A continuación se presentan los cuadros de carga de todos los tableros alimentadores de la Facultad de Ingeniería.

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T3PB SQUARE D 4H,3F,24P 240/127V

CIRCUITO	CARGA	POTENCIA (W)	CANTIDAD DE LAMPARAS	CANTIDAD DE INTERRUPTORES	POT. NOM. (W)	CANTIDAD DE TRANSFORMADORES	POT. REAL (W)	TOTAL							
								W	V	A	VA				
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
7	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
8	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
9,11,13	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
12	30	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
14	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
15,17,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
16	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
TOTALS :								5		4	1925		1925		

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 1
 PLANTA BAJA

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{(C_{\text{max}} - C_{\text{min}})}{C_{\text{max}}} \times 100 = \frac{1925 - 0}{1925} \times 100 = 100 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T4PB SQUARE D 4H,3F,20P 240/127V

	COR. No.	POTENCIA WATTS	LAMPARAS FLUOR.	LAMPARAS INCAN.	LAMPARAS MFLUOR.	LAMPARAS DE GAS.	POW DE RES.	CHAPT. KW	WATTS TOTAL	I	I	I	I
1	3,5	30											
2	30	2	1	2	1	4		3	2175	2775			
4	30					6	2		1725		1725		
6	30					6		1	1325				1325
7	30			1	1			1	481,25	481,25			
8	30												
9,11,13	30							3	600	200	200	200	
10	30												
12	30												
14	30												
15,17,19	40												
16	-												
18	30							2	600				600
20	30												
TOTALES :			2	1	3	11	6	10	8706,25	3056,25	1925	1925	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO I
 PLANTA BAJA

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((C_{Max} - C_{Min}) / C_{Max}) \times 100\% = \frac{3056,25 - 1925}{3056,25} \times 100 = 37,01\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TINI SQUARE D 4H,3F,42P 240/127V

CICLO	POTENCIA (VA)	LAMPARAS (120V)	LAMPARAS (127V)	POTENCIA (VA)	POTENCIA (VA)	POTENCIA (VA)	POTENCIA (VA)	POTENCIA (VA)	POTENCIA (VA)				
									1	2	3	4	
1	30												
2	30	2						200	200				
3	30	1						100		100			
4	30	6						600			600		
5	30	2						200				200	
6	30												
7	30	2						200	200				
8	30	5						500	500				
9	30												
10	30	24						2400			2400		
11	30	6						600				600	
12	30									1	200		200
13	30	8						800	800				
14	30	10						1000	1000				
15	30	2						200			200		
16	30												
17	30	12						1200				1200	
18	30	20						2000				2000	
19	30												
20	30	20						2000	2000				
21	30									1	200		200
22	30	2						200			200		
23	30			10						1	1137.5		1137.5
24	30												
25	30												
26	-												
27	-												
28	-												
29	-												
30	-												
31	-												
32	-												
33	-												
34	-												
35	-												
36	-												
37	-												
38	-												
39	-												
40	-												
41	-												
42	-												
TOTALES:		133		10				6	15337.5	5900	3600	5637.5	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 1
PRIMER NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{(CM_{\text{max}} - CM_{\text{min}})}{CM_{\text{max}}} \times 100\% = \frac{5900 - 3600}{5900} \times 100 = 39.59\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T2N1 SQUARE D 3H,2F,12P 240/127V

	CIR. No.	PROTEC. AMP.	L. FLUORESC. 275W	L. FLUORESC. 275W	PRECIO INC. 100 %	CONTACTO N. 200V	WATTS TOTALES	P.A.S.S.		
								A	B	C
	1	20				4	800	800		
1	2	20				4	800	800		
2	3	20				4	800		800	
3	4	20				4	800		800	
4	5	20								
5	6	20				4	800			800
6	7	20				4	800	800		
7	8	20				4	800	800		
8	9	20				4	800		800	
9	10	20				4	800		800	
10	11	-								
11	12	-								
TOTALES :						36	7200	3200	3200	800

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 1
 PRIMER NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((C_{Max} - C_{Min}) / (C_{Max})) \times 100\%}{3200} \times 100 = 75\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T6N1 CUTTLER HAMER 4H,3F,30P 240/127V

CIR. No.	PARTIDA	LUMENES				PRO. DE. IN. P. %	CONTACTO ALERTEO	TOTALS			
		120V	277V	480V	600V			WATT	VARS	AMPERES	AMPERES
1	30		2	1	9			1591.25	1591.25		
2	30	2	1		10			2375	2375		
3	30				11		1	2062.5		2062.5	
4	30				11			2062.5		2062.5	
5	30	2	10					1100			1100
6	30		1					400			400
7	30		1					400	400		
8	30						2	400	400		
9	30						16	3200		3200	
10	30										
11	30						8	1600			1600
12	30										
13	30						17	3600	3600		
14	30										
15	30										
16	30										
17	30										
18	30										
19	30										
20	30										
21	-										
22,24,25	70		1			(T6N1, T3N1)	61	12300	4100	4100	4100
23	-										
25	-										
27	-										
28	-										
29	-										
30	-										
TOTALES :		4	25	1	41		104	31281.25	11856.25	12225	7200

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO I
 PRIMER NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{(C_{\text{Max}} - C_{\text{Min}})}{(C_{\text{Max}})} \times 100 = \frac{12225 - 2200}{12225} \times 100 = 41.10 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T1N2 SQUARE D 4H,3F,20P 240/127V 70A

CIRCUITO	POTENCIA (W)	LUMENES (LM)	LUMENES (LM)	POT. (W)	CONT. (LAMP)	TOTAL				
						W	LM	W	LM	
1	20									
2	20									
3	20									
4	20									
5	20		12		2	2650			2650	
6	20	20			1	2200			2200	
7	20									
8	20	20			1	2200	2200			
9	20									
10	20		10		1	2075		2075		
11	20									
12	20	24			1	2600			2600	
13	-									
14	-									
15	-									
16	15									
17	-									
18	-									
19	-									
20	-									
I B C										
3770A										
TOTALS :		64	22		6	11725	2200	2075	7450	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO I
SEGUNDO NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((C_{max} - C_{min}) / (C_{max})) \times 100\%}{7450} \times 100 = 72.14 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T2N2 SQUARE D 4H,3P,42P 240/127V 200A

CIRCUITO	NÚM. DE LAMP.	POTENCIA (W)	POTENCIA (VA)	CORRIENTE (A)	CORRIENTE (VA)	CORRIENTE (VA)	CORRIENTE (VA)	CORRIENTE (VA)		
1	20	21		1						
2	20	18					2287.5	2287.5		
3	20	18					1800	1800		
4	20	18					1800	1800		
5	20	18					1800	1800		
6	20	18					1800	1800		
7	30	4					600	600		
8	30									
9	30						600	600		
10	30						1800	1800		
11	30						600	600		
12	30						1800	1800		
13	30						600	600		
14	30						1800	1800		
15	30						600	600		
16	30						1800	1800		
17	30						600	600		
18	30						1800	1800		
19	30						600	600		
20	30						1800	1800		
21	30						600	600		
22	30									
23	30									
24	30									
25	30									
26	30									
27	40									
28	40									
29	40									
30	40									
31,33,35	50						1800	600		
32,34,36	50						600	600		
37,39,41	100									
38,40,42	50									
TOTALES:		111		1		36	18187.5	6287.5	6200	6000

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 1
SEGUNDO NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((C_{max} - C_{min}) / C_{max}) \times 100\%}{6287.5} \times 100 = 4.50 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T3N2 CUTLER HAMMER 4H,3F,20P 240/127V

CAR. No.	PROTECC. SUP.	DESCRIPCION DE LA CARGA	VALOR DE LA CARGA	PROTECC. SUP.	CANTIDAD DE UNIDADES	POT. NOM. DE LAS UNIDADES	POT. TOTAL	REMARKS	
1	30								
2	30								
3	30								
4	30								
5	30								
6	30				8	1600		1600	
7	30				8	1600	1600		
8	30				8	1600	1600		
9	30				8	1600		1600	
10	30								
11	30								
12	30								
13	30								
14	30								
15	30								
16	30				8	600		600	
17	-								
18	-								
19	-								
20	-								
TOTALES :					35	7000	3200	2200	1600

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA

EDIFICIO 1

SEGUNDO NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{(C_{Max} - C_{Min})}{(C_{Max})} \times 100 = \frac{3200 - 1600}{3200} \times 100 = 50 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T4N2 SQUARE D 4H,3F,18P 240/127V

ALTES 1600

CONTACTO MANEJO

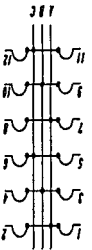
PCOB INC 624

FLUORESC.

FLUORESC. 210W

CANAL. 1600

T T S S S



CANAL. 1600	FLUORESC. 210W	FLUORESC.	PCOB INC 624	CONTACTO MANEJO	ALTES 1600												
1	30				8	1600											
2	30				8	1600											
3	30				14	2000											
4	30				8	1600											
5	30				8	1600											
6	46.8	30															
7	30				5	1000									1000		
8	30				5												
9	30				3	600											
10	30	9.11,13															
11	30	10.12,14															
12	30																
15	-																
16	-																
17	-																
18	-																
TOTALES :					38	7000											
						3800											
						2800											
						1000											

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
SEGUNDO NIVEL

DESBALANCE MAXIMO % = ((CMax-CMin)/(CMax))x100% = $\frac{3800-1000}{3800} \times 100 = 73.68\%$

NOTA: SE CONSIDERA LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T1N3 SQUARE D 4H,3F,20P 240/127V 100A

CIRCUITO	CARGA (KW)	CARGA (KVA)	CARGA (KW)	CARGA (KVA)	CARGA (KW)	CARGA (KVA)	CARGAS							
							1	2	3	4				
1	20													
2	30													
3	20													
4	30													
5	30													
6	20	20					1	2200					2200	
7	30													
8	30	20					1	2200	2200					
9	30	1						400				400		
10	30	24					1	2600				2600		
11	30													
12	30	20					1	2200					2200	
13	20													
14	30	24						2400	2400					
15	20													
16	30													
17	30													
18	30													
19	-													
20	-													
TOTALES :														
		112					4	12000	4500	3000	4100			

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 1
 TERCER NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((C_{max} - C_{min}) / C_{max}) \times 100\% = \frac{4600 - 3000}{4600} \times 100 = 34.78 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
 FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

ESTA TESIS NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T2N3 SQUARE D 4H,3F,20P 240/127V

CIR. No.	PROTECC. AMP.	LAMPARAS FLUOR.	LAMPARAS INCAN.	LAMPARAS MIXTAS	PRO. INC. T2N3	CONTACTO 240V	WATTS TOTALS	F A S R									
1	30					6	1200	1200									
2	30					6	1200	1200									
3	30					6	1200		1200								
4	30	2	15	1		6	2987.5		2987.5								
5	30		12			6	2400			2400							
6	30		12			6	2400				2400						
7	30					6	1200	1200									
8	30					6	1200	1200									
9	30					6	1200		1200								
10	30					17	2400		2400								
11	30					17	3400				3400						
12	30																
13	30																
14	-																
15	-																
16	-																
17	-																
18	-																
19	-																
20	-																
TOTALES :									2	39	1		83	20787.5	4800	7787.5	8200

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO I
 TERCER NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((C_{\text{max}} - C_{\text{Wn}}) / (C_{\text{max}})) \times 100\% = \frac{8200 - 4800}{8200} \times 100 = 41.46 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T3N3 SQUARE D 4H,3F,20P 240/127V 50A

CIR. No.	PROTECC. AMP.	LAMPARAS FLUOR.	LAMPARAS BLUFL.	LAMPARAS JETTES	POT. DE 1/3 IN. V.	CONTACTO 2 200V 0	P A S S			
							WATTS LAMPAS	WATTS TOTAL		
1	30					R	1500	1500		
2	30					F	1500	1500		
3	30					R	1500		1500	
4	30					R	1500		1500	
5	-									
6	-									
7	-									
8	-									
9	-									
10	-									
11	-									
12	-									
13	-									
14	-									
15,17,19	-									
16	-									
18	-									
20	-									
TOTALES :							32	6100	3200	3200

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 1
 TERCER NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((C_{\text{max}} - C_{\text{min}}) / C_{\text{max}}) \times 100\% = \frac{3200 - 0}{3200} \times 100 = 100\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T4N3 SQUARE D 3H,2F,12P 240/127V

CIR. No.	POTENCIA kW	LAMPARAS FLUOR	LAMPARAS INCAN	POT. INC. 100 W	CONTACTO W. 600V	NOTAS TOTALES	P A S S		
							A	B	C
1	-								
2	20								
3	20	5			4	1300		1300	
4	20				14	2800		2800	
5	20	1				100			100
6	20	5	2			875			875
7	20								
8	20								
9	20								
10	-								
11	-								
12	-								
TOTALES :		11	2		18	5075		4100	975

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 1
TERCER NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((CM_{\text{az}} - CM_{\text{in}}) / CM_{\text{az}}) \times 100\% = \text{-----} \times 100 =$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T5N3 SQUARE D 4H,3F,32P 240/127V 200A

CARGA Nº	POTENCIA VA	LAMPARAS T5N3	LAMPARAS T4N3	POTENCIA VA	POTENCIA VA	POTENCIA VA	POTENCIA VA	POTENCIA VA	TOTAL				
									1	2	3		
1	30												
2	30	10							1800	1800			
3	30	8							900		900		
4	30												
5	30	4							400			400	
6	30												
7	30	4							400	400			
8	30	4							400	400			
9	30										2200		
10	30												
11	30												
12	30												
13	30												
14	30												
15	40												
16	40												
17	40												
18	40												
19	40												
20	40												
21	40	(C-6 T4N3)	(C-6 T4N3)						20	4875		4875	
22	40								16	3200		3200	
23	40	(C-3 Y C-5 T4N3)							4	1400		1400	
24	30												
25	40								2	375		375	
26	30												
27,28,31	70												
28,30,32	70												
TOTALES :		49	2				1	2	88	23348	2973	14375	6000

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO I
TERCER NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((C_{max} - C_{in})) / (C_{max}) \times 100\%}{14375} \times 100 = 79.31 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T1N4 SQUARE D 4H,3F,20P 240/127V 40A

CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO									
											1	2	3	4						
1	30	12						1	1400	1400										
2	30	12						1	1400	1400										
3	30	4		4				1	1350		1350									
4	30	12						1	1400		1400									
5	30	12						1	1400				1400							
6	30	12						1	1400				1400							
7	30	12						1	1400	1400										
8	30																			
9	30	12						1	1400		1400									
10	30																			
11	30	12						1	1400				1400							
12	30																			
13	30																			
14	30	4							400	400										
15	30																			
16,18,20	40																			
17	-																			
19	-																			
TOTALES :											104		4			9	12550	4500	4150	4200

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO I
CUARTO NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((C_{Max} - C_{Min}) / C_{Max}) \times 100\% = \frac{4500 - 4150}{4500} \times 100 = 9.78 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T2N4 SQUARE D 4H,3F,24P 240/127V

CIR. No.	PROTECC. AMP.	LAMPARAS 240V	LAMPARAS 120V	PICO DE INT. P.	CONTACTO ALAMB. @	WATTS TOTALES	P A S E S			
							A	B	C	
1,3,5	30									
2,4,6	30									
7,9,11	20									
8,10,12	30									
13,15,17	20									
14	30				8	1600	1600			
16	30									
18	30									
19	30									
20	30									
21	30									
22	30									
23	30									
24	30									
TOTALES :							8	1600	1600	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 1
CUARTO NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((C_{\text{max}} - C_{\text{min}}) / C_{\text{max}}) \times 100\% = \frac{1600 - 0}{1600} \times 100 = 100\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T3N4 SQUARE D 4H,3F,32P 240/127V


CIR. No.	PROTECC. AMP.	LAMPARAS 216W	LAMPARAS 175W	POT. INC. 100 W	CONTACTO N. 2000	MOT. TUBILES	P.A.S.B.-S			
							A	B	C	
1,3,5	30									
2,4,6	30									
7,9,11	20									
8,10,12	30									
13	30				8	1600	1600			
14	30									
15	-									
16,18,20	20									
17	-									
19	-									
21	-									
22	-									
23	-									
24	-									
25	-									
26	-									
27	-									
28	-									
29	-									
30	-									
31	-									
32	-									
TOTALES :						8	1600	1600		

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 1
 CUARTO NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((CM_{\text{ax}} - CM_{\text{in}}) / (CM_{\text{ax}})) \times 100\% = \frac{1600 - 0}{1600} \times 100 = 100\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T4N4 SQUARE D 4H,3F,12P 240/127V

	CIRCUITO No.	POTENCIA AMP.	LAMPARAS 240V ☐	LAMPARAS 275V ☐	PICO INC. 100 W ☒	CONTACTO N.º 200V Ⓞ	POTTS. TOTALES	P A S S			
								A	B	C	
	1	15				6	1200	1200			
	2	15				6	1200	1200			
	3	15				6	1200		1200		
	4	15				6	1200		1200		
	5	15				6	1200			1200	
	6	15				6	1200			1200	
	7	15				6	1200	1200			
	8	-									
	9	15					6	1200		1200	
	10	-									
	11	15					6	1200		1200	
	12	-									
TOTALES :							54	10800	3600	3600	3600

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 1
 CUARTO NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((CM_{\text{ax}} - CM_{\text{tr}}) / (CM_{\text{ax}})) \times 100\% = \frac{3600 - 3600}{3600} \times 100 = 0\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T5N4 SQUARE D 4H,3F,12P 240/127V 100A

	CIRC. No.	POTENCIA AMP.	L.FLUORESC. 240V	L.FLUORESC. 127V	MOTO INC. 1PH V	CONTACTO N.GMW ①	WATTS TOTALES	P.A.S.S			
								A	B	C	
	1	30									
	2	30									
	3	30									
	4	20				2	400		400		
	5	30									
	6	30									
	7	30									
	8	30				16	3200	3200			
	9	30									
	10	30									
	11	-									
	12	-									
TOTALES :							18	3600	3200	400	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 1
CUARTO NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((CM_{\text{az}} - CM_{\text{in}}) / (CM_{\text{az}})) \times 100\% = \frac{3200 - 0}{3200} \times 100 = 100\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T6N4 SQUARE D 4H,3F,3OP 240/127V 200A

CIRCUITO	POTENCIA WATT	CARGAS WATT	CARGAS VA	CARGAS KVA	PICO DE TR. P.	CANTIDAD LAMP.	POTENCIA				
							WATT	VA	KVA	WATT	
1	30	27					2700				
2	30										
3	30	21					2100		2100		
4	30	12					1200		1200		
5	30	5					500			500	
6	30	21			3		2652.5			2652.5	
7	30	4					400		400		
8	30	4					400		400		
9	30	12				4	2000		2000		
10	30										
11	30					2	400			400	
12	30					7	1400			1400	
13	30										
14	30										
15	40										
16	40										
17	40										
18	40										
19,21,23	100	7244.734, 7244.734					17600	10000	4000	3600	
20,22,24	50										
25,27,29	200										
26,28,30	125										
TOTALES :											
		106			3		101	31362.5	13500	8000	8562.5

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 1
CUARTO NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((\text{CM}_{\text{ax}} - \text{CM}_{\text{m}}) / \text{CM}_{\text{ax}}) \times 100\% = \frac{13500 - 8562.5}{13500} \times 100 = 36.57\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TFC SQUARE D 4H,3F,12P 240/127V 50A

CIR. No.	PROTECC. AMP.	LAMPARAS 240V	LAMPARAS 127V	POD. THE. HP	CONTACTO N. MOV. QD	WATTS TOTALES	FACTORS					
							A	B	C			
1	20											
2	20											
3	20				2	400		400				
4	30				2	400		400				
5	30			7	2	1712.5			1712.5			
6	15	1		1	10	687.5			687.5			
7	15	5				500	500					
8	15			4	22	4480	4480					
9	30				8	1600		1600				
10	-											
11	-											
12	-											
TOTALES :												
		6		8		14		37	9780	4980	2400	2400

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 2
 PLANTA BAJA

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((\text{CM}_{\text{max}} - \text{CM}_{\text{min}}) / (\text{CM}_{\text{max}})) \times 100\% = \frac{4980 - 2400}{4980} \times 100 = 51.80 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T3PP SQUARE D 4H,3F,12P 240/127V 100A

CIR. No.	PROTECC. AMP.	L.FLUORESC. 400W	L.FLUORESC. 175W	L.FLUORESC. 475W	PL. TIPO SPOT 75W	CONTACTO N. 200V	WATTS TOTALES	FASERS				
								A	B	C		
1	30				6	1	650	650				
2	50		4		9		1050	1050				
3	30				6		450		450			
4	30											
5	30											
6	20	1		1			575			575		
7	30	3		3			1725	1725				
8	20				10		750	750				
9	30											
10	30				3		225		225			
11	30				3		225			225		
12	50					10	2000			2000		
TOTALES :			4	4	4		37	11	7650	4175	675	2800

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
PLANTA BAJA

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((CM_{\text{ax}} - CM_{\text{tr}}) / (CM_{\text{ax}})) \times 100\%}{4175} \times 100 = 83.83 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T4PP SQUARE D 4H,3F,12P 240/127V

	CIRC. No.	PROTECC. AMP.	L.FLUORESC. 240V	L.FLUORESC. 120V	PLATINO SPOT 75W	CONTACTO N.240V Ø	WATTS TOTALES	P.A.S.S		
								A	B	C
	1	30								
	2	30			17		1275	1275		
	3	20								
	4	30			9	2	1075		1075	
	5	20								
	6	-								
	7	-								
	8	-								
	9	-								
	10	-								
	11	-								
	12	-								
TOTALES :					26	2	2350	1275	1075	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
PLANTA BAJA

$$DESBALANCE MAXIMO \% = ((CM_{ax} - CM_{in}) / (CM_{ax})) \times 100\% = \frac{1275 - 0}{1275} \times 100 = 100 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T5PP SQUARE D 4H,3F,12P 240/127V

	CIR. No.	PROTECC. AMP.	L. FLUORESC. 270W	L. FLUORESC. 475W	FILTRO SPOT 75W	CONTACTO MANIV. Φ	WATTS TOTALES	F A S E S		
								A	B	C
	1	20								
	2	20				4	800	800		
	3	20								
	4	20				2	400		400	
	5	20								
	6	-								
	7	-								
	8	-								
	9	-								
	10	-								
	11	-								
	12	-								
TOTALES :						6	1200	800	400	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 2
 PLANTA BAJA

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((CM_{ax} - CM_{m}) / (CM_{ax})) \times 100\% = \frac{800 - 0}{800} \times 100 = 100\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T6PP FEDERAL PACIFICO 44.3F.42P.240/127V 100A

CIRCUITO	CARGA (KW)	CARGA (KVA)	CARGA (KW)	CARGA (KVA)	CARGA (KW)	CARGA (KVA)	CARGA (KW)	CARGA (KVA)	CARGA (KW)	CARGA (KVA)	CARGA (KW)					
											1	2	3	4		
1	1															
2	1															
3	1															
4	1															
5	1															
6	1															
7	1															
8	2															
9	2															
10	2															
11	2															
12	2															
13	2															
14	2															
15	2															
16	2															
17	2															
18	2															
19	2															
20	2															
21	2															
22	2															
23	2															
24	2															
25	2															
26	2															
27	2															
28	2															
29	2															
30	2															
31	2															
32	2															
33	-															
34	-															
35	-															
36	-															
37	-															
38	-															
39	-															
40	-															
41	-															
42	-															
TOTALES:		4	10	2	50	12	3	53	30297.5	17056.25	8700	18411.25				

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
PLANTA BAJA

DESBALANCE MAXIMO % = ((Cmax-Cmin)/(Cmax))x100% = (12056.25-8700)/12056.25 x 100 = 27.83 %

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T7PP SQUARE D 4H,3F,12P 240/127V

CIR. No.	PROTECC. AMP.	L.FLUORESC. 240V	L.FLUORESC. 127V	L.TIPO SPOT 24V	CONTACTO MAGN. ⓪	WATTS TOTALES	P A S E S				
							I	II	III	IV	
1	20	3	6			1425	1425				
2	20	3	6			1425	1425				
3	20	3	6			1425		1425			
4	20	8	1			987.5		987.5			
5	20	2	3			762.5					762.5
6	20	4				400					400
7	20				6	1200	1200				
8	20				26	5200	5200				
9	30				13	2600			2600		
10	20										
11	30										
12	30										
TOTALES :		20	22		45	15425	9250	5012.5	1162.5		

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 2
 PLANTA BAJA

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((C_{Max} - C_{Min}) / C_{Max}) \times 100\% = \frac{9250 - 1162.5}{9250} \times 100 = 87.43 \%$$

NOTA : SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T8PP SQUARE D 4H,3F,12P 240/127V

CIRC. No.	POTENCIA W.P.	L.FLUORESC. 2X10V	L.FLUORESC. 1X75W	L.FLUORESC. 2X75W	P.TIPO SPOT 75W	CONTACTO W.200V Ø	WATTS TOTALES	P.A.S.R.S						
								A	B	C	E			
1,3	30													
2	15	1		3			662.5	662.5						
4	15		1	5			1312.5		1312.5					
5	30	1		5		16	4237.5						4237.5	
6	-													
7	-													
8	-													
9	-													
10	-													
11	-													
12	-													
TOTALES :			2	1	13		6212.5	662.5	1312.5				4237.5	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
PLANTA BAJA

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((CM_{ax} - CM_{in}) / (CM_{ax})) \times 100\% = \frac{4237.5 - 662.5}{4237.5} \times 100 = 84.36\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T9PP SQUARE D 3H,2F,8P 240/127V

CIRC. Nº	PROTECC. ANC.	L.FLUORESC. 2X10V	L.FLUORESC. 1X15V	L.FLUORESC. 2X15V	FOCOS INC. ENF. ⓧ	CONTACTO M. MOV. Ⓞ	WATTS TOTALES	P A S S E		
								A	B	C
1,2	30				4		80	80		
3,4	40									
5	15	4	2			1	787.5	787.5		
6	15	1				4	900	900		
7	15			1			187.5		187.5	
8	15									
9										
10										
11										
12										
TOTALES :		5	2	1	4	5	1955	1767.5	187.5	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
PLANTA BAJA

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((C_{\text{Max}} - C_{\text{Min}}) / C_{\text{Max}}) \times 100\% = \text{-----} \times 100 =$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T10PP SQUARE D 4H,3F,20P 240/127V 50A

CIRC. No.	PROTECC. AMP.	L.FLUORESC. 2X10V	L.FLUORESC. 1X25V	L.FLUORESC. 2X75V	P.LIEMPO SPOT 75W	VENTILADOR 1/4 HP	CONTACTO #200V	WATTS TOTALES	P.A.S.E.S.		
									A	B	C
1,3,5	30					1		186.5	186.5		
2	30										
4	-										
6	-										
7	-										
8	-										
9	-										
10	-										
11	-										
12	-										
13	-										
14	-										
15,17,19	-										
16,18,20	-										
TOTALES :						1		186.5	186.5		

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
PLANTA BAJA

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((CM_{\text{max}} - CM_{\text{in}}) / (CM_{\text{max}})) \times 100\% = \frac{186.5 - 0}{186.5} \times 100 = 100\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T11PP SQUARE D 4H,3F,20P 240/127V

CARGA No.	PROTECC. AMP.	L.FLUORESC. 250W	L.FLUORESC. 40W	VENTILADOR 1/2 HP	CONTACTO DIF. 500 V	MOTOR 1/2 HP	WATTS TOTALES	P I S E S		
								A	B	C
1,3,5	50					1	2387.2	795.73	795.73	795.73
2,4,6	50			1			373	124.33	124.33	124.33
7	15				1		500	250	250	
8	30									
9	30									
10	30									
11	30									
12	30									
13	-									
14	-									
15	-									
16	-									
17	-									
18	-									
19	-									
20	-									
TOTALES :						1	3260.2	1170.06	1170.06	920.06

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
PLANTA BAJA

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((CM_{ax} - CM_{rn}))}{(CM_{ax})} \times 100\% = \frac{1170.06 - 920.06}{1170.06} \times 100 = 21.36\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T12PP SQUARE D 4H,3F,22P 240/127V

CIRC. No.	PROTECC. AMP.	LAMPARAS 127V □	LAMPARAS 270V □	MOTOR 1/2 HP ○	MOTOR 2 HP ○	MOTOR 5.5 HP ○	VENTILADOR 1/2 HP ○	CONTACTO N.200V □	WATTS TOTALES	F A S B S		
										A	B	C
1,3,5	30				1	1			5520.4	1840.13	1840.13	1840.13
2	30											
4	30											
6	15	8	2					2	1525			1525
7,9,11	30											
8	15		10	3					2994	2994		
10	30							2	400		400	
12	30							2	400			400
13	15							2	400	400		
14,16,18	15						1		373	124.3	124.3	124.3
15,17	40											
19	-											
20	-											
21	-											
22	15							4	800			
TOTALES :		8	12	3	1	1	1	12	12412.4	5358.43	3164.43	3889.43

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
PLANTA BAJA

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((CM_{\text{ax}} - CM_{\text{m}}) / (CM_{\text{ax}})) \times 100 = \frac{5358.43 - 3164.43}{5358.43} \times 100 = 40.94 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TIPP SQUARE D 4H,3F,30P 240/127V 100A

CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO
CIRCUITO	PROTECC. AMP.	LAMPARAS	LAMPARAS	POD. INC. TAB. P.	COMBUST. 2.2KW	WATTS	WATTS	WATTS	WATTS	WATTS
1	20									
1	20									
2	20	3					300	300		
3	20									
4	20	11					1100		1100	
5	20									
6	20	6					600			600
7	20	6					600	600		
8	20									
9	30	24					2400		2400	
10	30	6	4				1350		1350	
11	30	4					400			400
12	30									
13	30	6					600	600		
14	30									
15	30	7					700		700	
16	30									
17	30	6					600			600
18	30									
19	30									
20	30	2					200	200		
21	30	6					600		600	
22	30									
23	30									
24	30									
25,27,29	100									
26	-									
28	-									
30	-									
TOTALES :		87	4				9450	1700	6150	1600

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 2
 PLANTA PRINCIPAL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((CM_{ax} - CM_{in}) / (CM_{ax})) \times 100\% = \frac{6150 - 1600}{6150} \times 100 = 73.98 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T2PP SQUARE D 4H,3F,30P 240/127V

CIR. No.	MOTRIZ (A.C.)	LAMPARAS (WATT)	LAMPARAS (WATT)	LAMPARAS (WATT)	PROV. DE C. (A.C.)	CANTIDAD BALASTA	POT. TOTAL	P.A.S.T.S.		
1	30			1			187.5	187.5		
2	30			6			1125	1125		
3	30									
4	30		4	8			1925		1925	
5	30					13	2600			2600
6	30	8					800			800
7	30					17	3400	3400		
8	30	2	8				1800	1800		
9	30									
10	30	4					400		400	
11	30									
12	30			8		8	3100			3100
13	30			7			1312.5	1312.5		
14	30									
15	30			9		2	2087.5		2087.5	
16	30									
17	30			5			937.5			937.5
18	30	1	2				475			475
19	30	5	1			3	1287.5	1287.5		
20	-									
21	-									
22	-									
23	-									
24	-									
25	-									
26	-									
27	-									
28	-									
29	-									
30	-									
TOTALES :		20	12	45		43	21437.5	9112.5	4412.5	7312.5

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 2
 PLANTA PRINCIPAL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((C_{Max} - C_{Min}) / C_{Max}) \times 100\% = \frac{9112.5 - 4412.5}{9112.5} \times 100 = 51.57\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TAI SQUARE D 4H,3F,42P 240/127V

CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO		
								WATT	VOLTAJE	AMPERES
1	1.3	30		6				1125	562.5	562.5
2	2.4	30		5				937.5	468.75	468.75
3	5.7	30		5				937.5	468.75	468.75
4	6.8	30		5				937.5	468.75	468.75
5	9.11	30		5				937.5	468.75	468.75
6	10.12	30		5				937.5	468.75	468.75
7	13.15	30		5				937.5	468.75	468.75
8	14.16	30		6				1125	562.5	562.5
9	17.19	30		5				937.5	468.75	468.75
10	18.20	30		5				937.5	468.75	468.75
11	21.21	30		5				937.5	468.75	468.75
12	22	30				11	2200		2200	
13	24	30				8	1600			1600
14	25.21.23	40								
15	26	30				11	2200	2200		
16	28.30	40								
17	31	30								
18	32.34.36	40								
19	33	30								
20	35	30								
21	38	30								
22	39	-								
23	40	-								
24	41	-								
25	42	-								
TOTALS :				57		33	17207.5	6137.5	6268.75	4891.25

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
AUDITORIO

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((C_{max} - C_{min}) / C_{max}) \times 100\% = \frac{6268.75 - 4891.25}{6268.75} \times 100 = 21.13 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TA2 SQUARE D 4H,3F,18P 240/127V

CIR. No.	POTENC. kW	LAMPARAS (Watt)	LAMPARAS (Watt)	POT. INC. W	POT. INC. W	POT. INC. W	CONTACTO BLIND. S	MVA TOTAL					
								1	2	3	4		
1	15	3						300	300				
2	15	3						300	300				
3	15	1				1		250		250			
4	15			4			2	1600		1600			
5	15												
6	15				4		1	500			500		
7	15												
8	15												
9	15												
10	15												
11	15												
12	15												
13	15												
14	15												
15	15												
16	15												
17	-												
18	-												
TOTALES :													
	7			4	4	1	3	2950	600	1850	500		

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 2
 AUDITORIO

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((C_{max} - C_{in})) / (C_{max}) \times 100\%}{1850} \times 100 = 72.97\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TDI SQUARE D 4H,3F,30P 240/127V 100A

CIRCUITO	POTENCIA (KW)	LUMENES (LM)	LUMENES (LM)	LUMENES (LM)	LUMENES (LM)	LUMENES (LM)	PROTECCION (A)	TIPO DE INTERRUPTOR (A)	TIPO DE INTERRUPTOR (A)	TIPO DE INTERRUPTOR (A)	TIPO DE INTERRUPTOR (A)	TIPO DE INTERRUPTOR (A)	TIPO DE INTERRUPTOR (A)
1	20												
2	20												
3	20												
4	20												
5	30												
6	20												
7	30												
8	30												
9	20												
10	20												
11	30												
12	40	25	1		8	2							
13,15	30												
14	30												
16,18	30												
17,19	30												
20	30												
21	30												
22	-												
23	15												
24	30												
25	-												
26	15												
27	-												
28	-												
29	-												
30	-												
TOTALES :		25	1	32	8	2	1	2	12	35450	4550	9100	21700

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
PLANTA PRINCIPAL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{(CW_{\text{max}} - CW_{\text{min}})}{(CW_{\text{max}})} \times 100\% = \frac{21700 - 4650}{21700} \times 100 = 78.57\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TPL SQUARE D 3H,2F, 240/127V

	CIR. No	POTENCIA IMP.	L.FLUORESC. 2X2F	L.FLUORESC. 2X2F	L.FLUORESC. 4X4	CARGA	PICO INC. 120 F	CONTACTO N. 200F	WATTS TOTALES	P.A.S.F.S									
										A	B	C							
	1	30						8	1600	1600									
L	2	30	16	16	1				904	904									
L	3	30						4	800		800								
L	4	30						4	800		800								
L																			
L																			
L																			
L																			
L																			
L																			
L																			
L																			
L																			
TOTALES :											16	16	1			16	4104	2504	1600

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 2
 PLANTA PRINCIPAL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((C_{Max} - C_{Min}) / (C_{Max})) \times 100\% = \text{---} \times 100 =$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TB1PP FEDERAL PACIFIC 4H,3F,42P 240/127V 225A

CAR. N.	APORTE kW	LAMPARAS LINEAL	LAMPARAS PLANO	LAMPARAS TIPO 1	LAMPARAS TIPO 2	LAMPARAS TIPO 3	LAMPARAS TIPO 4	LAMPARAS TIPO 5	LAMPARAS TIPO 6	POT. SOCIAL kW	CAPACIDAD kW	APORTE kW	APORTE VA	APORTE VA
1	30	3		2	3	3	3					2127.5	2127.5	
2	30				3		3					1387.5	1387.5	
3	30				4		4					1850		1850
4	30				3		3					1387.5		1387.5
5	30				3		3					1387.5		1387.5
6	30				3		3					1387.5		1387.5
7	30				2		2					915	915	
8	30		3				6					1850	1850	
9	30		3				6					1850		1850
10	30		4				6					2690		2690
11	30		2				4					1350		1300
12	30		10				6					2650		2650
13	30						6					1650	1650	
14	30				1		5					1562.5	1562.5	
15	30		4		3		5					2327.5	2327.5	
16	30		11		3		3					2487.5	2487.5	
17	30				3		3					1387.5		1387.5
18	30		10		4							1750		1750
19	30				3		3					1387.5	1387.5	
20	30				3		2					1387.5	1387.5	
21	30				4		4					1850		1850
22	30		3				3					1125	1125	
23	30		3				3					1125		1125
24	30		3				3		6	2		2425		1125
25	30		3				3					1125	1125	
26	30													
27	30		6									600		600
28	30		6									600		600
29	30		6									600		600
30	30								10			2600		2600
31	30													
32	30		3									900	900	
33	30		7						23			5200	5200	
34	30			6								582.5	582.5	
35	30								1			200		200
36	30		2									200		200
37	30		2						1			240	240	
38.03.02	30													
39	30								2			400	400	
41	30			3								813.75		813.75
TOTALES :		3	37	17	45	3	95	1	6	41	5338.75	14652.5	2380	17658.25

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
PLANTA PRINCIPAL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO } X = ((\text{CM}_{\text{max}} - \text{CM}_{\text{m}}) / \text{CM}_{\text{max}}) \times 100\% = \frac{23050 - 14652.5}{23050} \times 100 = 36.43 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TB2PP SQUARE D 4H,3F,12P 240/127V 40A

CIRC. No.	POTENC. AMP.	L.FLUORESC. 210W	L.FLUORESC. 375W	PICO INC. 100 W	CONTACTO N.º 200V Ø	WATTS TOTALES	P. I. S. E. S.				
							A	B	C		
1	30				10	2000	2000				
2	-										
3	30				10	2000		2000			
4	-										
5	30				10	2000			2000		
6	-										
7,8,11	40										
9	-										
10	-										
12	-										
TOTALES :							30	6000	2000	2000	2000

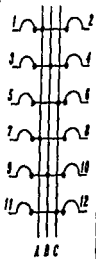
UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
PLANTA PRINCIPAL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((C_{Max} - C_{Min}) / (C_{Max})) \times 100\%}{2000} \times 100 = 0\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TB3PP SQUARE D 3H,2F, 240/127V

CIR. No.	POTENCIA AVG	L.FLUORESC. 240V	L.FLUORESC. 127V	PICO INC. 100 W	CONTACTO N. DONT	WATTS TOTALES	P. I. S. E. S.			
							A	B	C	
1	30									
2	30				10	2000		2000		
3	30				8	1600	1600			
4	30				2	400		400		
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
TOTALES :						20	4000	1600	2400	



100

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 2
 PLANTA PRINCIPAL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((CM_{\text{max}} - CM_{\text{m}}))}{(CM_{\text{max}})} \times 100 = \text{-----} \times 100 =$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TB4PP SQUARE D 4H,3F,12P 240/127V

CIR. No.	PROTECC. INT.	L.FLUORESC. 250W	L.FLUORESC. 400W	POW INC. 100 W	CONTACTO W. 240V	WATTS TOTALES	P. A. S. S.		
							1	2	3
1	30								
2	30				5	1000	1000		
3	30		8		2	2600		2600	
4	30				6	1200		1200	
5	-								
6	-								
7	-								
8	-								
9	-								
10	-								
11	-								
12	-								
TOTALES :			8		13	2875	1000	3800	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 2
 PLANTA PRINCIPAL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((CM_{ax} - CM_{in}))}{(CM_{ax})} \times 100\% = \frac{1875 - 0}{1875} \times 100 = 100\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T1N1 SQUARE D 4H,3F,20P 240/127V

CIR. No.	POTENCIA (W)	LAMPARAS (W)	LAMPARAS (W)	LAMPARAS (W)	LAMP. INC. INCANDESC. (W)	LAMP. INC. INCANDESC. (W)	CANTIDAD N.º	POT. TOTALES	P I S E									
1	30		12					1200		1200								
2	30	6	8	1				987.5	987.5									
3	30		12					1200		1200								
4	30	72241	21				1	2800		2800								
5	30			6			1	1325				1325						
6	30		12					1200				1200						
7	30		12					1200	1200									
8	30		12					1200	1200									
9	30			6				1125		1125								
10	30						5	1000		1000								
11	30						3	800			800							
12	20						4	800			800							
13	20						1	200	200									
14	20						2	400	400									
15	30	6			2		2	1700		1700								
16	30																	
17	-																	
18,20	-																	
19	-																	
TOTALES :									6	89	13	2	1	21	16327.5	5187.5	7825	3925

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
PRIMER NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((C_{Max} - C_{Min})) / (C_{Max}) \times 100\%}{7825} \times 7825 = 49.84 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TF1N1 SQUARE D 4H,3F,20P 240/127V 50A

CIRCUITO N.º	POTENCIA AVC	LAMPARAS 240V	LAMPARAS 127V	PICO DE TR. W	VELOCIDAD 1/1.0P	CONTACTO N.º 20P	WATTS TOTALES	F.A.S.F.S		
1	30					2	3573	3573		
2	30						1200	1200		
3	30						1600		1600	
4	30						1200		1200	
5	30						1600		1600	
6	30						1200		1200	
7	-									
8	-									
9	-									
10	-									
11	-									
12	-									
13	-									
14	-									
15,17,19	50									
16,18,20	-									
TOTALES :						2	10373	4773	2800	2800

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
PRIMER NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{(CM_{\text{max}} - CM_{\text{in}})}{(CM_{\text{max}})} \times 100\% = \frac{4773 - 2800}{4773} \times 100 = 58.0 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TF2N1 SQUARE D 2H,1F,8P 127V

CIRCUITO No.	POTENCIA WATTS	LAMPARAS FLUORESCENTES	LAMPARAS INCANDESCENTES	PROTECCION 100% <input type="checkbox"/>	VENTILADOR 1/4 HP <input type="checkbox"/>	CONTACTO N. 200V Ø <input type="checkbox"/>	WATTS TOTALES	P. A. S. I. S.		
								A	B	C
1	15	12					1200		1200	
2	20						600		600	
3	20	9				1	1000		1000	
4	20									
5	-									
6	-									
7	-									
8	-									
TOTALES :								2800	2800	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
PRIMER NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((C_{Max} - C_{Min}) / (C_{Max})) \times 100\% = \text{-----} \times 100 =$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T1N2 SQUARE D 4H,3F,20P 240/127V 100A

CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO		
											1	2	3
1	30							3	600	600			
2	30	8		2					1175	1175			
3	30	8		2					1175		1175		
4	30	8		4					1550		1550		
5	30	8		2					1175			1175	
6	30	8		2					1175			1175	
7	30	8		4					1550	1550			
8	30	8		4					1550	1550			
9	30	8		2					1175		1175		
10	30	8		2					1175		1175		
11	30							3	600			600	
12	30							4	800			800	
13	30							3	600	600			
14	30	2							200	200			
15	30							2	400		400		
16	30												
17	30												
18	30												
19	30												
20	-												
21	-												
22	-												
23	-												
24	-												
25	-												
26	-												
27	-												
28	-												
29	-												
30	-												
TOTALES :		74		24				15	14900	5675	5475	3750	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
SEGUNDO NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{(C_{\text{Max}} - C_{\text{Min}})}{C_{\text{Max}}} \times 100\% = \frac{5675 - 3750}{5675} \times 100 = 33.9\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T1N3 SQUARE D 4H,3F,30P 240/127V

CIR. N°	POTENC. (W)	ESPALDARE (W/CM²)	CARGAS (W)	POT. LINE (W)	FACT. COR. (X)	CANTIDAD (N°)	POT. TOTALES (W)	I . A . S . A .		
								I	A	S	A
1	30	0	1				987.5	987.5		
2	30									
3	30	0	1				987.5		987.5	
4	30									
5	30	0	1				987.5			987.5
6	30					2	400			400
7	30	0	1				987.5	987.5		
8	30					2	400	400		
9	30	0	4				1550		1550	
10	30					1	800		800	
11	30	0	1				987.5			987.5
12	30	14	1		2		1787.5			1787.5
13	30	0	4			2	1950	1950		
14	30	1					100	100		
15	30					2	400		400	
16	30	0	1				987.5		987.5	
17	30					1	200			200
18	30	39	0			7	6200			6000
19	30	0	1				987.5	987.5		
20	-									
21	-									
22	-									
23	-									
24	-									
25	-									
26	-									
27	-									
28	-									
29	-									
30	-									
TOTALES :		126	24		2	20	21300	5412.5	4725	11162.5

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
TERCER NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((\text{CMax} - \text{CMin}) / \text{CMax}) \times 100\% = \frac{11162.5 - 4725}{11162.5} \times 100 = 57.67 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T1N4 SQUARE D 4H,3F,12P 240/127V

CIRC. No.	POTENCIA W.P.	L.FLUORESC. 210V		PROC. INC. 100 W	CONTACTO N.200V Q	BATTES TOTALES	F.A.S.P.S			
							A	B	C	
1	15				3	600	600			
2	30				14	2800	2800			
3	15				4	800		800		
4	30				10	2000		2000		
5	15				4	800			800	
6	30	11				1100			1100	
7	15		1			187.5	187.5			
8	30	4	5			1337.5	1337.5			
9	15				2	400		400		
10	30				4	800		800		
11	15				1	200			200	
12	30				3	600			600	
TOTALES :			15	6		45	11625	4925	4000	2700

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
CUARTO NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((CM_{ax} - CM_{in}) / (CM_{ax})) \times 100\%}{4925} \times 100 = 45.17 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T2N4 SQUARE D 4H,3F,12P 240/127V

	CIRC. No.	PROTECC. AMP.	L.FLUORESC. 2X16V	L.FLUORESC. 2X75V	POCO INC. 100 W	CONTACTO N.200V	WATTS TOTALES	F A S F S		
								A	B	C
	1	30	6				600	600		
	2	30	8				1000	1000		
	3	30					1600		1600	
	4	20					1000		1000	
	5	30								
	6	-								
	7	-								
	8	-								
	9	-								
	10	-								
	11	-								
	12	-								
TOTALES :			14				4200	1600	2600	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 2
 CUARTO NIVEL

$$\text{DESDBALANCE MAXIMO \%} = ((CM_{\text{mx}} - CM_{\text{m}}) / (CM_{\text{mx}})) \times 100\% = \frac{2600 - 0}{2600} \times 100 = 100\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
 FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T3N4 SQUARE D 4H,3F,12P 240/127V

CIRC. No.	PROTECC. AMP.	L.FLUORESC. 2X4W	L.FLUORESC. 2X3W	POTD INC 100 W	CONTACTO N.220V	WATTS TOTALES	F.A.S.F.S			
							A	B	C	
1	20	6				600	600			
2	20	5				500	500			
3	20	2				200		200		
4	-									
5	-									
6	-									
7	-									
8	-									
9	-									
10	-									
11	-									
12	-									
TOTALES :							1300	1100	200	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 2
CUARTO NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((C_{\text{max}} - C_{\text{min}}) / C_{\text{max}}) \times 100\% = \frac{1100 - 0}{1100} \times 100 = 100\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TYPD SQUARE D 4H,3F,42P 240/127V 225A

CIRCUITO	CARGA	POTENCIA (W)	CARGA	POTENCIA (W)	CARGA	POTENCIA (W)	CARGA	POTENCIA (W)	CARGAS		
									ACTUAL	RESERVA	
1	20										
2	20	2						700	700		
3	20	1	2					475		475	
4	20		2					542.5		542.5	
5	20		1				2	507.5		507.5	
6	20	1	1					307.5		307.5	
7	20	1	2					475	475		
8	20		2					542.5	542.5		
9	20		1					307.5		307.5	
10	20		2					542.5		542.5	
11	20		2					542.5		542.5	
12	20	2	1					542.5		542.5	
13	20		1					307.5	307.5		
14	20						2	1200	1200		
15	20	1	2					475		475	
16	20		2					542.5		542.5	
17	20		2					542.5		542.5	
18	20										
19	20						2	400	400		
20	20										
21	15	2						700	700		
22	20						1	400		400	
23	15	5						500		500	
24	20										
25	20						2	400	400		
26	15		1					307.5	307.5		
27	20										
28	15	1	2					542.5	542.5		
29	-						1	400		400	
30	15										
31	-										
32	-										
33	-										
34	-										
35	-										
36	-										
37	-										
38	-										
39	-										
40	-										
41	-										
42	-										
TOTALES:		21	20				20	11350	4112.5	3362.5	3075

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 3
 PLANTA BAJA

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((\text{CMax} - \text{CMin}) / \text{CMax}) \times 100\% = \frac{4112.5 - 3362.5}{4112.5} \times 100 = 18.23 \%$$

NOTE: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
 FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T2PB SQUARE D 4H,3F,18P 240/127V

CARGA No.	POTENCIA (W)	LAMPARAS (W)	LAMPARAS (W)	POT. INC. (W)	CONTACTO B. (W)	WATTS TOTALES	P. L. S. F. S.				
1	30				6	1200	1200				
2	30										
3	30				10	2000		2000			
4	30				6	1200		1200			
5	30				2	400				400	
6	30										
7	30										
8	30										
9	30										
10	30										
11	30										
12	30										
13	30										
14	30										
15	30										
16	30				4	800				800	
17	30				6	1200				1200	
18	30				10	2000	2000				
19	30				2	400	400				
20	30										
21	30										
22	30										
23	30										
24	30										
25	30										
26	30										
27	30										
28	30										
TOTALES :						46	9200	3600	3200	2400	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 3
PLANTA DATA

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((C_{\text{max}} - C_{\text{in}}) / (C_{\text{max}})) \times 100\% = \frac{3600 - 2400}{3600} \times 100 = 33.33\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS DALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T1N1 SQUARE D 4H,3F,12P 240/127V

CIR. No.	PROTEC. AMP.	L.FLUORESC. ZEPHYR	L.FLUORESC. LEPSY	PICO INC. 100 W	CONTACTO N. 200V	WATTS TOTALES	F.A.S.T.S		
							A	B	C
1	20	14				1400	1400		
2	30								
3	30		6			1125		1125	
4	20		6			1125		1125	
5	30	8			2	1200			1200
6	30	4			7	1800			1800
7	50	1	1		8	1887.5	1887.5		
8	30								
9	30	3	2		7	2075		2075	
10	30	2	5		4	1937.5		1937.5	
11	-								
12	-								
TOTALES :		32	20		28	12550	3287.5	6262.5	3000

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 3
PRIMER NIVEL

$$\text{DESDALANCE MAXIMO \%} = ((CM_{\text{ax}} - CM_{\text{in}}) / (CM_{\text{ax}})) \times 100\% = \frac{6262.5 - 3000}{6262.5} \times 100 = 52.09 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS DALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T2N1 SQUARE D 4H,3F,12P 240/127V

CIRCUITO Nº	PROTECC. AMP	L.FLUORESC. 220W	L.FLUORESC. 125W	POT. INC. 100 W	CONTACTO N.º 200V	POT. TOTAL	P. L. S. F. S.		
							A	B	C
1	20				8	1600	1600		
2	20								
3	20				8	1600		1600	
4	20				8	1600		1600	
5	20				8	1600			1600
6	20				12	2400			2400
7	20				8	1600	1600		
8	20				10	2000	2000		
9	20								
10	20				12	2400		2400	
11	20								
12	20				4	800			800
TOTALES :					78	15600	5200	5600	4800

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 3
PRIMER NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((C_{Max} - C_{Min}) / C_{Max}) \times 100}{5600} = \frac{5600 - 4800}{5600} \times 100 = 14.28 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS DALASTROS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T1N2 SQUARE D 4H,3F,30P 240/127V 100A

CIRCUITO	POTENCIA (W)	LAMPARAS (W)	LAMPARAS (W)	POT. (W)	CONTACTOS (N)	WATTS TOTALES	F A S E S			
							1	2	3	4
1	20	2		7		1512.5	1512.5			
2	15			6		1125	1125			
3	20			4		750		750		
4	15			6		1125		1125		
5	15			4		750			750	
6	30				10	2000				2000
7	15			6		1125	1125			
8	20	12				1200	1200			
9	30				8	1600		1600		
10	30									
11	15				6	1200			1200	
12	20			4		750			750	
13	20				8	1600	1600			
14	20									
15	30				3	600		600		
16	30				15	3000		3000		
17	30				12	2400			2400	
18	30									
19	30									
20	30									
21	30									
22	30									
23	30									
24	30									
25,27,29	100									
26	-									
28	-									
30	-									
TOTALES :		14		37		62	20737.5	6562.5	7075	7100

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 3
SEGUNDO NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((CN_{\text{max}} - CN_{\text{in}}) / CN_{\text{max}}) \times 100\%}{7100} \times 100 = 7.50 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS DALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T2N2 SQUARE D 4H,3F,12P 240/127V 50A

CIRCUITO No.	POTENCIA WATTS	L.FLUORESC. 250W	L.FLUORESC. 125W	PICO INC 100 W	CONTACTO N.200V	WATTS TOTALES	F.A.S.F.S				
							A	B	C		
1,3	15										
2	30										
4	30				6	1200		1200			
5	-										
6	-										
7,8,11	50				6	1200	400	400	400		
8	30				2	400	400				
10	30				4	800		800			
12	-										
TOTALES :							18	3600	800	2400	400

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 3
SEGUNDO NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((C_{\text{max}} - C_{\text{min}}) / C_{\text{max}}) \times 100\% = \frac{2400 - 400}{2400} \times 100 = 83.33 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS DALASTROS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TYPD SQUARE D 40,3P,12P 240/127V 225A.

NO. DE LINEA	POTENCIA (W)	CANTIDAD DE LAMPARAS	CANTIDAD DE INTERRUPTORES	TOTAL DE AMPERES (A)	TOTAL DE POTENCIA (W)	TOTAL DE AMPERES (A)	TOTAL DE POTENCIA (W)	TOTAL DE AMPERES (A)	TOTAL DE POTENCIA (W)	TOTAL DE AMPERES (A)	TOTAL DE POTENCIA (W)
1	30										
2	30										
3	30										
4	30										
5	30	12			1200					1200	
6	30	12			1200					1200	
7	30	12			1200	1200					
8	30										
9	30	12			1200					1200	
10	30	12			1200					1200	
11	30	15	1		1500	5					1500
12	30										
13	30										
14	30										
15	30					12	3600			2400	
16	30										
17	30					2	600			1200	
18	30										
19	30					1	300	200			
20	30	12			1200	2	600	1800			
21	30					2	600			600	
22	30					1	300			300	
23	30	1			300					300	
24	30	16		1	1600					1600	
25,27,29	50										
26	30		1				750	750			
28	30										
30	30										
31	30					6	1800	1200			
32,34,35	50										
37	30					1	300			600	
38	30										
TOTALES:		104	8			16	19500	5150	4000	8150	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 4
PLANTA BAJA 1°S.

$$\text{DESBALANCE MAXIMO} = \frac{((\text{Cmax} - \text{Cmin})) / (\text{Cmax}) \times 100}{8350} = \frac{8150 - 5150}{8350} \times 100 = 38.2\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTOS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS)

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T2PB SQUARE D 4H,3F,2JP 240/127V, 100A.

CIR. N°	TABLERO (W)	LAMPARAS (W)	RECEPTORES (W)	RECEPTORES (W)	RECEPTORES (W)	RECEPTORES (W)	RECEPTORES (W)	RECEPTORES (W)	RECEPTORES (W)	RECEPTORES (W)	RECEPTORES (W)	RECEPTORES (W)	RECEPTORES (W)	RECEPTORES (W)	RECEPTORES (W)	RECEPTORES (W)	RECEPTORES (W)
1	15																
2	30	12	2														
3	30	12															
4	15																
5	30	12															
6	30	12															
7	30																
8	40																
9																	
10																	
11,12,13																	
12,13,15																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
TOTALES:		48	2									2	5375	1775	1200	2600	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA.
 EDIFICIO 4
 PLANTA BAJA.
 ELES.

DESBALANCE MAXIMO % = $((C_{Max} - C_{Min}) / C_{Max}) \times 100\% = \frac{2600 - 1200}{2600} \times 100 = 53.84\%$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TISE SQUARE D 3H,2F,12P 240/127V

CIRCUITO	CARGA (KW)	LUMENES (LUX)	LUMENES (LUX)	LUMENES (LUX)	LUMENES (LUX)	LUMENES (LUX)	LUMENES (LUX)	CANTIDAD DE LAMPARAS	LUMENES (LUX)		
									10	1000	1000
1.3	30							10	3000	1000	1000
2	-										
4	30							6	1800		1200
5	30							8	2400	1600	
6.8	30							12	3600	1200	1200
7.9	30										
10	-										
11	-										
12	-										
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
TOTALES :								36	7200	3600	3600

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 4
 SECCION ESCOLAR.

DESBALANCE MAXIMO % = ((CM_{max}-CM_{min})/(CM_{max}))X100% = DIFERENCIAL

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS);

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T2SE SQUARE D 4H,3F,12P 240/127V

CIR. No.	POTENCIA (W)	LUMENES (LM)	LUMENES (LM)	LUMENES (LM)	LUMENES (LM)	LUMENES (LM)	LUMENES (LM)	POTENCIA (W)	LUMENES			
									LUMENES (LM)	LUMENES (LM)	LUMENES (LM)	
1	30		3						600	600		
2	30		3						600	600		
3	30				1		2		1125		1125	
4	30				1		2		1125		1125	
5	30				1		2		1125			1125
6	30		1				2	2	1350			1350
7	30	1	1						900	900		
8	30						2		750	750		
9	30							12	2100			2100
10	30											
11	30											
12	30											
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												
61												
62												
63												
64												
65												
66												
67												
68												
69												
70												
71												
72												
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80												
81												
82												
83												
84												
85												
86												
87												
88												
89												
90												
91												
92												
93												
94												
95												
96												
97												
98												
99												
100												
TOTALES :		1	11	3	4	5		11	10875	3850	5250	3775

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 4
 SECCION ESCOLAR.

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \left(\frac{CM_{max} - CM_{in}}{CM_{max}} \right) \times 100\% = \frac{5250 - 2775}{5250} \times 100 = 47.14\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
 FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TH SQUARE D 4H,3F,2IP 240/127V, 100A.

CIR. No.	POTENCIA (W)	LAMPARAS (W)	LAMPARAS (W)	LAMPARAS (W)	SWITCH 1 HP.	SWITCH 1 HP.	SWITCH 1 HP.	POTENCIA TOTAL (W)	POTENCIA (W)	POT. (W)	P. T. E. S.	
1	30			2					375	375		
2	30								-	-		
3,6,8	30							2	400	400		
4	30							3	600	600	600	
5	30											
7,9,11	30						1		1000	333.33	333.33	
10	30	1	6					1	832.5	832.5		
12	30											
13	30											
14	30											
15	30											
16	30											
17	30											
18	30											
19	30											
20	30											
21	30											
22	30											
23	30											
24	30											
TOTALES :		1	6	2			1	6	3237.5	708.33	1595.83	933.33

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA.

EDIFICIO 4

PLANTA BAJA.

LAD. DE HIDRAULICA.

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((\text{Cmax} - \text{Cmin})) / (\text{Cmax}) \times 100}{1595.83} = \frac{1595.83 - 708.33}{1595.83} \times 100 = 55.61 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS DALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TUI CUTLER HAMMER 4H, 3F, 21P 240/127V, 125A.

CIRCUITO	DESCRIPCION DE LA CARGA	POTENCIA (W)	FACTORES DE CORRECCION	CARGA EQUIVALENTE (W)	CORRIENTE (A)	CATEGORIA	CARGA EQUIVALENTE (W)	CORRIENTE (A)	CATEGORIA	CARGA EQUIVALENTE (W)	CORRIENTE (A)	CATEGORIA	CARGA EQUIVALENTE (W)		CARGA EQUIVALENTE (A)	
													DE CORTOCIRCUITO	DE SOBRECARGA	DE CORTOCIRCUITO	DE SOBRECARGA
1	20													17	3800	3800
2	30															
4	30															
6	30															
7,8,11	30															
13,15,17	30															
18,16,18	40															
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
TOTALES:													17	3800	3800	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA.
EDIFICIO 4
LAB. HIDRAULICA.

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{(CM_{\text{max}} - CM_{\text{min}})}{CM_{\text{max}}} \times 100 = \frac{3800 - 0}{3800} \times 100 = 100 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TH5 SQUARE D 3H, 2F, 12P 240/127V, 100A.

	CIRC. No.	POTENCIA Wp	LUMENES LUMEN	LUMENES LUMEN	LUMENES LUMEN	SWITCH A DP	SWITCH A DP	SWITCH A DP	CANTIDAD DE RECEPTORES LUMEN P. L. Y	CANTIDAD DE RECEPTORES LUMEN P. L. Y	WATTS WATTS	WATTS WATTS	F	A	S
	1	30	24								2400	2400			
	2	30							8		8000	8000			
	3.5	30													
TOTALES :			24						8		10400	10400			

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA.
EDIFICIO 4
LAB. HIDRAULICA.

$$DESBALANCE MAXIMO \% = \frac{(CM_{max} - CM_{min})}{(CM_{max})} \times 100\% = \frac{10400 - 0}{10400} \times 100 = 100\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TH6 SQUARE D 40,3F,21P 240/127V, 100A.

CIRCUITO	CARGA	POTENCIA (W)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)				
																			1	2	3	4	
1,3,5	30		11																3062.5	687.5	687.5	687.5	
2,4,6	30			5															917.5	312.5	312.5	312.5	
7,8,11	30																						
13	30																		1150	1150			
14	30																						
16	30																						
17																							
18																							
19																							
20																							
21																							
22																							
23																							
24																							
25																							
26																							
27																							
28																							
29																							
30																							
TOTALES :			4	20															4150	2150	1000	1000	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA.

EDIFICIO 4

LAB. HIDRAULICA.

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((C_{Max} - C_{Min}) / C_{Max}) \times 100 = \frac{2150 - 1000}{2150} \times 100 = 53.49 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS)

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TH7 SQUARE D 4W,3F,12P 240/127V, SIN PROTECCION.

CIR. No.	POTENCIA (KW)	LUMENES (LUX)	LUMENES (LUX)	LUMENES (LUX)	SWITCH 1 HP	SWITCH 1 HP	SWITCH 1 HP	VOLTAJE TRANSFORMADO	FACTORES DE CORRECCION	POTENCIA TOTAL (KW)	CARGAS			
											1	2	3	4
1	15	4	4							1150	1150			
2	20							4		800	800			
3	20							4		800		800		
4	30							2		400		400		
5	30							2		400			400	
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
TOTALES :		4	4					12		3550	1950	1200	400	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA.
EDIFICIO 4
SALON HIDRAULICA.

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{(C_{\text{max}} - C_{\text{min}})}{C_{\text{max}}} \times 100\% = \frac{1950 - 400}{1950} \times 100 = 79.48\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TH8 SQUARE D 4H,3F,24P 240/127V, 100A.

CIR. No.	FANTASIA	LUMENES (WATT)	LUMENES (WATT)	LUMENES (WATT)	SWITCH 2 HP	SWITCH 3 HP	SWITCH 5 HP	POTENCIA (WATT) (P. B. S.)	POTENCIA (WATT) (P. B. S.)	WATTS TOTALES	F A S E S			
											A	B	C	
1	3,5	40												
2	4,6	40												
3	7,8,11	30												
4	8,10,12	30												
5	13	30												
6	14	30												
7	15	30	8	4					7	2950			2950	
8	16,18,20	30												
9	17	30							2	400				400
10	19	20												
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
TOTALES :			8	4					9	3350	0		2950	400

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA.
 EDIFICIO 4
 LAB. DE HIDRAULICA.

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{(CM_{\text{max}} - CM_{\text{m}})}{CM_{\text{max}}} \times 100\% = \frac{2950 - 0}{2950} \times 100 = 100\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TI.2 SQUARE D 4H,3F,42P 240/127V 3X100A.

CIR. No.	DESCRIPCIÓN	TIPO DE CARGA	TIPO DE CARGA	TIPO DE CARGA	TIPO DE CARGA	TIPO DE CARGA	TIPO DE CARGA	TIPO DE CARGA	TIPO DE CARGA	TIPO DE CARGA	P I S E S					
											1	2	3	4		
1		20														
2		20														
3		20														
4		30	16													
5		30														
6		30														
7		30														
8		30														
9		30														
10		30														
11		30														
12		30														
13		30														
14		30														
15		30														
16		30														
17		30														
18		30														
19		30														
20		30														
21		30														
22		30														
23		30														
24		30														
25		30														
26		30														
27		30														
28		30														
29		30														
30		30														
31		30														
32		30														
33		30														
34		30														
35		30														
36		30														
37		30														
38		30														
39		30														
40		30														
41		30														
42		30														
43		30														
44		30														
45		30														
46		30														
47		30														
48		30														
49		30														
50		30														
51		30														
52		30														
53		30														
54		30														
55		30														
56		30														
57		30														
58		30														
59		30														
60		30														
TOTALES :			16			4			2			7200	3096.66	3206.66	1066.66	

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
 EDIFICIO 4
 LAB. DE MATERIALES.

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((\text{CM}_{\text{max}} - \text{CM}_{\text{min}}) / (\text{CM}_{\text{max}})) \times 100\% = \frac{3266.66 - 1066.66}{3266.66} \times 100 = 67.36\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
 FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TT2 SQUARE D 3H,2F,3OP 240/127V.

CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	POTENCIA (W)	TIPO DE CARGA	FACT. CORR. (PF)	POT. ACT. (W)	POT. REACT. (VARS)	P.E.E.E.S.		
							W	VARS	VA
1	-								
2	-								
3	30								
4	30								
5	30	0				1600		1600	
6	30	0				1600		1600	
7	30	0				1600	1600		
8	30	0				1600	1600		
9	20								
10	20								
11	20								
12	20								
13	20								
14	20								
15	20								
16	20								
17	20								
18	20								
19	20								
20	20								
21	20								
22	20								
23	20								
24,26	20	0				8000	8000		8000
TOTALES :		32	0			14400	7200		7200

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 4
LAB. DE TERMOFLUIDOS.

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((\text{CM}_{\text{act}} - \text{CM}_{\text{in}}) / \text{CM}_{\text{act}}) \times 100}{\%} = \text{-----} \times 100 = \text{DIFASICO.}$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TLMR SQUARE D III,3F,14P 240/127V 30A.

CIRCUITO	CARGA (kW)	CARGA (VA)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGA (A)	CARGAS			
								1	2	3	
1	20			6				1125	1125		
2	20				1			186.5	186.5		
3	20	3		3				862.5		862.5	
4	20				1			186.5		186.5	
5	20							-		-	
6	20						10	2375		2375	
7	20						6	1300	1300		
8	20						10	2000	2000		
9	20				1		13	2506.5		2506.5	
10,12,14	20										
11	-										
13	-										
14	-										
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
TOTALES :		3		11		3	38	10222	4511.5	3635.5	2375

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 4

LAB. DE MECANICA DE ROCAS.

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((C_{Max} - C_{Min}))}{(C_{Max})} \times 100\% = \frac{4511.5 - 2375}{4511.5} \times 100 = 47.35\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS DALASTROS DE LAS LANPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LANPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TLMRI SQUARE D 40.3F.1P 240/127V 30A

CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	CIRCUITO	P.A.S.V.			
								WATTES	VARS		
1	20			6				1125	1125		
2	20				1			186.5	186.5		
3	20	1		3				862.5	862.5		
4	20				1			186.5	186.5		
5	20							-	-		
6	20			2			10	2175	2175		
7	20						6	1200	1200		
8	20						10	2000	2000		
9	20				1		12	2286.5	2286.5		
10,12,14	30										
11	-										
12	-										
13	-										
14	-										
15	-										
16	-										
17	-										
18	-										
19	-										
20	-										
21	-										
22	-										
23	-										
24	-										
25	-										
26	-										
27	-										
28	-										
29	-										
30	-										
TOTALES :		3		11		3	38	18522	4511.5	3635.5	2375

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA

EDIFICIO 4

LAB. DE MECANICA DE ROCAS.

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((CM_{\text{max}} - CM_{\text{tr}}) / CM_{\text{max}}) \times 100\% = \frac{4511.5 - 2375}{4511.5} \times 100 = 47.35 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TLM SQUARE D 4H,3F,3OP 240/127V.

CIRCUITO	CIR. No.	FUSIBLE (A)	LAMPARAS (W)	LAMPARAS (W)	PROV. (W)	CARGA (W)	F.A.S.T.S.			
							1	2	3	4
	1	20	1	3			662.5	662.5		
	2	20		3			662.5	662.5		
	3	20	4				400		400	
	4	15	2				200		200	
	5	20				8	1600			1600
	6	-								
	7,8,11	30								
	8,10,12	50								
	13	-								
	14	-								
	15	-								
	16	-								
	17	-								
	18	-								
	19	-								
	20	-								
	21	-								
	22	-								
	23	-								
	24	-								
	25	-								
	26	-								
	27	-								
	28	-								
	29	-								
	30	-								
TOTALES :			7	6		8	3425	1225	600	1600

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA

EDIFICIO 4

PRIMER NIVEL.

LAD. DE MATERIALES.

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((C_{\text{Max}} - C_{\text{Min}}) / C_{\text{Max}}) \times 100\%}{1600} \times 100 = 62.5 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TLM1 SQUARE D 4H,3F,3OP 240/127V

COR.	POTENCIA	LAMPARAS	LAMPARAS	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA	POTENCIA		
Nº	(KW)	(Nº)	(Nº)	(KW)	(KW)	(KW)	(KW)	(KW)	(KW)	(KW)	(KW)	(KW)		
1	20													
2	20													
3	20													
4	20													
5	20													
6	20													
7	20													
8	20													
9	20													
10	20	1												
11	20													
12	20													
13,15	20													
14,16	20													
17,19	20													
18,20	20													
21,23	20													
22	20													
24	20													
25,27,29	-													
A B C	26,28,30	15												
SIN PREVISIONES														
TOTALES :		1		10	10	6				35	13078	1754.166	7110.916	4212.916

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA

EDIFICIO 4

PLANTA BAAI

LAB. DE MATERIALES.

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = ((\text{CM}_{\text{max}} - \text{CM}_{\text{in}}) / (\text{CM}_{\text{max}})) \times 100\% = \frac{7110.916 - 1754.166}{7110.916} \times 100 = 75.33\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO T3PD SQUARE D 4U,3F,12P 240/127V

Circ. No.	POTENCIA VA	LAMPARAS 240V	LAMPARAS 480V	LAMPARAS 480V	LAMPARAS 480V	LAMPARAS 480V	LAMPARAS 480V	TOTAL POTENCIA VA	VA POTENCIA	FUSES			
										1	2	3	4
1	30							2	400	400			
2	30							6	1200	1200			
3	30								-				
4	30								-				
5	30							8	1600				1600
6	30							6	1200				1200
7	30												
8	-												
9	-												
10	-												
11	-												
12	-												
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
TOTALES:								22	4400	1600			2800

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 4
MECANICA DE SUELOS.

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((C_{Max} - C_{Min}) / C_{Max}) \times 100\%}{2800 - 0} = \frac{2800 - 0}{2800} \times 100\% = 100\%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS
FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO TINI SQUARE D 4H,3F,30P 240/127V.

CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA (W)	LARGOS (M)	LARGOS (M)	LARGOS (M)	LARGOS (M)	LARGOS (M)	LARGOS (M)	LARGOS (M)	LARGOS (M)	LARGOS (M)	CARGA (W)				
													1	2	3	4	
1,3,5	30																
2	30	12											1200	1200			
4	30	12											1200		1200		
6	30	22											1875			1875	
7	30	12											1200	1200			
8	30																
9	30												1	200		200	
10	30	12	1	1	1	1							24	631.25		631.25	
11	30												2	400			400
12	30												5	1000			1000
13	30												1	200	200		
14	30	12											1200	1200			
15	30												1	800		800	
16,18,20	30																
17	30												1	800			800
19	30												10	2000	2000		
21	30												8	1600		1600	
23	30												10	2000			2000
25,27,29	100																
22	-																
TOTALES :													82	25006.25	5800	10131.25	9075

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 4
ENTREPISO

$$\text{DESOLAMANTE MAXIMO \%} = ((\text{Cmax} - \text{CMin}) / (\text{CMax})) \times 100 = \frac{10131.25 - 5800}{10131.25} \times 100 = 42.75 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE LAS LAMPARAS FLUORESCENTES (25% DE LA POTENCIA TOTAL DE LAS LAMPARAS).

3.2 CONDICIONES DE LA CARGA

Las condiciones en las que operan las distintas cargas en la mayoría de las ocasiones no son las más favorables ya que por la necesidad misma de las instalaciones hay que efectuar cambios que no estaban contemplados en el proyecto original de la Facultad de Ingeniería.

Lo anterior ha llevado a que las instalaciones actuales no sean el 100 por ciento adecuadas, y es más, hasta antes del presente trabajo no se contaba con los planos actualizados lo suficientemente confiables en su información. Desafortunadamente no se realiza ningún tipo de registro de los cambios o ampliaciones que se tienen tanto eléctrica como arquitectónicamente.

Se han encontrado tableros en muy mal estado de operación (generalmente se debe a la falta de mantenimiento), tableros que no cuentan con su protección trifásica correspondiente y en ocasiones los tableros son tan viejos (tableros que se instalaron desde 1954) que ponen en riesgo a quien trata de operarlos, por que ya no cuentan con las condiciones óptimas para su función.

Los interruptores termomagnéticos operan muchas veces en el límite de su capacidad de protección ya que con la más mínima sobrecarga se disparan dejando fuera de servicio a toda la carga. También se han detectado interruptores termomagnéticos inadecuados para las cargas que soportan (generalmente están muy sobrados de su capacidad de protección).

La tubería conduit tiene (en algunos casos) saturación de conductores, lo que provoca calentamiento por la falta de circulación de aire entre ellos aumentando las pérdidas de energía y dañando el aislante mismo del conductor.

También se han localizado cargas que se encuentran muy distantes del tablero de alimentación respectivo, cargas que se encuentran operando sin protección alguna (se encuentran conectados directamente a las fases del tablero) y que ponen en riesgo a la instalación completa. La mayoría de los contactos existentes no son del tipo polarizado (no existe conductor a tierra) por lo que los equipos no cuentan con la protección requerida cuando se presenta un transitorio.

El seccionamiento de circuitos no se presenta en la mayor parte de las instalaciones, en donde, tanto la carga de fuerza como la de iluminación están alimentadas por el mismo conductor y en consecuencia por el mismo circuito, provocando sobrecarga y/o aumentando el desbalance del tablero.

Todo lo antes mencionado tiene un efecto directo, la pérdida de energía, energía que como ya se dijo, tiene un costo y que puede ir en aumento si no se toman las medidas adecuadas correspondientes.

3.3 PROTECCIONES

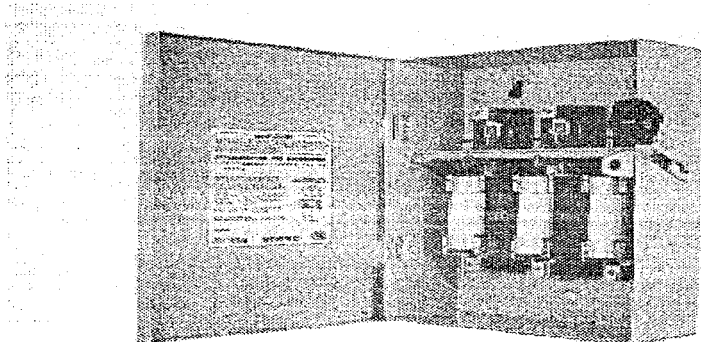
Al circular corriente eléctrica a través de un conductor, un motor, un equipo y en general cualquier sistema eléctrico, se produce en todos y cada uno de ellos un calentamiento, al transformarse parte de la energía eléctrica en energía térmica, esta última no es deseable y es conocida como pérdida por efecto Joule.

Si el calentamiento producido es excesivo y por lapsos de tiempo considerables, llegan a quemarse los conductores, motores, equipos, etc., sin embargo, en todos los casos empiezan por dañarse los aislamientos y cuando esto ocurre, se producen cortos circuitos.

Para regular el paso de corriente en forma general y en casos particulares se dispone de una serie de elementos que logran el objetivo, así, se dispone de listones fusibles, interruptores termomagnéticos y protecciones de otro tipo (relevadores), que evitan el paso de corrientes mayores a las previstas. Tanto los listones fusibles como los interruptores termomagnéticos, aprovechan el efecto producido por el calentamiento para impedir la circulación de corrientes peligrosas al circuito que se protege.

Los LISTONES FUSIBLES (utilizados en los tapones sobre una base de porcelana o dentro de cartuchos renovables), no son más que resistencias de bajo valor que se funden al paso de corrientes mayores a las normales debidas a cortos circuitos o sobrecarga.

Las capacidades comerciales de este tipo de fusibles son: 3, 5, 10, 15, 20, 30, 35, 40, 50, 60, 75, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 500 y 600 amperes. Este tipo de elementos se muestra a continuación.



Los INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS conocidos comúnmente como pastillas o brakes, también aprovechan el efecto de calentamiento al paso de corrientes mayores a las previstas, condición que los hace operar mecánicamente para botar la palanca de su posición normalmente cerrado (ON) a una posición intermedia indicando esta última fallas eléctricas en el circuito al que protegen.

Para cerrar el circuito, es necesario hacer llegar la palanca del interruptor termomagnético hasta la posición de normalmente abierto (OFF) y desde ahí, a la posición de normalmente cerrado, si el interruptor termomagnético se bota por lo menos en dos operaciones seguidas, es señal inequívoca de que la falla es permanente, situación que obliga a realizar los arreglos o reparaciones necesarias indicadas en cada caso después de localizar la irregularidad.

Los interruptores termomagnéticos, se distinguen por su forma de conectarse a las barras colectoras de los tableros de distribución o centros de carga, pudiendo ser de tipo ENCHUFAR o ATORNILLAR.

Por su capacidad máxima en amperes en condiciones normales de operación y el número de polos, son clasificados de la siguiente manera:

DE UN POLO	DE DOS POLOS	DE TRES POLOS
1 X 15 AMPS.	2 X 15 AMPS.	3 X 15 AMPS.
1 X 20 AMPS.	2 X 20 AMPS.	3 X 20 AMPS.
1 X 30 AMPS.	2 X 30 AMPS.	3 X 30 AMPS.
1 X 40 AMPS.	2 X 40 AMPS.	3 X 40 AMPS.
1 X 50 AMPS.	2 X 50 AMPS.	3 X 50 AMPS.
	2 X 70 AMPS.	3 X 70 AMPS.
		3 X 100 AMPS.
		3 X 150 AMPS.
		3 X 175 AMPS.
		3 X 200 AMPS.
		3 X 225 AMPS.
		3 X 250 AMPS.
		3 X 300 AMPS.
		3 X 350 AMPS.
		3 X 400 AMPS.
		3 X 500 AMPS.
		3 X 600 AMPS.

Los interruptores termomagnéticos tienen una unidad de disparo permanente con elementos térmicos y magnéticos en cada polo. Los elementos térmicos son calibrados para operar con una temperatura ambiente máxima de 40°C. Los elementos de disparo magnéticos están ajustados a un valor de 10 000 amperes RMS simétricos y sirve para fijar la protección de disparo instantánea.

Los interruptores termomagnéticos pueden ser instalados en agrupamiento, en forma individual, gabinetes individuales, tableros de distribución, unidades de enchufar para electroductos, combinaciones con arrancador, centros de control de motores y otras aplicaciones de control.

DIFERENTES TIPOS DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS



100A 2 Pole



600A 2 Pole



600A 3 Pole



250A 3 Pole



600A 3 Pole



600A 3 Pole



600A 3 Pole

Para conocer si las protecciones que tienen los circuitos son correctas, emplearemos las siguientes expresiones:

-Para circuitos monofásicos

$$I_E = \frac{1.25W}{V * f_p * \eta} \quad [\text{AMPS.}]$$

-Para circuitos trifásicos

$$I_E = \frac{1.25W}{\sqrt{3} * V * f_p * \eta} \quad [\text{AMPS.}]$$

donde: I_E es la corriente del elemento de protección.

W es la potencia en watts de la carga.

V es el voltaje de alimentación de la carga.

f_p es el factor de potencia (no menor a 0.95).

η es la eficiencia (no menor a 0.9).

1.25 es el valor máximo de ajuste que marcan las normas para instalaciones eléctricas que debe tener el dispositivo protector de sobrecorriente.

Así, si por ejemplo, se tiene que la carga de un circuito monofásico es de 1100 watts y la protección con que cuenta su circuito es de 20 amperes, se tendrá:

$$I_E = \frac{1.25(1100)}{127(0.95)(0.9)} = 12.60 [A]$$

La protección de 20 amperes no es la correcta, ya que aún cuando protege al circuito lo adecuado sería una protección de 15 amperes, ésta protección permitiría que el interruptor termomagnético respondiera más rápido y en consecuencia librar la falla en menos tiempo que la protección de 20 amperes.

3.4 ANALISIS DE DATOS

De los resultados obtenidos mediante los cuadros de carga tenemos los siguientes datos por edificio:

EDIFICIO	FASE A (WATTS)	FASE B (WATTS)	FASE C (WATTS)	DESBALANCE
1	66 716.75	69 125.00	56 450.00	18.33 %
2	114 310.75	112 353.25	106 438.25	6.88 %
3	23 562.50	27 900.00	21 575.00	22.67 %
4	48 395.00	46 769.00	31 051.00	35.83 %
TOTALES	252 985.00	256 147.25	215 514.25	15.86 %

Los resultados anteriores vienen a reafirmar los datos obtenidos mediante las mediciones de energía hechas con el analizador de redes en el punto 2.5 del capítulo anterior, ya que la fase B es la de mayor carga conectada y la fase C la de menor carga, provocando con ello el desbalance arriba indicado.

Un factor importante que afecta en el desbalance, es la no existencia de seccionamiento de circuitos. Existen algunos circuitos con demasiada carga conectada y circuitos con muy poca carga conectada.

Otro factor que influye en el desbalance es la utilización de tableros bifásicos y monofásicos, en estos tableros la carga se encuentra actuando en una forma no proporcional entre las fases, independientemente de la existencia de circuitos con mayor o menor carga.

Ahora, con las expresiones anteriormente indicadas para el cálculo de la protección tanto de circuitos como de tableros, se llega a los siguientes resultados.

EDIFICIO 1

En este edificio se contabilizaron un total de 18 tableros con 146 circuitos que tienen interruptor termomagnético de los cuales se tiene:

PROTECCION CIRCUITO	NUMERO	PORCENTAJE
cuenta con valor adecuado	32	21.91 %
cuenta con valor superior	94	64.39 %
cuenta con valor inferior	20	13.70 %
PROTECCION TABLERO	NUMERO	PORCENTAJE
cuenta con valor adecuado	0	0 %
cuenta con valor superior	7	38.88 %
cuenta con valor inferior	1	5.55 %
no cuenta con protección	10	55.57 %

EDIFICIO 2

En este edificio se contabilizaron un total de 29 tableros con 255 circuitos que tienen interruptor termomagnético de los cuales se tiene:

PROTECCION CIRCUITO	NUMERO	PORCENTAJE
cuenta con valor adecuado	60	23.53 %
cuenta con valor superior	161	63.13 %
cuenta con valor inferior	34	13.34 %
PROTECCION TABLERO	NUMERO	PORCENTAJE
cuenta con valor adecuado	1	3.45 %
cuenta con valor superior	7	24.13 %
cuenta con valor inferior	2	6.90 %
no cuenta con protección	19	65.52 %

EDIFICIO 3

En este edificio se contabilizaron un total de 6 tableros y 65 circuitos que tienen interruptor termomagnético de los cuales se tiene:

PROTECCION CIRCUITO	NUMERO	PORCENTAJE
cuenta con valor adecuado	21	32.30 %
cuenta con valor superior	38	58.46 %
cuenta con valor inferior	6	9.24 %
PROTECCION TABLERO	NUMERO	PORCENTAJE
cuenta con valor adecuado	1	16.66 %
cuenta con valor superior	2	33.33 %
cuenta con valor inferior	0	0 %
no cuenta con protección	3	50.00 %

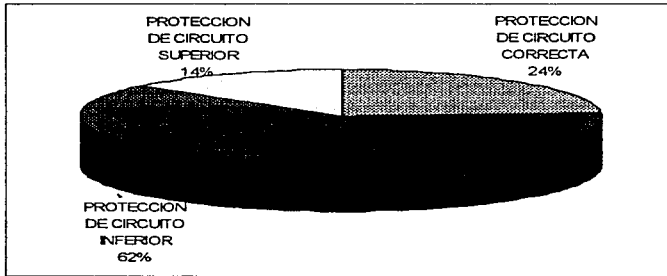
EDIFICIO 4

En este edificio se contabilizaron un total de 28 tableros con 240 circuitos que tienen interruptor termomagnético de los cuales se tiene:

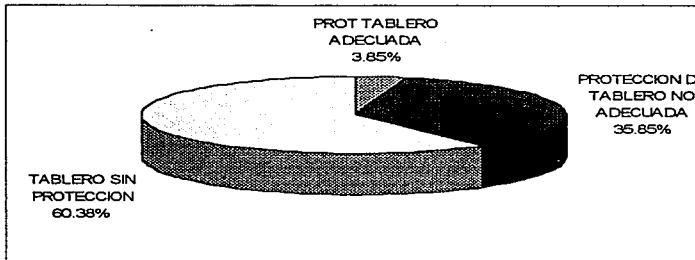
PROTECCION CIRCUITO	NUMERO	PORCENTAJE
cuenta con valor adecuado	63	26.25 %
cuenta con valor superior	165	68.75 %
cuenta con valor inferior	12	5.00 %
PROTECCION TABLERO	NUMERO	PORCENTAJE
cuenta con valor adecuado	2	7.14 %
cuenta con valor superior	7	25.00 %
cuenta con valor inferior	3	10.71 %
no cuenta con protección	16	57.15 %

Así, podemos concluir que:

- El 24 % de las protecciones con que cuentan los circuitos de los tableros es la correcta.
- El 62 % de las protecciones con que cuentan los circuitos de los tableros no es adecuada ya que cuentan con un valor superior al requerido.
- El 14 % de las protecciones con que cuentan los circuitos de los tableros es menor a la correcta, por lo que, su protección no es la adecuada.



- Unicamente el 3.77 % de los tableros cuenta con su protección general adecuada a la carga conectada.
- El 35.85 % de las protecciones generales que tienen los tableros no es la adecuada a su carga conectada correspondiente.
- Un 60.38 % de los tableros no cuenta con protección general.



3.5 NORMALIZACION

En la actualidad, tanto el suministro como el uso de la energía eléctrica se encuentran regidas por una norma de instalaciones eléctricas, es de vital importancia que ingenieros al diseñar y realizar cualquier instalación eléctrica se cumpla con las normas respectivas y así, garantizar que la instalación no presente ningún problema en el futuro. Al diseñar una instalación adecuada se deban cubrir los siguientes puntos:

- Una operación eficiente del circuito.
- Seguridad durante la instalación y operación de los circuitos eléctricos.
- Se tenga economía y seguridad para el usuario.
- CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS VIGENTES.

En el siguiente capítulo (RECOMENDACIONES), se hará necesario el diseño y rediseño de algunas instalaciones eléctricas, así como la instalación de los interruptores termomagnéticos correspondientes a la carga que manejen. Lo anterior con el fin de que las instalaciones se hagan funcionales y respondan al objetivo de uso racional y ahorro de energía en la Facultad de Ingeniería.

Con el objeto de reglamentar las instalaciones eléctricas en México de una forma más completa, y de acuerdo a los desarrollos tecnológicos que en productos y equipos eléctricos han surgido en los últimos años, la Dirección General de Normas publicó en el Diario Oficial de la Federación el 10 de octubre de 1994, la norma NOM-001-SEMP-1994, con título: **INSTALACIONES DESTINADAS AL SUMINISTRO Y USO DE LA ENERGIA ELECTRICA**, y constituye la guía que deben seguir diseñadores, constructores y unidades de verificación, en lo relativo a proyecto, construcción y aprobación de instalaciones eléctricas.

A continuación se hace referencia a algunos artículos importantes que se deben consultar y que deben cumplir las instalaciones. Cabe recalcar que para mayor información se deben consultar directamente la **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMP-1994, RELATIVA A LAS INSTALACIONES DESTINADAS AL SUMINISTRO Y USO DE LA ENERGIA ELECTRICA.**

CAPITULO 1 DISPOSICIONES GENERALES

ARTICULO 110- REQUISITOS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS.

110-4 Tensión de operación nominal. En esta Norma, la tensión que debe tomarse como nominal es aquella a la cual funciona el circuito.

110-5 Conductores. Los conductores usados para transportar corriente de carga deben ser de cobre, a menos que se indique otra cosa en esta Norma. Cuando no se especifica el material del conductor, se refiere a conductores de cobre. En caso de que se utilicen otros materiales, debe emplearse el conductor equivalente.

110-9 Capacidad interruptiva. Los equipos destinados a interrumpir corrientes de falla deben tener una capacidad interruptiva nominal suficiente para la tensión nominal del sistema y la corriente disponible en sus terminales de entrada. Los equipos destinados a interrumpir corrientes que no sean de falla, deben tener una capacidad interruptiva, a la tensión nominal del sistema, suficiente para la corriente que deba interrumpirse.

CAPITULO 2 DISEÑO Y PROTECCION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

ARTICULO 200- USO E IDENTIFICACION DE LOS CONDUCTORES PUESTOS A TIERRA.

200-2 Disposiciones generales. Todos los sistemas de instalaciones eléctricas de las construcciones deben tener un conductor puesto a tierra que debe identificarse como se indica en la Sección 200-6.

200-6 Medios de identificación de los conductores puestos a tierra. Los conductores puestos a tierra con área de sección transversal de 13.30 mm^2 (6 AWG) o menores deben identificarse en toda su longitud por un acabado exterior de color blanco o gris natural.

ARTICULO 210- CIRCUITOS DERIVADOS.

Se considera como circuito derivado a todos los conductores del circuito formado entre el último dispositivo contra sobrecorriente que protege el circuito y la(s) carga(s) conectada(s).

210-3 Clasificación. Los circuitos derivados se clasifican de acuerdo con la capacidad o ajuste de su dispositivo de protección contra sobrecorriente; el cual determina la capacidad nominal del circuito, aunque, por alguna razón, se utilicen conductores de una capacidad mayor.

La clasificación de los circuitos derivados debe ser de 15, 20, 30, 40 y 50 A.

Excepción: Los circuitos derivados de multisalidas, mayores de 50 A, se permiten para cargas que no sean de alumbrado y en locales industriales donde la supervisión y el mantenimiento se efectúe por personal calificado.

210-5 Código de colores para circuitos derivados.

a) Conductor puesto a tierra. El conductor puesto a tierra de un circuito derivado debe estar identificado con un color blanco o gris natural. Cuando se alojen conductores de diferentes sistemas en una misma canalización, caja de conexión u otro tipo de cubierta, si se requiere conductor puesto a tierra, este debe tener una cubierta exterior de color blanco o gris natural. Cada conductor puesto a tierra de otro sistema, si es que se requiere, debe tener una cubierta exterior de color blanco con un franja de color identificable (que no sea verde) a lo largo del aislamiento del conductor u otro medio de identificación.

210-7 Contactos y clavijas.

a) Tipo de puesta a tierra. Los contactos instalados en circuitos derivados de 15 a 20 A deben ser del tipo de puesta a tierra. Dichos contactos deben instalarse solamente en circuitos de la clase de tensión y corriente para los cuales han sido diseñados

b) Deben aterrizarse. Los contactos y cordones con clavija del tipo de puesta a tierra, deben aterrizarse efectivamente en su terminal de puesta a tierra.

c) Métodos de puesta a tierra. Las terminales de puesta a tierra de clavijas y contactos deben aterrizarse por medio del conductor de puesta a tierra del equipo, del circuito que alimenta a la clavija o contacto.

d) Reemplazo de contactos. Cuando se reemplacen contactos sin conexión a tierra, se instalarán los del tipo de puesta a tierra conectados a tierra de acuerdo con lo indicado a la Sección 210-7 (c).

210-11 Ahorro de energía en circuitos derivados. Se permite diseñar los circuitos derivados, para que estos puedan ser conectados y desconectados por medio de dispositivos que permitan optimizar el consumo de energía eléctrica, tales como controladores de diversos tipos.

210-19 Conductores. Calibres y capacidades de conducción de corriente mínimas.

a) Generalidades. Los conductores del circuito derivado deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la correspondiente a la carga por servir. Además los conductores de los circuitos derivados de salidas múltiples que alimentan contactos para cargas portátiles conectadas por medio de cordón y clavija, deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la capacidad nominal del circuito derivado. En cables armados, donde los conductores activos son de mayor calibre que el conductor neutro, éste debe marcarse.

Nota 3: Véase la Sección 310-10 para las limitaciones de temperatura en los conductores.

Nota 4: La caída de tensión global desde el medio de desconexión principal hasta cualquier salida de la instalación (sea alumbrado fuerza, calefacción, etc.) no debe exceder del 5%. La caída de tensión se debe distribuir razonablemente en el circuito derivado y en el circuito alimentador, procurando que en cualquiera de ellos la caída de tensión, no sea mayor de 3%. Véase la Sección 215-2 para caída de tensión en alimentadores.

210-20 Protección contra sobre corriente. Los conductores de circuitos derivados y equipos, deben protegerse por dispositivos de protección contra sobrecorriente cuya capacidad o ajuste:

- 1) No excedan lo especificado en la Sección 240-3 para conductores.
- 2) No excedan lo especificado en los Artículos aplicables de la Sección 240-2 para los equipos.
- 3) Cumplan con lo especificado en la Sección 210-21 para los dispositivos de salida.

Excepción No. 1: Los conductores de derivación, que cumplan con la Sección 210-19 (c) se consideran protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito.

Excepción No. 2: Los alambres y cordones flexibles de aparatos como se permite en la Sección 240-4.

Nota: Para cargas continuas, véanse las Secciones 210-22 y 220-3 y para la protección contra sobrecorriente la Sección 240-1.

210-22 Cargas máximas. La carga total no debe exceder la capacidad nominal de un circuito derivado y no exceder las cargas máximas especificadas en los incisos (a) al (c) que se describen a continuación, para las condiciones especificadas en los mismos.

a) Cargas combinadas y de motores. Cuando un circuito alimente solamente cargas de motor, se aplicará el Artículo 430. Cuando un circuito alimente solamente equipos de aire acondicionado o de refrigeración o ambos, se aplicará el Artículo 440. Para circuitos que alimenten cargas que consisten de equipos accionados por motor que estén fijos y que tengan un motor mayor de 93.25 W (1/8 de CP) de potencia en combinación con otras cargas, el cálculo de la carga debe basarse en el 125% de la carga del motor más grande, más la suma de las otras cargas restantes.

b) Cargas inductivas de iluminación. Para circuitos que alimentan unidades de alumbrado con balastos, transformadores o autotransformadores, debe considerarse la corriente total que tomen dichos equipos y no solamente la de las lámparas de los mismos.

c) Otras cargas. Las cargas continuas tales como el alumbrado de tiendas o almacenes y cargas similares, no deben exceder el 80% de la capacidad nominal del circuito derivado.

Excepción: No se requiere aplicar esta condición, si al calcular la corriente permisible en los conductores del circuito, se ha aplicado el factor de reducción por agrupamiento correspondiente.

Se acepta aplicar los factores de demanda de cargas de cocinas de acuerdo con la tabla 220-19, incluyendo la Nota: 4.

ARTICULO 215 ALIMENTADORES.

Un circuito alimentador consiste en los conductores del circuito formado entre el equipo de servicio o la fuente de un sistema derivado y el dispositivo final contra sobrecorriente del circuito derivado.

215-2 Capacidades de corriente y calibres mínimos. Los conductores alimentadores deben tener una capacidad de corriente no menor que la requerida para alimentar la carga por servir, calculada de acuerdo con las partes B, C y D del Artículo 220. Los calibres mínimos deben cumplir con los incisos (a) y (b) indicados a continuación en las condiciones que se estipulan. Los conductores alimentadores para una vivienda o una vivienda del tipo móvil, no requiere ser de capacidad superior a la de los conductores de la correspondiente acometida. Para el calibre de conductores y capacidad de corriente, ver las tablas 310-16 a 310-19 y sus Notas, para conductores de 0 a 2000 V.

a) Para circuitos específicos. La capacidad de los conductores del alimentador no debe ser menor de 30 A cuando la carga alimentada consista en los siguientes tipos de circuitos:

1) Dos o más circuitos derivados de 2 hilos servidos por un alimentador de 2 conductores.

2) Más de dos circuitos derivados de 2 hilos servidos por un alimentador de 3 conductores.

3) Dos o más circuitos derivados de 3 hilos servidos por un alimentador de 3 conductores.

4) Dos ó más circuitos derivados de 4 hilos servidos por un alimentador de 3 fases - 4 hilos.

b) Capacidad relativa de los conductores de la acometida. La capacidad de los conductores del alimentador no debe ser menor que la de los conductores de la acometida, cuando dichos conductores del alimentador transporten la carga total servida por conductores de la acometida cuya capacidad sea de 55 A o menos.

Nota 1: La caída de tensión global desde el medio de desconexión principal hasta la salida más alejada de la instalación, considerando alimentadores y circuitos derivados, no debe exceder del 5%; dicha caída de tensión se debe distribuir razonablemente en el circuito derivado y en el circuito alimentador, procurando que en cualquiera de ellos la caída de tensión, no sea mayor de 3%.

Nota 2: Véase la Sección 210-19 (a) para caída de tensión en circuitos derivados.

215-3 Protección contra sobrecorriente. Los alimentadores deben protegerse contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en la parte A del Artículo 240.

ARTICULO 220 CALCULO DE CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES

220-3 Cálculo de circuitos derivados. Las cargas de los circuitos derivados se calcularán como se indica en los incisos (a) a (d) siguientes:

a) Cargas continuas y no continuas. La capacidad del circuito derivado no debe ser menor que la suma de la carga no continua más el 125% de la carga continua.

Excepción: Cuando el conjunto incluyendo los dispositivos de protección contra sobrecorriente, estén aprobados para funcionamiento continuo al 100% de su capacidad nominal.

b) Cargas de alumbrado para diversos locales. En la tabla 220-3 (b) se indica la carga mínima de alumbrado por metro cuadrado de área, que se considera para los diversos tipos de locales (para escuelas, la unidad de carga por m² es de 30 VA).

c) Otras cargas para todo tipo de locales. La carga mínima en cada salida para contactos de uso general y en otras salidas distintas de las de alumbrado general, no debe ser menor a lo indicado a continuación, para la carga indicada que se basa en la tensión nominal de los circuitos derivados:

(1) Salida para un aparato, específico o para otra carga, excepto para una carga de motor, específico el valor de la corriente nominal del aparato o la carga alimentada.

(2) Salida para carga de un motor véase la Sección 430-22 y 430-24 y Artículo 440.

(3) Salida para una o varias luminarias empotradas, el valor nominal máximo en VA del equipo más la (s) lámpara (s).

(4) Salida para portalámparas de servicio pesado, 600 VA.

(5) Salida para lámparas instaladas en rieles decorativos. Véase Sección 410-102.

(6) Otras salidas*, 180 VA por salida.

Para salidas de contactos sencillos o múltiples se considera una carga no menor de 180 VA.

d) Cargas para ampliación de instalaciones existentes.

2) Locales distintos a unidades de vivienda. El cálculo de la carga para nuevos circuitos o extensiones de circuitos en locales de uso distinto al de las unidades de vivienda se debe hacer de acuerdo con lo indicado en los incisos (b) o (c) anteriores.

ALIMENTADORES

220-10 Disposiciones generales.

a) Capacidad de conducción de corriente y cálculo de cargas. Los conductores alimentadores deben tener suficiente capacidad de conducción de corriente para alimentar a las cargas conectadas. En ningún caso la carga calculada de un alimentador debe ser menor que las cargas de los circuitos derivados alimentados, como se determina en la parte A de este Artículo y después de aplicar cualquiera de los factores de demanda permitidos por las partes B, C y D.

b) Cargas continuas y no continuas. Cuando un alimentador sirve cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, el valor nominal del dispositivo de sobre corriente no debe ser menor que la suma de las cargas no continuas más el 125% de la carga continuas.

Excepción: Cuando en una instalación, los dispositivos de protección contra sobrecorriente del alimentador o alimentadores, están aprobados para operar al 100% de su capacidad nominal. Ni la capacidad nominal en amperes del dispositivo de sobrecorriente ni la capacidad del conductor alimentador debe ser menor que la suma de las cargas continuas, más las cargas no continuas.

220-35 Cálculo opcional. Cargas adicionales en instalaciones existentes. Con el fin de permitir la conexión de carga adicionales en alimentadores y acometidas existentes, se podrá usar la demanda máxima real en kVA para determinar la carga existente en tales acometidas y alimentadores, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- 1) La demanda máxima en kVA se conoce por lo menos durante un año.
- 2) El 125% de la demanda existente más la nueva carga no excede la capacidad nominal del alimentador por acometida.
- 3) El alimentador o acometida tiene protección contra sobrecorriente de acuerdo con la Sección 240-3, y tiene un servicio con protección de sobrecarga de acuerdo con la Sección 230-90.

ARTICULO 230 ACOMETIDAS.

G. Protección contra sobrecorrientes

230-90 Como parte integrante del medio de desconexión principal o adyacente al mismo, el usuario debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente en su instalación. Este dispositivo de protección puede ser un juego de fusibles o un interruptor automático, ambos de capacidad interruptiva adecuada al cortocircuito máximo que se pueda presentar. En cualquier caso, deben satisfacerse los requisitos generales de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que establece la Sección 240-3 Excepción No. 1 y 240-6.

Excepción No. 1: Para corriente de arranque de motores, puede utilizarse una capacidad conforme con las secciones 430-52, 430-62 ó 430-63.

ARTICULO 240 PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE.

240-1 Alcance. Las partes de A hasta G de este Artículo especifican los requisitos generales para la protección contra sobrecorriente y los dispositivos relacionados con ella, cuya tensión nominal no sea mayor que 600 V. La parte H abarca la protección contra sobrecorriente para tensiones nominales mayores de 600 V.

Nota: La protección contra sobrecorriente para conductores y equipos tiene por objetivo abrir el circuito eléctrico cuando la corriente alcance un valor que pueda producir temperaturas excesivas o peligrosas en los conductores o en su aislamiento. Véase también las Secciones 110-9 y 110-10, para los requisitos sobre la capacidad de interrupción y la protección contra las corrientes de falla.

240-3 Protección de conductores. Los conductores que no sean cordones flexibles ni alambres de aparatos se deberán proteger contra sobrecorriente de acuerdo con sus capacidades de conducción de corriente especificadas en la Sección 310-15, a menos que se permitida otra cosa en los incisos (a) a la (m) siguientes:

a) Riesgo por pérdida de energía. La protección contra sobrecarga no se exigirá cuando la interrupción del circuito pudiera producir riesgo, tal como en el caso del circuito de un magneto de transporte de materiales, o el de alimentación a bombas contra incendio. La protección contra cortocircuitos se proveerá en todos los casos.

b) Dispositivos con rango de 800 A o menos. Cuando la capacidad del conductor no corresponde con la corriente nominal normalizada de un fusible o de un interruptor automático sin ajuste de sobrecarga por encima de su capacidad (aunque puede tener otros ajustes de capacidad o de disparo), se permite el valor nominal inmediato superior del dispositivo, solamente si esta capacidad no es mayor que los 800 A y el conductor no es parte del circuito derivado de salida múltiple que alimente contactos para cargas portátiles conectadas con cordón y enchufe.

240-6 Capacidades de conducción de corrientes normalizadas. Las capacidades de conducción de corriente nominales normalizadas de fusibles y de interruptores automáticos son: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1600, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000 y 6000 A.

Excepción: Para fusibles se considerarán también normalizadas las capacidades de corriente 1, 3, 6, 10A.

240-12 Coordinación de un sistema eléctrico. Cuando se requiere una interrupción programada con el fin de minimizar riesgos al personal y a los equipos, se puede usar un sistema de coordinación basado en las dos condiciones siguientes:

1) Protección coordinada en cortocircuitos

2) Indicación de sobrecarga con sistemas o dispositivos de supervisión.

Nota: Coordinación se define como la localización adecuada de las condiciones de falla para restringir las desconexiones del servicio sólo al equipo afectado, por medio de una selección de dispositivos de protección selectiva contra la falla. El sistema de supervisión puede originar alarmas para que se efectúen acciones correctivas o se haga una interrupción programada, que haga mínimos los riesgos para el personal y los daños al equipo.

240-20 Conductores activos.

a) Dispositivos de sobrecorriente necesario. Dispositivos de sobrecorriente necesario. En cada conductor sin conexión a tierra se colocará en serie un fusible o una unidad de disparo de sobrecorriente de un interruptor automático. Una combinación de un transformador de corriente y relevador de sobrecorriente se considerará equivalente a una unidad de disparo de sobrecorriente.

Nota: Para circuitos de motores, véase Artículo 430 partes C, D, F y J.

b) Interruptores automáticos como dispositivos de sobrecorriente. Los interruptores automáticos deberán abrir todos los conductores sin conexión a tierra del circuito.

Excepción: En sistemas aterrizados se permitirán interruptores individuales monofásicos con manijas de operación para la protección de cada conductor no aterrizado para cargas conectadas de línea viva de acuerdo a lo siguiente:

- a. Circuitos monofásicos,
- b. Circuitos de corriente directa de tres hilos, o
- c. Circuitos derivados de alumbrado o aparatos, conectados a sistemas trifásicos de 4 hilos, o sistemas trifásicos de 5 hilos, o sistemas bifásicos siempre que tales circuitos de aparatos o alumbrados sean alimentados de un sistema con neutro a tierra y el conductor no opere a tensiones mayores que los permitidos en la Sección 210-6.

240-21 Ubicación en el circuito. Se conectará un dispositivo de protección contra sobrecorriente en cada conductor no puesto a tierra, de acuerdo a lo siguiente.

- a) Conductores de circuitos principales y derivados. Los conductores de circuitos principales y derivados deberán ser protegidos contra sobrecorriente por el dispositivo de protección conectado en el punto en donde los conductores reciben su alimentación, a menos que se permita otra cosa en los incisos (b) hasta (m).

ARTICULO 250 PUESTA A TIERRA.

250-1 Alcance. Este artículo abarca los requisitos generales para la puesta a tierra y el puentado de las instalaciones eléctricas y, además, las disposiciones específicas que se dan en (a) a (f) a continuación:

- a) Sistemas, circuitos y equipos requeridos, cuya puesta a tierra sea permitida o no.
- b) Conductor del circuito que debe ponerse a tierra en los sistemas puestos a tierra.
- c) Ubicación de las conexiones de los sistemas de puesta a tierra.
- d) Tipos y calibres de los conductores, electrodos de puesta a tierra de los puentes de unión.
- e) Métodos para la puesta a tierra y ejecución de los puntos de unión (puentado).
- f) Condiciones en las cuales los resguardos, la separación y el aislamiento puede sustituirse por la puesta a tierra.

Los sistemas y circuitos conductores son puestos a tierra para limitar las sobretensiones debidas a descargas atmosféricas a fenómenos transitorios en el propio circuito o a contactos accidentales con líneas de mayor tensión así como para estabilizar la tensión a tierra en condiciones normales de operación. Los sistemas y circuitos conductores se ponen a tierra de manera sólida para facilitar la acción de los dispositivos de sobrecorriente en caso de fallas a tierra.

La puesta a tierra de los materiales conductores que encierran a los conductores y equipos o que forman parte de estos se hace para limitar la tensión a tierra de tales partes conductoras y para facilitar la acción de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, en caso de falla a tierra. Véase Sección 110-10.

ARTICULO 310 CONDUCTORES PARA INSTALACIONES DE USO GENERAL

310-5 Area de la sección transversal mínima de los conductores. El área de la sección transversal mínima de los conductores debe cumplir con lo indicado en la Tabla 310-5 (ver tabla al final del capítulo).

310-10 Limitación por temperatura de los conductores. Ningún conductor debe usarse en condiciones tales que su temperatura de operación exceda la temperatura designada para el tipo de conductor aislado involucrado. En ningún caso deben agruparse conductores de tal forma que pueda excederse el límite de temperatura de cualquiera de los conductores por el tipo de circuito, el método de alambrado o el número de conductores.

La temperatura máxima de operación de un conductor (Véanse las Tablas 310-13 y 310-61) es la máxima temperatura en cualquier punto a lo largo de su longitud, que el conductor puede soportar en un periodo de tiempo prolongado sin degradación.

Las Tablas de capacidad de conducción de corriente del Artículo 310, así como los factores de corrección y las Notas a dichas tablas son una guía para la selección y coordinación del área de la sección transversal o calibre de los conductores, los tipos, capacidad de conducción de corriente permisible, temperaturas ambiente y el número de conductores que se pueden agrupar.

Los principales factores determinantes de la temperatura de operación son:

1 -Temperatura ambiente. La temperatura ambiente puede variar a lo largo de la longitud del cable así como en el tiempo.

2 -El calor generado internamente en el conductor, como resultado del flujo de la corriente.

3 -La rapidez con que se disipa en el medio ambiente el calor generado. La resistencia térmica de los materiales alrededor de los conductores afecta directamente a la disipación de calor.

4 -Conductores adyacentes. Los conductores adyacentes presentan el doble efecto de incrementar la temperatura ambiente y dificultar la disipación del calor.

310-13 Construcción y uso de los conductores. Los conductores aislados deben cumplir con las disposiciones indicadas en una o más de las Tablas 310-13 y 310-61.

Se permite usar estos conductores con cualquiera de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3 y como se especifica en sus respectivas Tablas.

310-15 Capacidad de conducción de corriente. La capacidad de conducción de corriente de los conductores puede ser determinada por los incisos a), o b) siguientes :

Nota: La capacidad de conducción de corriente dada en esta Sección no toma en consideración la caída de tensión. Los conductores de circuitos definidos en el Artículo 100, están calculados para evitar que la caída de tensión exceda del 5% y ofrecen una razonable eficiencia de operación.

(a) Caso general. La capacidad de conducción de corriente para conductores de 0 a 2 000 V, debe ser la especificada en las Tablas de capacidad de conducción de corriente 310-16 hasta la 310-19 y sus correspondientes Notas.

Las capacidades de conducción de corriente para conductores aislados con dieléctrico sólido, de 2 000 a 35 000 V, deben ser las especificadas en las Tablas de capacidad de conducción de corriente 310-67 hasta la 310-84 y sus correspondientes notas.

Nota: Las Tablas 310-16 hasta la 310-19, son utilizadas para determinar el área de la sección transversal de los conductores para las cargas calculadas de acuerdo con el Artículo 200 (ver tabla al final del capítulo).

Las capacidades de conducción de corriente permisible resultan de una o más de las siguientes consideraciones :

1 Temperatura compatible con la del equipo conectado, especialmente en los puntos de conexión.

2 Coordinación de las protecciones contra sobrecorrientes del circuito y del sistema.

3 De acuerdo con los requerimientos de productos aprobados o certificados. Véase la Sección 110-3(b).

4 Observar las prácticas de seguridad establecidas en la industria y seguir los procedimientos normalizados.

(b) Cálculo de ingeniería. Bajo supervisión de expertos, las capacidades de conducción de corriente pueden calcularse por medio de la siguiente fórmula general:

$$I = \frac{TC - (TA + \text{DELTA TD})^{1/2}}{RDC (1 + YC) RCA}$$

Donde :

TC = Temperatura del conductor en °C.

TA = Temperatura ambiente en °C.

DELTA TD = Incremento de temperatura debido a las pérdidas en el dieléctrico.

RDC = Resistencia eléctrica en corriente directa a la temperatura TC.

YC = Componente de la resistencia eléctrica en corriente alterna que toma en cuenta el efecto piel y el efecto de proximidad.

RCA = Resistencia térmica efectiva entre el conductor y el medio que lo circunda.

(c) Selección de la capacidad de corriente.

(d) Ductos eléctricos.

ARTICULO 365 CANALIZACIONES PREALAMBRADAS

365-1 Definición. Conjunto de conductores aislados montados en posiciones espaciadas en una estructura de metal ventilado que los soporta y protege y que incluye accesorios y terminales de conductores. El conjunto está diseñado para conducir corriente de falla y soportar las fuerzas magnéticas de dichas corrientes.

Nota: La canalización prealamburada se ensambla normalmente en el lugar de instalación con componentes proporcionados o especificados por el fabricante y de acuerdo con las instrucciones para el trabajo específico.

365-2 Usos

a) 600 V o menos

Las canalizaciones prealambradas se permitirán para cualquier tensión o corriente para la cual los conductores espaciados estén especificados y deberán instalarse para trabajos expuestos solamente. Cuando se instalen en exteriores o en lugares corrosivos, húmedos o mojados, deberán ser adecuadas para tal uso. Las canalizaciones prealambradas no se deberán instalar en fosos de elevadores ni en lugares peligrosos (clasificados), a menos que sean específicamente adecuadas para tales usos. Las canalizaciones prealambradas pueden ser usadas para circuitos derivados, alimentadores y acometidas.

Las estructuras de las canalizaciones prealambradas cuando se interconectan en forma adecuada, pueden usarse como conductores de puesta a tierra de los equipos, en circuitos derivados y alimentadores.

365-3 Conductores. a) Tipo de conductores. En las canalizaciones prealambradas, los conductores que conducen corriente tendrán un aislamiento de tipo aprobado, adecuados para las condiciones de uso, de acuerdo con los Artículos 310 y 710 y aprobados para funcionar a 75°C o más.

b) Capacidad de conducción de corriente de los conductores. La capacidad de conducción de corriente de los conductores en las canalizaciones prealambradas estarán de acuerdo con las Tablas 310-17 y 310-19.

c) Área de la sección transversal y número de conductores. El área de la sección transversal nominal y el número de conductores serán aquellos para los cuales la canalización prealambrada está diseñada, y la sección transversal en ningún caso será menor que 53.48 mm² (1/0 AWG).

d) Soportes de conductores. Los conductores aislados deberán estar soportados sobre bloques u otros medios diseñados para este propósito. Los conductores individuales en una canalización prealambrada deben estar soportados a intervalos no mayores de 91 cm para canalizaciones horizontales y 45 cm para canalizaciones verticales. El espaciamiento vertical y horizontal entre los conductores soportados no debe ser menor que el diámetro de un conductor en los puntos de soporte.

365-5 Protección contra sobrecorriente. Cuando la capacidad de conducción de corriente de los conductores de una canalización prealambrada no corresponda a la de un dispositivo de protección normalizado, se utilizará el de capacidad inmediata superior.

ARTICULO 384 TABLEROS DE DISTRIBUCION Y GABINETES DE CONTROL

384-1 Alcance. Este artículo cubre (1) todos los tableros de distribución, gabinetes de control y tableros instalados para el control de circuitos de alumbrado y de energía, y (2) los tableros para carga de acumuladores, alimentados por circuitos de alumbrado o de energía.

Gabinetes de control.

384-13 Disposiciones generales. Todos los gabinetes de control deben tener una capacidad nominal no menor que la capacidad mínima requerida del alimentador para la carga, calculada de acuerdo con el Artículo 220. Los gabinetes de control deben estar marcados permanentemente por el fabricante, indicando la tensión eléctrica y la capacidad de conducción de corriente nominal, el número de fases para los que han sido diseñados, así como el nombre del fabricante o marca comercial, de tal manera que éstas estén visibles después de la instalación, sin causar daños en las partes interiores ni al alambrado. Todos los circuitos o modificaciones a los circuitos de los gabinetes de control, deben identificarse en forma legible indicando el propósito o uso, por medio de un directorio de circuitos localizado dentro o fuera de la puerta del gabinete.

Nota: Véanse los requisitos adicionales en la Sección 110-22.

384-16 Protección contra sobrecorriente.

a) Gabinetes de control para circuitos derivados de alumbrado y de aparatos, protegidos individualmente. Todo gabinete para este tipo de circuitos debe estar protegido individualmente, en el lado del suministro, por no más de dos interruptores automáticos principales, o por dos juegos de fusibles que tengan una capacidad nominal combinada no mayor que la del gabinete de control.

Tabla 310-16 Capacidad de conducción de corriente en amperes de conductores aislados de 0 a 2 000 V, 60°C a 90°C. No más de 3 conductores en un cable, en una canalización o directamente enterrados y para una temperatura ambiente de 30 °C.

Área de la sección mm ² (AUC - 10CM)	Temperaturas admisibles de operación (véase Tabla 310 - 13).					
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
	TIPOS TH = UF =	TIPOS THW = THW-1S, THW-1S THW =, XHHW = USE =	TIPOS SA, SIS, FEP = FEPS = RHH =, RHW-2 THW-2, THHW = THW-2S, TH THW-2, THHW = USE-2, XHHW = RHW-2	TIPOS TH = UF =	TIPOS THW = THW-1S, THW-1S THW =, XHHW = USE =	TIPOS SA, SIS, RHH =, RHW-2 THW-2, THHW = THW-1S THW-2, THHW = USE-2, XHHW = XHHW-2
	C			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.8235 (18)	.....	.....	16	.....	.....	.....
1.307 (14)	.....	.....	18	.....	.....	.....
2.032 (14)	20*	20*	21*	.....	.....	.....
3.307 (12)	25*	25*	30*	20*	20*	25*
5.260 (12)	30	35*	40*	25*	30*	35*
8.367 (8)	40	50	55	30	40	45
12.30 (8)	55	65	75	40	50	60
21.15 (4)	70	85	95	55	65	75
33.62 (2)	95	115	130	75	90	100
42.41 (1)	110	130	150	85	100	115
53.48 (1/2)	125	150	170	100	120	135
67.43 (2/3)	145	175	195	115	135	150
85.01 (3/4)	165	200	225	130	155	175
107.2 (4/5)	195	230	260	150	180	205
126.7 (5/8)	215	255	290	170	205	230
152.0 (3/4)	240	285	320	190	230	255
177.3 (1 1/8)	260	310	350	210	250	280
202.7 (4/3)	280	335	380	225	270	305
233.4 (5/3)	320	380	430	260	310	350
264.0 (6/3)	355	420	475	285	340	385
300.2 (7/3)	400	475	535	320	385	435
328.7 (1 1/2)	455	545	615	375	445	500

FACTORES DE CORRECCION

Temperatura ambiente °C	Para temperatura ambiente superior de 30 °C, multiplique las capacidades de corriente de la tabla mostradas arriba por el factor de corrección correspondiente en esta tabla.					
21 - 25	1.02	1.05	1.04	1.05	1.05	1.04
26 - 30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31 - 35	0.91	0.94	0.94	0.91	0.94	0.94
36 - 40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.85	0.91
41 - 45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87
46 - 50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82
51 - 55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76
56 - 60	.....	0.58	0.71	.....	0.58	0.71
61 - 70	.....	0.33	0.48	.....	0.33	0.58
71 - 80	.....	.....	0.41	.....	.....	0.41

* La protección para sobrecorriente para conductores de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre, en los tipos marcados con un asterisco, no debe exceder de:
 15 A para 2.052 mm² (14), 20 A para 3.307 mm² (12) y 30 A para 5.260 mm² (10) para conductores de cobre.
 15 A para 3.307 mm² (12), y 25 A para 5.260 mm² (10) para conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre, siempre de que se han aplicado los factores de corrección por temperatura ambiente y agrupamiento de conductores.

Número de conductores que llevan corriente	Factores de corrección por agrupamiento
4 a 6	0.80
7 a 9	0.70
10 a 20	0.50
21 a 30	0.45
31 a 40	0.40
41 y más	0.35

TABLA 310-5 CONDUCTORES

Tensión nominal (V)	Area de la sección transversal o calibre mínimo mm ² (AWG).
0 - 2 000	2.082 (14 AWG) Cobre 3.307 (12 AWG) Aluminio o Al-Cu.
2 001 - 5 000	8.367 (8 AWG)
5 001 - 8 000	13.30 (6 AWG)
8 001 - 15 000	33.62 (2 AWG)
15 001 - 28 000	42.41 (1 AWG)
28 001 - 35 000	53.48 (1/0 AWG)

CAPITULO IV

RECOMENDACIONES

4.1 ILUMINACION NATURAL

La iluminación natural tiene una singular importancia debido a que su aportación ahorra una cantidad considerable de energía eléctrica, energía que puede ser utilizada para otros fines, así mismo, el cansancio visual es menor, sin alteraciones del sistema nervioso, ya que la vista está provista para trabajar con la luz solar reflejada en los objetos con los beneficios que las radiaciones electromagnéticas proporcionan a los ojos.

A continuación se muestra una tabla con los niveles de iluminación de algunas fuentes de luz natural.

FUENTE	CANTIDAD DE LUXES
Luz del sol difundida	100 000
Luz del sol en día nublado	10 000
Luz del sol a la sombra en exteriores	1000 a 10 000
Luz del sol en interiores (junto a una ventana).....	1 000

Con relación a nuestro estudio, en la mayoría de los recintos se cuenta con entrada de iluminación natural por medio de ventanas unilaterales o bilaterales. Esta situación puede ser aprovechada de tal manera que aquellas luminarias que se encuentren cercanas a la zona de ventanas se seccionen del resto de las luminarias mediante apagadores independientes.

Así mismo, tenemos que las lámparas de los pasillos se controlan directamente de los interruptores termomagnéticos del tablero respectivo, por lo que su encendido y apagado está condicionado a una persona encargada de ello. Esta situación provoca que en ocasiones las lámparas se mantengan encendidas innecesariamente o no se enciendan aún cuando sean necesarias.

La iluminación natural puede ser aprovechada de manera tal que mediante una fotocelda conectada a las lámparas se controle su encendido y apagado sin la necesidad de depender de alguna persona para ello.

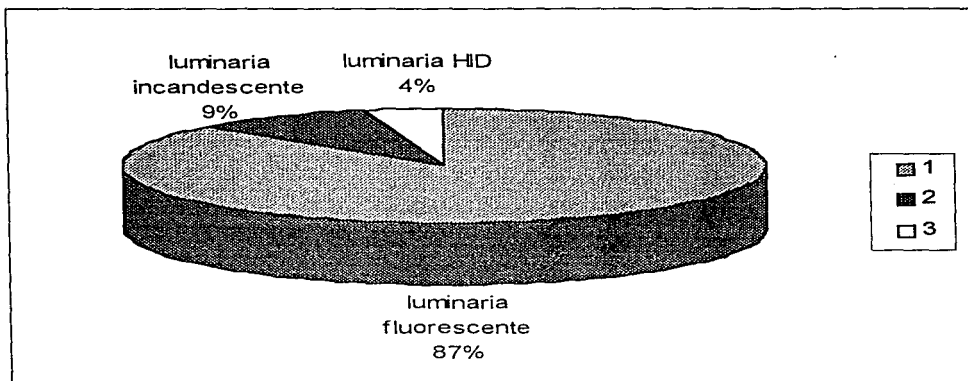
El uso de sensores de presencia que registren tanto movimiento como iluminación natural también pueden ser utilizados en algunos recintos (su utilización se explicará en el siguiente punto.

4.2 ILUMINACION ARTIFICIAL

La iluminación es el área de mayor oportunidad de ahorro de energía eléctrica, para obtener este ahorro, es necesario evaluar todos los elementos con los que ya contamos.

El 87 % del total de la carga de iluminación está representada por lámparas fluorescentes, por lo que es aquí donde se debe enfocar nuestro estudio para obtener mayores beneficios.

El 9 % del total de la carga de iluminación la representan lámparas de tipo incandescente y el 4 % restante lámparas de HID (High Intensity Discharge).



LAMPARAS FLUORESCENTES

Del total de lámparas fluorescentes, encontramos en el capítulo II (diagnóstico energético) que predominan dos tipos, de 40 watts y de 75 watts distribuyendose de la siguiente manera:

TIPO DE LAMPARA	TOTAL DE LAMPARAS
40 WATTS	3556
75 WATTS	863

Existen en el mercado una gran cantidad y variedad de lámparas fluorescentes, sin embargo, para nuestro estudio aplicaremos sólo aquellas que nos proporcionan un beneficio de ahorro de energía (lámparas ahorradoras), ya que de lo contrario no tendría sentido aplicar lámparas que resulten inadecuadas.

En la Facultad de Ingeniería encontramos que el sistema de lámparas fluorescentes está compuesto por sistemas de encendido rápido y las temperaturas de color manejadas en las lámparas son luz de día (6 500 K) y blanco frío (4 100K).

En términos generales observamos que a una mayor temperatura de color tenemos un menor nivel de iluminación, a lo anterior agregamos que la eficiencia en una lámpara con tonalidad luz de día es menor que una lámpara blanco frío. La única ventaja que tiene la lámpara luz de día contra la blanco frío es que la primera tiene un Índice de Rendimiento de Color (CRI, capacidad de reproducción de color) mayor que la segunda.

A continuación se presenta una tabla comparativa del sistema de lámparas actual (40 y 75 watts) contra un sistema de lámparas ahorradoras (32, 34 y 60 watts). Los datos pueden variar un poco dependiendo del fabricante, los datos utilizados son de catálogos de OSRAM de México y General Eléctric de México. El tono de luz elegido es el blanco frío, el cual es recomendado para aplicarse en escuelas y oficinas entre otros.

WATTS	FLUJO LUMINOSO (lm)	LONGITUD TOTAL (mm)	BULBO	DIAMETRO DEL BULBO (mm)	TONO DE LUZ	TIPO DE ENC.	HORAS DE VIDA
40	3150	1213	T-12	38	BCO FRIO	RAPIDO	12 000
34	2825	1213	T-12	38	BCO FRIO	RAPIDO	20 000
*34	2775	1220	T-12	38	BCO FRIO	RAPIDO	20 000
32	3050	1212	T-8	25	BCO FRIO	RAPIDO	20 000
75	6300	2388	T-12	38	BCO FRIO	RAPIDO	12 000
60	5750	2387	T-12	38	BCO FRIO	RAPIDO	12 000
*60	5600	2440	T-12	38	BCO FRIO	INSTANT	12 000
59	5800	2438	T-8	25	BCO FRIO	RAPIDO	15 000

* LAMPARAS G.E. (34W ECONO-WATT, 59W T8 TRIMLINE)

Las lámparas fluorescentes ahorradoras fueron desarrolladas para sustituir a las lámparas fluorescentes normales, pero operando con un 20% menos de consumo de energía a cambio de un 5-10% de reducción de flujo luminoso.

Bajo condiciones de operación estándar tienen una vida útil de 20 000 horas y pueden llegar a alcanzar hasta 26 000 horas de vida.

Las lámparas ahorradoras siempre deben acoplarse a balastos compatibles con ellas, su operación óptima se obtiene con balastos de alta eficiencia o electrónicos con operación a alta frecuencia.

BALASTROS

Todas las lámparas que producen luz por medio de un arco eléctrico en un ambiente gaseoso requieren de un dispositivo externo que limite la corriente de operación. Debido a que el tubo de descarga de este tipo de lámpara tiene una impedancia negativa, si esta corriente no se controla seguiría incrementándose hasta destruir la lámpara. Este dispositivo externo se conoce como balastro.

De acuerdo a su funcionamiento, los balastros se pueden dividir en tres tipos, electromagnéticos, electrónicos e híbridos.

BALASTROS ELECTROMAGNETICOS:

- Baja energía
- Normales
- ALTA EFICIENCIA

BALASTROS ELECTRONICOS:

- Discretos
- Circuito integrado de pot. cte.
- Circuito integrado de pot. var.
(DIMMEABLE)

HIBRIDOS:

- Es una mezcla de los anteriores.

Como mencionamos anteriormente, las lámparas ahorradoras deberán operar con balastros electromagnéticos de alta eficiencia o balastros electrónicos, los cuales describimos a continuación.

BALASTROS ELECTROMAGNETICOS DE ALTA EFICIENCIA.

Son balastros fabricados con alta tecnología y mejores materiales para reducir las pérdidas. Operan a las lámparas a potencia adecuada sin reducir su vida útil. Trabajan a temperaturas internas muy bajas con lo que aumentan su propia vida, generalmente incluyen un termoprotector para evitar sobrecalentamientos internos.

Ahorran directamente 10% de energía en promedio con respecto a los normales con lo que además reducen la carga térmica.

Su costo es aproximadamente 40% mayor que un balastro normal pero viven más que ellos. La garantía de los fabricantes es de unos 4 años, pero pueden vivir de 10 a 12 años, para cálculos se considera una vida útil de 50 000 horas.

BALASTROS ELECTRONICOS.

Son balastos de estado sólido que pueden ser discretos o integrados y trabajan con alta frecuencia y bajas pérdidas (4 a 6 watts) permitiendo mejorar la eficacia de la lámpara.

Se pueden instalar directamente en lugar de los electromagnéticos porque son de las mismas dimensiones, aunque su peso es mucho menor. Los hay de potencia de lámpara constante y de potencia variable.

Se pueden aplicar al igual que los balastos normales, excepto en lugares con temperaturas o vibraciones excesivas.

En combinación con lámparas ahorradoras pueden permitir ahorros de hasta 35% si se les compara con balastos y lámparas normales.

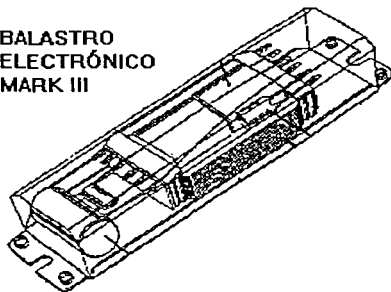
Su costo depende del tipo de balastro y la marca. Se fabrican en México en las potencias más comerciales con precios entre 2 y 3 veces mayores que los normales. Algunos modelos importados cuestan entre 4 y 5 veces más que los convencionales.

La vida de un balastro de este tipo se estima en 20 años, pero depende del fabricante y de las condiciones de operación. Para fines prácticos se consideran 50 000 horas.

Como trabajan con máximo Factor de Eficacia de Balastro (BEF), a alta frecuencia, con factor de cresta idóneo, excelente regulación, mínimo nivel de ruido, termoprotector integrado, pérdidas reducidas y otras cualidades, presentan una serie de beneficios técnicamente insuperables para el usuario, a un costo alto que en las condiciones actuales tendrá que evaluarse para decidir su aplicación.

A continuación se presenta una tabla con las principales características de un balastro y se analizan los balastos normales, los de alta eficiencia y los electrónicos.

BALASTRO
ELECTRÓNICO
MARK III



TIPO DE BALASTR	VIDA HRS.	NIVEL DE RUIDO(db)	B E F	PERDIDAS WATTS	FACTOR DE POT.	T H D %
NORMAL	20 000	A	1.18	18.8	>0.9	28
ALTA EFICIENC	50 000	A	1.28	12.8	>0.9	28
ELECTR. DISCR.	60 000	<A	1.39	6.6	>0.9	>50

REFLECTORES ESPECULARES.

Son reflectores a base de aluminio pulido al espejo con recubrimientos especiales, presentando un comportamiento especular. Están diseñados para reducir la absorción de luz y evitan la distorsión de la longitud de onda de los rayos incidentes. Tienen un diseño óptico optimizado y generalmente diseñado por computadora para satisfacer las necesidades de cada aplicación.

Se puede usar sobre todo en instalaciones existentes con depreciación por tiempo y suciedad importantes. Para obras nuevas se debe hacer un estudio cuidadoso para evaluar sus posibles ventajas con respecto a luminarios nuevos.

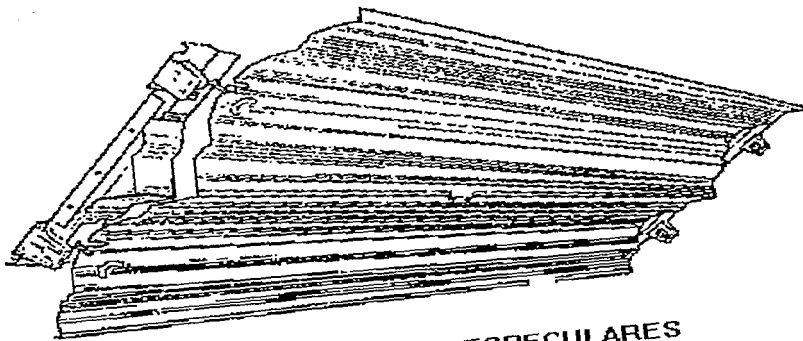
Cuando su aplicación es factible, pueden permitir ahorros de 50% en el consumo de energía, ya que reducen el número de lámparas y balastos a la mitad. Su costo varía de acuerdo con el fabricante y con las dimensiones pero los ahorros de energía generalmente justifican su adquisición.

Cuando son de alta calidad pueden mantener niveles de iluminación dentro de límites muy aceptables y su vida útil depende del medio y del mantenimiento, pero puede ser de 10 años o más.

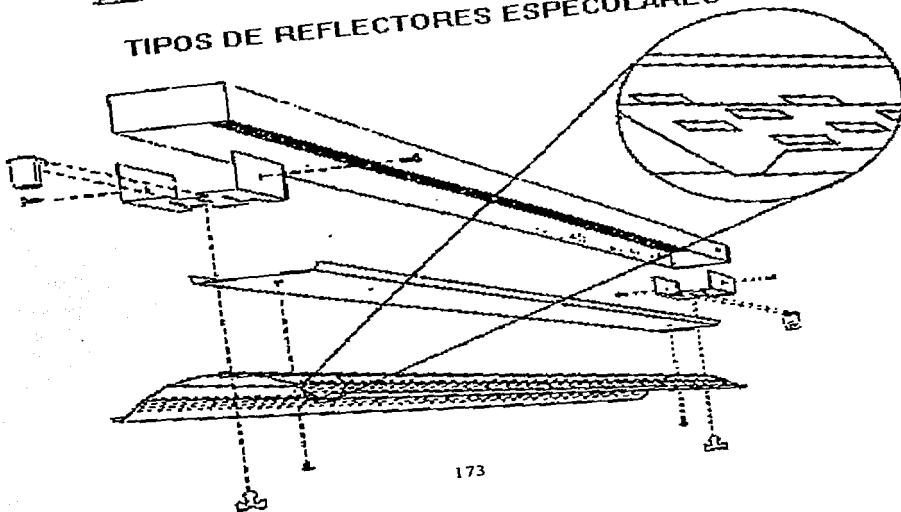
Los beneficios para el usuario son evidentes, ya que se reduce el consumo, la demanda máxima, la carga térmica y el mantenimiento. La eliminación del 50% de lámparas y balastos puede reducir los niveles de iluminación drásticamente (entre 15% y 40%), reducción que la instalación por sí sola del reflector no puede compensar. Debe realizarse un estudio técnico-económico con criterios luminotécnicos y energéticos para decidir su instalación.

A continuación se presentan algunas características de algunos tipos de reflector especular de la marca ALANOD y una figura con algunas versiones de reflectores especulares.

SERIE	ALEACION DE ALUMINIO %	CLARIDAD DE IMAGEN %	REFLECCION TOTAL %	BRILLANTES %
320 G/2	99.85	≤91	86	62
412 G/2	99.40-99.99	≤94	87	78
MIRO 4	99.85-99.99	≤94	95	82



TIPOS DE REFLECTORES ESPECULARES



SENSORES DE PRESENCIA

Son un tipo de control automático para iluminación de tipo local, los cuales cuentan con un sensor de movimiento (de rayos infrarrojos o ultrasónicos) humano colocándose en estado de encendido (ON) cuando alguien entra a el área controlada y automáticamente se apaga después de un corto lapso que puede ir desde 30 segundos hasta 30 minutos.

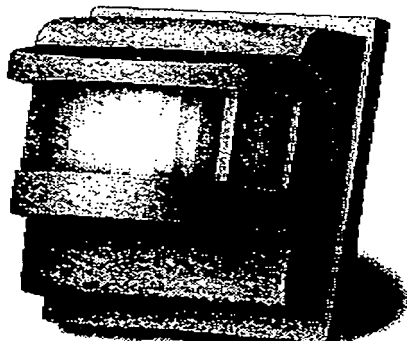
Los sensores de presencia operan utilizando tecnología sofisticada lo que permite reducir la energía utilizada en iluminación en lugares que no están ocupados, también cuentan con un indicador ajustable de luz natural el cual puede ser ajustado a un nivel específico que nos permita aprovechar la luz natural por largos periodos sin que el sensor opere.

Tienen una visión que les permite cubrir distintos ángulos (hasta 360°) y distintas distancias según la aplicación que se les dé.

Los ahorros potenciales fluctúan entre 12% y 86%. Cuando la selección y la aplicación se realizan adecuadamente, el uso de este tipo de controles incide favorablemente sobre el consumo, la demanda máxima, el mantenimiento, etc..

La vida de estos equipos se estima en 20 años bajo condiciones normales de operación. Este valor se puede reducir drásticamente si la instalación es defectuosa, si la temperatura y vibración son excesivas, si la regulación es pobre, etc..

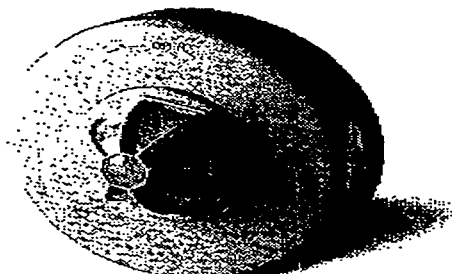
En seguida se presenta una ilustración de sensores de presencia así como su unidad de control.



SENSOR DE 180 GRADOS



SENSOR DE 360 GRADOS



SENSOR DE 360 GRADOS



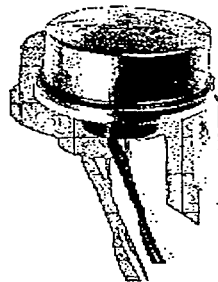
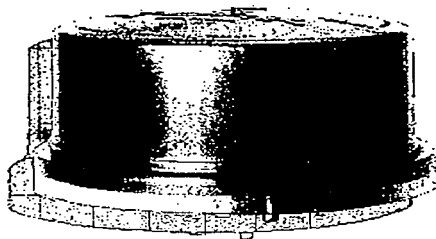
CONTROL DE
SENSORES

FOTOCELDAS

Es otro tipo de control que nos permite controlar automáticamente la iluminación exterior, enciende al anochecer, se apaga al amanecer cuando ya no se requiera iluminación. Este tipo de equipos no se ven afectados por condiciones extremas del medio ambiente tales como humedad o temperatura.

Están construídas con un sistema de retardo (de 15 segundos a 2 minutos) que previene falsas operaciones debidas a algún tipo de iluminación temporal, rayos, etc..

En la siguiente figura se presenta este tipo de equipo.



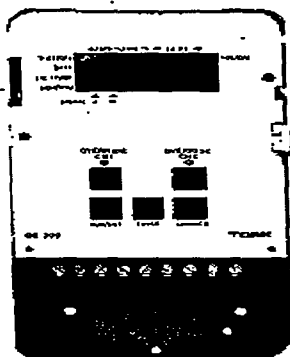
FOTOCELDA

TEMPORIZADORES PROGRAMABLES

Este tipo de equipo de control nos permite programar el encendido o apagado de nuestro sistema ya que cuenta con un reloj integrado que nos permite determinar los periodos de operación de nuestro sistema.

La programación puede ser aquella que se presenta en un día típico de labores, en una semana, en un mes o en un año programando inclusive los días no laborables como sabados, domingos o días festivos.

Su utilización requiere de un análisis de operación que justifiquen su aplicación. Enseguida se presenta este tipo de equipo.



TEMPORIZADOR

4.3 EQUIPO DE FUERZA

En lo que a equipo de fuerza se refiere es difícil proporcionar una medida general en cuanto a su uso eficiente y racional comparado con el sistema de iluminación.

Cada contacto (monofásico, bifásico o trifásico) atiende a una carga particular con características propias lo que no nos permite tener un control en cuanto a su uso.

En lo que a contactos se refiere, proponemos la ubicación correcta y la cantidad suficiente de ellos lo más cerca posible de la carga a alimentar, ya que se han encontrado gran cantidad de extensiones y multicontactos.

Las primeras no cumplen con las características de materiales (cables y clavijas) adecuados a la carga manejada, por lo que generalmente se calientan provocando pérdidas así como un riesgo en cuanto a un posible corto circuito.

Los multicontactos nos llegan a sobrecargar circuitos, por ejemplo, todo un circuito (interruptor termomagnético, cable, tubería) que se calcula para soportar la carga de x número de contactos en la realidad estará operando con hasta seis veces su capacidad (en el caso más crítico) afectando así la instalación eléctrica.

En los laboratorios se puede planear la operación de los equipos de tal manera que se reduzca el factor de coincidencia de la carga.

También se puede ir sustituyendo en forma paulatina aquellos motores viejos por motores de alta eficiencia y alto factor de potencia.

4.4 ALAMBRADO Y CANALIZACIONES

Como se ha visto, es necesario el acondicionar algunas instalaciones para darnos el beneficio de ahorro de energía esperado, para ello es necesario el adaptar y realizar obras de alambrado y canalización.

Aunque prácticamente todos los conductores de baja tensión se ven iguales, ya que todos tienen conductor de cobre y aislamiento plástico, las propiedades particulares de cada conductor dependen precisamente de las características del aislamiento plástico clasificándose en dos tipos: conductores con aislamiento termoplástico PVC y conductores con aislamiento termofijo EP y XLP.

A continuación se presenta una tabla de los conductores clasificados por su temperatura máxima de operación.

TIPO DE AISLAMIENTO	TEMPERATURA MAXIMA DE OPERACION
TWD	60°C
THW	75°C
THWN	75°C
THHW	75°C EN HÚMEDO 90° EN SECO
THHN	90°C
XHHW	75°C EN AGUA 90° HÚMEDO O SECO
RHW	75°C EN PRESENCIA DE AGUA
RHH	90°C

Una vez que se ha elegido el tipo de aislamiento a utilizar debemos emplear los datos y requerimientos que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1994, relativa a instalaciones destinadas al suministro y uso de energía eléctrica en los artículos ya citados en el capítulo 3 para el cálculo del calibre de conductor a utilizar.

En lo que se refiere a las canalizaciones éstas también deben cumplir con lo indicado en la norma ya mencionada y deberán ser de tubo conduit metálico de pared delgada.

Haciendo el diseño de la instalación adecuada se conseguirán los siguientes puntos:

- Facilidad y rapidez de instalación.
- Operación eficiente del circuito con los efectos de ahorro de energía esperados.
- Seguridad durante la instalación y operación de los circuitos.
- Economía y seguridad para el usuario.

Emplear materiales de mala calidad implica pagar menos por adquirirlos pero se pagará más por utilizarlos por las pérdidas en reparación o reinstalación.

4.5 TABLEROS DE ALIMENTACION Y DE PROTECCION

El término tablero es aplicable a los llamados de pared, como a los tableros de piso, ambos sirven para recibir la energía eléctrica en forma 'concentrada' y distribuirla por medio de conductores eléctricos a las cargas de los circuitos derivados.

Todos los tableros encontrados en la Facultad de Ingeniería son de tipo pared teniendo acceso a ellos únicamente por el frente y como se vió en el tercer capítulo de este trabajo, algunos tableros no se encuentran disponibles para cubrir las exigencias de una distribución normal de las instalaciones eléctricas así como también carecen de una protección general. Algunos otros tableros se encuentran distantes de la carga que manejan.

De acuerdo a lo mencionado en el párrafo anterior existe la necesidad de proponer nuevos tableros y agragar a otros una protección general .

Además de cubrir los requerimientos de la norma NOM-001-SEMP-1994 en lo referente al artículo 384 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN Y GABINETES DE CONTROL, podemos mencionar los siguientes factores a considerar en la localización de los tableros.

- Deben instalarse en sitios de fácil acceso.
- Se debe procurar la localización de los tableros lo más cercano posible de la carga, esto con la finalidad de reducir la caída de voltaje en los circuitos derivados.
- Se debe tener una caída de voltaje en los circuitos derivados menor al 3%.
- Deben contar con un interruptor termomagnético adecuado para interrumpir una corriente de falla.

4.6 ELABORACION DE PLANOS PROPUESTOS

Primeramente analizaremos desde el punto de vista técnico tres sistemas:

-El sistema actual.

-Un sistema propuesto sustituyendo lámparas ahorradoras del tipo T8 (sistema propuesto 1).

-Un sistema propuesto sustituyendo lámparas ahorradoras del tipo T8 con un reflector especular de tipo parabólico (en este caso se sustituirán dos lámparas normales por una del tipo ahorradora . Sistema propuesto 2).

Como ejemplo, utilizaremos el aula 110 y el laboratorio 114 del primer nivel del edificio 1, el nivel de iluminación para el aula indicado por IESNA es de 300 luxes y de 400 luxes para el laboratorio.

Para los tres casos emplearemos la siguiente ecuación:

$$\text{LUXES} = \frac{\text{lúmenes} \times \text{CU} \times \text{FPL}}{\text{AREA}} \quad \text{donde:}$$

lúmenes.-Es la cantidad de lúmenes que proporcionan las lámparas

CU.- Es el coeficiente de utilización, es la relación entre la luz generada por la lámpara y la luz que finalmente incide en el plano de trabajo, su valor es de 0.6.

FPL.-Es el factor de pérdidas de luz entre las que se encuentran las pérdidas por depreciación de los lúmenes de la lámpara, depreciación por polvo en el luminario y depreciación por suciedad del local.

Además de los datos anteriores, necesitamos las reflectancias del techo y del piso:

reflectancia del techo: 80%
reflectancia del piso: 30%

La depreciación de los lúmenes de la lámpara son los esperados cuando la lámpara ha sido operada por un tiempo igual al 70% de su vida nominal promedio, para el caso actual será de 0.85 y para el sistema 1 y 2 de 0.9. Los datos son obtenidos por especificaciones del fabricante.

La depreciación por polvo del luminario se establece en base a una suposición en la condición de suciedad del tipo de luminario establecido, la IESNA establece seis categorías de luminarios, en este caso utilizamos la categoría 4 para luminarios de tipo

directo y un ambiente muy limpio, lo que nos dá por resultado 0.86 para el sistema actual y el sistema 1, para el sistema 2 será de 0.9.

La depreciación por suciedad del local se determina de forma similar a la del CU, involucrando ahora el tipo de curva de distribución del luminario (directo, semi-directo, directo-indirecto, semi-directo, indirecto) el valor a utilizar es de 0.95.

AULA

SISTEMA ACTUAL

LOCAL:

largo: 8.50 mts.
ancho: 9.10 mts.

LUMINARIO:

Estado: empotrado
Dimensión: 0.35 mts. X1.22 mts.
Difusor: de cristal envolvente
Número: 20
Número de lámps. por luminario: 2

LAMPARA:

Tipo de tubo: T12
Tonalidad: blanco frío
Encendido: rápido
Potencia: 40 W
Vida Nom.: 12 000 hrs.
Flujo Nom.: 3150 luxes
Factor de lámpara: 0.9

FPL= 0.7

$$\text{LUXES} = \frac{113400 (0.6) (0.7)}{77.35} = 615.74$$

$$\text{DPEA} = \frac{\text{No. de lámps} \times \text{Watts}}{\text{Area}} \quad \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\text{DPEA} = \frac{40 \times 40}{77.35} = 20.68 \quad \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

SISTEMA PROPUESTO 1

LOCAL:

largo: 8.50 mts.
ancho: 9.10 mts.

LUMINARIO:

Estado: empotrado
Dimensión: 0.35 mts. X1.22 mts.
Difusor: de cristal envolvente
Número: 20
Número de lámp. por luminario: 2

LAMPARA:

Tipo de tubo: T8
Tonalidad: blanco frío
Encendido: rápido
Potencia: 32 W
Vida Nom.: 20 000 hrs.
Flujo Nom.: 3050 luxes
Factor de lámpara: 0.95

FPL= 0.74

$$\text{LUXES} = \frac{115900 (0.6) (0.74)}{77.35} = 665.28$$

$$\text{DPEA} = \frac{\text{No. de lámp. x Watts}}{\text{Area}} \quad \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\text{DPEA} = \frac{40 \times 32}{77.35} = 16.54 \quad \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

SISTEMA PROPUESTO 2

LOCAL:

largo: 8.50 mts.
ancho: 9.10 mts.

LUMINARIO:

Estado: empotrado
Dimensión: 0.35 mts. X1.22 mts.
Difusor: sin difusor
Número: 20
Número de lámps. por luminario: 1

LAMPARA:

Tipo de tubo: T8
Tonalidad: blanco frío
Encendido: rápido
Potencia: 32 W
Vida Nom.: 20 000 hrs.
Flujo Nom.: 3050 luxes
Factor de lámpara: 0.95

FPL= 0.77

$$\text{LUXES} = \frac{57950 (0.6) (0.77)}{77.35} = 346.12$$

$$\text{DPEA} = \frac{\text{No. de lámps} \times \text{Watts}}{\text{Area}} \quad \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\text{DPEA} = \frac{20 \times 32}{77.35} = 8.27 \quad \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

LABORATORIO

SISTEMA ACTUAL

LOCAL:

largo: 10.00 mts.
ancho: 8.50 mts.

LUMINARIO:

Estado: empotrado
Dimensión: 0.35 mts. X 2.44 mts.
Difusor: sin difusor
Número: 8
Número de lámpas. por luminario: 2

LAMPARA:

Tipo de tubo: T12
Tonalidad: blanco frío
Encendido: rápido
Potencia: 75 W
Vida Nom.: 12 000 hrs.
Flujo Nom.: 6300 luxes
Factor de lámpara: 0.9

FPL= 0.7

$$\text{LUXES} = \frac{90720 (0.6) (0.7)}{85.00} = 448.26$$

$$\text{DPEA} = \frac{\text{No. de lámpas} \times \text{Watts}}{\text{Area}} \quad \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\text{DPEA} = \frac{16 \times 75}{85.00} = 14.11 \quad \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

SISTEMA PROPUESTO 1

LOCAL:

largo: 10.00 mts.
ancho: 8.50 mts.

LUMINARIO:

Estado: empotrado
Dimensión: 0.35 mts. X 2.44 mts.
Difusor: sin difusor
Número: 8
Número de lámps. por luminario: 2

LAMPARA:

Tipo de tubo: T8
Tonalidad: blanco frío
Encendido: rápido
Potencia: 59 W
Vida Nom.: 15 000 hrs.
Flujo Nom.: 5800 luxes
Factor de lámpara: 0.95

FPL= 0.74

$$\text{LUXES} = \frac{88160 (0.6) (0.74)}{77.35} = 460.50$$

$$\text{DPEA} = \frac{\text{No. de lámps} \times \text{Watts}}{\text{Area}} \quad \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\text{DPEA} = \frac{16 \times 59}{85} = 11.10 \quad \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

SISTEMA PROPUESTO 2

LOCAL:

largo: 10.00 mts.

ancho: 8.50 mts.

LUMINARIO:

Estado: empotrado

Dimensión: 0.35 mts. X 2.44 mts.

Difusor: sin difusor

Número: 8

Número de lámps. por luminario: 1

LAMPARA:

Tipo de tubo: T8

Tonalidad: blanco frío

Encendido: rápido

Potencia: 59 W

Vida Nom.: 20 000 hrs.

Flujo Nom.: 5800 luxes

Factor de lámpara: 0.95

FPL= 0.77

$$\text{LUXES} = \frac{44080 (0.6) (0.77)}{85} = 239.58$$

$$\text{DPEA} = \frac{\text{No. de lámps} \times \text{Watts}}{\text{Area}} \quad \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\text{DPEA} = \frac{8 \times 59}{85} = 5.55 \quad \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

En el caso del análisis del aula, además del cambio de lámparas se analizará la factibilidad de utilizar un sensor de presencia, para ello nos auxiliaremos de las siguientes expresiones:

$$APE \% = 100 \left[1 - \frac{FO(1-FALN)}{FULA} \right]$$

donde:

APE = Ahorro Potencial de Energía (en porciento)
 FO = Factor de Ocupación
 FALN=Factor de aportación de luz natural
 FULA=Factor de Utilización de Luz Artificial

Para determinar las variables:

$$FO = \frac{A_{oho}}{A_{t_{ht}}} \quad 0.4 < FO < 0.7 \quad \text{TIPICO}$$

donde:

Ao=Area efectivamente ocupada
 ho =Horas de ocupación de Ao
 At=Area total ocupable
 ht =Tiempo total ocupable para At

$$FALN = \frac{IPLN}{IPR} = \frac{\sum E}{n(IPR)} \quad 0 < FO < 1 \quad \text{TIPICO}$$

donde:

$\sum E$ = Sumatoria de los valores de iluminancia horaria considerada
 IPR=Iluminancia promedio requerida
 n =Número de lecturas de iluminancia horaria consideradas

$$FULA = \frac{HULA}{HHT} \quad 0 < FULA < 2 \quad \text{TIPICO}$$

donde:

HULA=Horas de utilización de luz artificial
 HHT=Horas hábiles totales

Así, tendríamos:

$$FO = \frac{20 \times 13}{45.5 \times 13} = 0.41$$

$$\frac{650}{FALN=8 \times 300} = 0.27$$

$$APE \% = 100 \left[1 - \frac{(0.41)(1-0.27)}{1} \right] = 100(0.7)$$

$$APE \% = 70\%$$

El valor obtenido nos indica que se puede lograr un ahorro potencial de energía de 70% si utilizamos un sensor de presencia en las aulas, lo cual es excelente.

El sensor de presencia a utilizar debe contar con un control ajustable de iluminación natural, de tal manera que su operación esté condicionada a que el nivel de iluminación natural baje de ese nivel (300 LUXES) para que las lámparas enciendan.

El sensor de presencia necesita para el control de las lámparas de una unidad llamada de control, esta unidad tiene una capacidad para alimentar una carga de 2400 Watts.

Para los pasillos se propone la utilización de una fotocelda para el encendido y apagado automático de las lámparas.

En los baños se propone el uso de un reflector especular y la reducción de 2 tubos T12 de 40 Watts por un tubo T8 de 32 Watts.

Con los datos anteriores, nuestro plano quedaría como se presenta en la siguiente página.

$$\frac{650}{FALN=8 \times 300} = 0.27$$

$$APE \% = 100 \left[1 - \frac{(0.41)(1-0.27)}{1} \right] = 100(0.7)$$

$$APE \% = 70\%$$

El valor obtenido nos indica que se puede lograr un ahorro potencial de energía de 70% si utilizamos un sensor de presencia en las aulas, lo cual es excelente.

El sensor de presencia a utilizar debe contar con un control ajustable de iluminación natural, de tal manera que su operación esté condicionada a que el nivel de iluminación natural baje de ese nivel (300 LUXES) para que las lámparas enciendan.

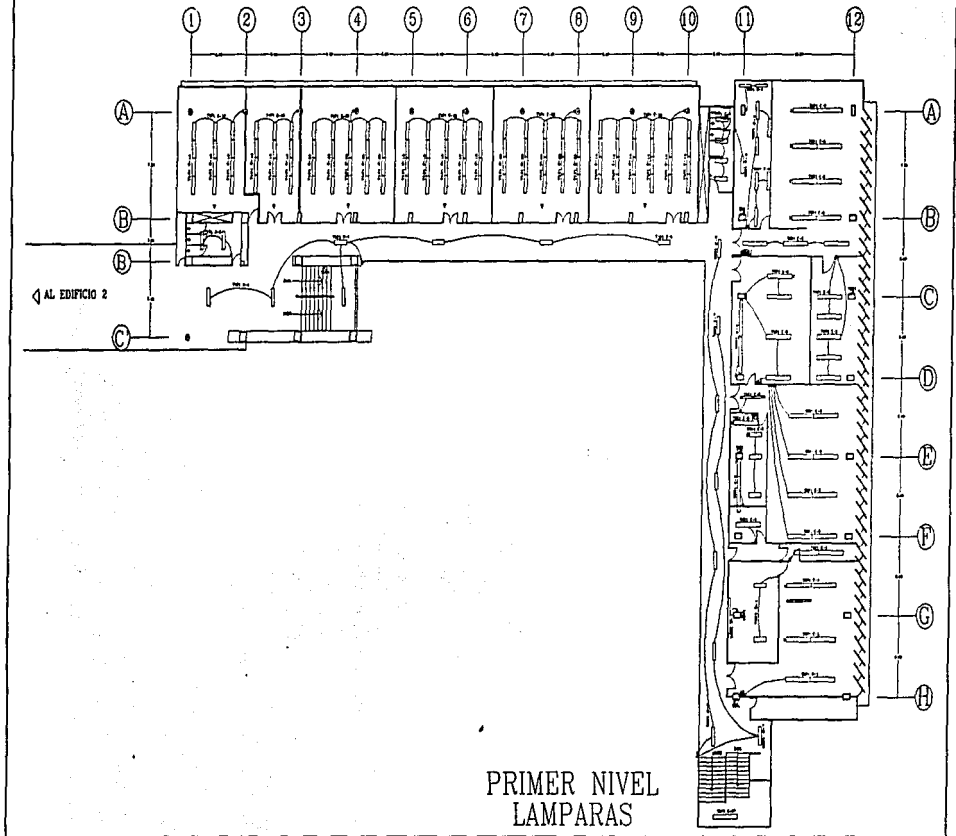
El sensor de presencia necesita para el control de las lámparas de una unidad llamada de control, esta unidad tiene una capacidad para alimentar una carga de 2400 Watts.

Para los pasillos se propone la utilización de una fotocelda para el encendido y apagado automático de las lámparas.

En los baños se propone el uso de un reflector especular y la reducción de 2 tubos T12 de 40 Watts por un tubo T8 de 32 Watts.

Con los datos anteriores, nuestro plano quedaría como se presenta en la siguiente página.

FACULTAD DE INGENIERIA (EDIFICIO 1)
PLANO PROPUESTO



4.7 BALANCEO DE FASES

Una vez que se ha hecho el estudio y elaborado el plano respectivo, procedemos a llenar el nuevo cuadro de cargas ya que el plano actualizado que se tenía ha sufrido cambios en el aspecto eléctrico.

Al llenar el nuevo cuadro de cargas se hará un balance entre fases (A, B y C) del tablero de distribución, para ello jugaremos con las cargas de cada circuito y las acomodaremos de tal manera que se obtenga un valor de desbalance máximo de 3% o menor.

En la siguiente página se presenta el cuadro de cargas correspondiente al tablero de distribución que controla el aula estudiada (Tablero 1 N1 EDIF. 1).

4.8 NORMALIZACION

Desde el tercer capítulo hablamos de normalización en donde la norma a seguir es la NOM-001-SEMP-1994 para todo lo relacionado con instalaciones eléctricas, para lo referente a iluminación se utilizaron todos los datos y la información indicados en el HANDBOOK de iluminación de la IESNA y en la cuestión energética utilizamos la NOM-082-SCFI-1994 (en lo referente a DPEA).

Como se ha observado, en los análisis anteriores y las propuestas hechas, se han realizado cumpliendo con lo indicado por las normas respectivas.

CUADRO DE CARGAS DEL TABLERO PROPUESTO TINI SQUARE D 4H.3F.12P 240/127V

CARGA	POTENCIA VA	CANTIDAD	VALOR TOTAL	POTENCIA TOTAL	POTENCIA TOTAL	POTENCIA TOTAL	POTENCIA TOTAL	POTENCIA TOTAL	POTENCIA TOTAL	POTENCIA TOTAL	POTENCIA TOTAL		
1	2	10	2										
2	3	-								72			
3	4	10	4							252	252		
4	5	10	2							72	72		
5	6	10	2							72	72		
6	7	10	2							72	72		
7	8	10	2							72	72		
8	9	-											
9	10	10	24							864	864		
10	11	10	6							252	252		
11	12	10	-							600	600		
12	13	10	8							288	288		
13	14	10	20							1120	1120		
14	15	10	-	10						1225	1225		
15	16	-											
16	17	10	16							576	576		
17	18	10	20							1120	1120		
18	19	-											
19	20	10	20							1320	1320		
20	21	10	-							690	690		
21	22	-											
22	23	-											
23	24	-											
24	25, 27, 29	30											
25	26	-											
26	28	-											
27	30	-											
28	31	-											
29	32	-											
30	33	-											
31	34	-											
32	35	-											
33	36	-											
34	37	-											
35	38	-											
36	39	-											
37	40	-											
38	41	-											
39	42	-											
TOTALES :			130		10				17	8705	2872	2941	2892

UBICACION : FACULTAD DE INGENIERIA
EDIFICIO 1
PRIMER NIVEL

$$\text{DESBALANCE MAXIMO \%} = \frac{((CM_{\text{ar}} - CM_{\text{in}}) / (CM_{\text{ar}})) \times 100\%}{2941} \times 100 = 2.3 \%$$

NOTA: SE CONSIDERO LA POTENCIA QUE CONSUMEN LOS BALASTROS DE ALTA EFICIENCIA

CAPITULO V

EVALUACION ECONOMICA

5.1 ESTIMACION DE COSTOS

La evaluación económica nos permite determinar la mejor alternativa en el sistema de iluminación. La importancia de los costos en el análisis económico es muy importante ya que incluye los costos por energía, materiales y mano de obra (como lo es el mantenimiento).

El análisis estará basado en el costo del ciclo de vida, este método evalúa los costos significativos asociados con el costo inicial, el costo por operación y el costo por mantenimiento, asociando estos costos con el valor del dinero en el tiempo.

Los costos iniciales incluyen el equipo eléctrico, dispositivos de control y la labor eléctrica en la instalación del sistema. Los costos futuros incluyen lo relacionado a la energía, remplazo de lámparas, remplazo de balastos, limpieza y algún otro costo que pudiera surgir.

A continuación analizaremos el aula 110 del edificio 1 de la Facultad de Ingeniería, técnicamente el sistema propuesto 2 es el que mejor cumple las características requeridas, el sistema propuesto 1 está sobrado en cuanto a luxes. Ahora veremos en la cuestión económica cual es el mejor sistema.

Las ecuaciones utilizadas para los cálculos se anexarán al final del capítulo.

LUMINARIO

	SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO 1	SISTEMA PROPUESTO 2
REFLECTOR MARCA			ENERLUX
NO. DE LUM.	20	20	20
LAMPS./LUM.	2	2	1
WATTS/LUM.	100	72	36
FACTOR DE POT.	0.9	0.9	0.9
LIMP. HRS./LUM.	0.5	0.5	0.4
COSTO/REFLECTOR			\$110.00
INST. HRS./REFLECTOR			1

LAMPARA

	SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO 1	SISTEMA PROPUESTO 2
MARCA	OSRAM	OSRAM	OSRAM
TIPO DE LAMPARA	F40T12CW	F32T841K	F32T841K
COSTO/LAMPARA	\$13.50	\$28.20	\$28.20
VIDA DE LAMPARA	12 000 hrs	20 000 hrs	20 000 hrs
REMP. HRS./LAMP.	0.5	0.5	0.5

BALASTRO

	SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO 1	SISTEMA PROPUESTO 2
MARCA	SOLA	AXA	AXA
TIPO BALASTRO	Normal	Alta Eficiencia	Alta Eficiencia
COSTO/BALASTRO	\$61.00	\$148.00	\$148.00
VIDA DE BALASTRO	20 000 hrs	50 000 hrs	50 000 hrs
REMP. HRS./BALASTRO	1	1	1

SENSOR DE PRESENCIA

	SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO 1	SISTEMA PROPUESTO 2
MARCA			Leviton
NUMERO DE SERIE			6777
VIDA DEL SENSOR			40 000 hrs
COSTO DEL SENSOR			\$1 630.00
COSTO UNID CONTROL			\$1 462.10
INST. HRS./SENSOR			4

Otros datos a utilizar son los siguientes:

	SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO 1	SISTEMA PROPUESTO 2
HORAS DE UTILIZ.			
AL AÑO	3 800	3 800	2021
MANO OBRA/HR	\$15.00	\$15.00	\$15.00
CARGO KW/HR	\$0.29866	\$0.29866	\$0.29866
CARGO KW DE			
DEMANDA MEDIDA	\$39.95	\$39.95	\$39.95

COSTOS INICIALES

	SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO 1	SISTEMA PROPUESTO 2
COSTO DE EQUIPO	\$1 760.00	\$4 080.00	\$7 336.00
COSTO DE INST.			\$360.00
TOTAL DE COSTOS INIC.	\$1 760.00	\$4 080.00	\$7 696.00

COSTO ANUAL DE ENERGIA

	SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO 1	SISTEMA PROPUESTO 2
COSTO DE ENERGIA POR ILUMINACION	\$2 269.816	\$1 634.267	\$434.586
COSTO DE ENERGIA POR DEMANDA	\$475.334	\$342.290	\$91.009
TOTAL DE COSTOS ENERGIA	\$2 745.15	\$1 976.55	\$525.60

COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO

	SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO 1	SISTEMA PROPUESTO 2
LAMPARAS	\$273.00	\$285.60	\$142.80
BALASTROS	\$304.00	\$326.00	\$163.00
LIMPIEZA	\$300.00	\$300.00	\$260.00
TOTAL DE COSTOS MANTENIMIENTO	\$877.00	\$911.60	\$565.80
COSTO TOTAL	\$5 382.15	\$6 968.15	\$8 787.40

5.2 VALOR DE AHORROS ESPERADOS

En el punto anterior obtuvimos el costo total de cada uno de los tres sistemas a evaluar, en este punto, analizaremos cómo se va presentando el costo por a 1640 de cada sistema propuesto.

El sistema actual es tomado como base y es el que nos dará la pauta para evaluar los sistemas propuestos. En este estudio es necesario tomar un porcentaje de interés anual debido a los aumentos que se presentan en los costos, el porcentaje de interés tomado es el utilizado por las instituciones bancarias y que en promedios de 11%.

Así, en base a lo anterior, tenemos los siguientes datos:

SISTEMA PROPUESTO 1

$$\Pi = \text{CTSP-CTSA} = 6968.15 - 5382.15 = 1\ 586$$

$$\Pi = \$ 1\ 586.00$$

Donde:

Π es el incremento en el costo total
CTSP es el costo total del sistema propuesto
CTSA es el costo total del sistema actualizado

$$\text{RA} = (\text{CESA} + \text{CMSA}) - (\text{CESP} + \text{CMSP}) = (2745.15 + 877) - (1976.55 + 911.60)$$

$$\text{RA} = \$ 734.00$$

Donde:

RA es la recuperación anual
CESA es el costo anual de energía del sistema actual
CMSA es el costo anual de mantenimiento del sistema actual
CESP es el costo anual de energía del sistema propuesto
CMSP es el costo anual de mantenimiento del sistema propuesto

$$R = \frac{RA}{(1+i)^n}$$

Donde:

R es la recuperación
 RA es la recuperación anual
 i es la tasa de interés anual (0.11)
 n es el número de años

AÑOS	RECUPERACION \$	TOTAL RECUPERADO \$
1	661	661
2	596	1 257
3	536	1 793

$$1586 - 1257 = 329$$

$$329 / 536 = 0.6$$

$$0.6 \times 12 = 7.2$$

RECUPERACION : 2 AÑOS 7 MESES

SISTEMA PROPUESTO 2

$$\Pi = \text{CTSP} - \text{CTSA} = 8787.40 - 5382.15 = 3405.25$$

$$\Pi = \$ 3405.00$$

$$RA = (\text{CESA} + \text{CMSA}) - (\text{CESP} + \text{CMSP}) = (2745.15 + 877) - (525.6 + 565.8)$$

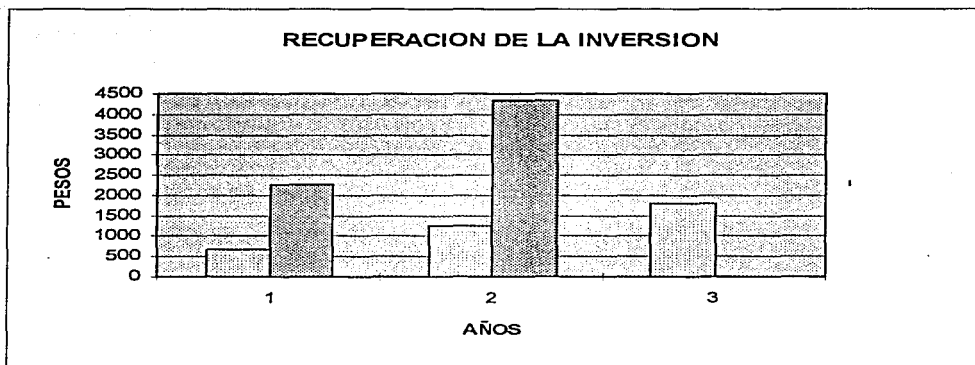
$$RA = \$ 2530.00$$

$$R = \frac{RA}{(1+i)^n}$$

AÑOS	RECUPERACION \$	TOTAL RECUPERADO \$
1	2 279	2 279
2	2 053	4 382

$3405 - 2530 = 825$
 $825 / 2053 = 0.4$
 $0.4 \times 12 = 4.8$

RECUPERACION : 1 AÑO 5 MESES



En la gráfica observamos que el sistema propuesto 1 (barra izquierda) tiene una recuperación más lenta en relación al sistema propuesto 2.

De acuerdo a los resultados, el sistema propuesto 2 resulta económicamente factible y con una recuperación en la inversión en menor tiempo, que sumado a los aspectos técnicos analizados anteriormente nos permiten tomar una decisión correcta en cuanto al sistema propuesto a elegir, SISTEMA PROPUESTO 2.

Con esto quedan concluidos de manera global todos los aspectos importantes a evaluar en un programa de uso racional y ahorro de energía quedando a consideración de las autoridades de la Facultad de Ingeniería tomar la decisión de llevar o no a cabo las recomendaciones del presente trabajo.

COSTO ANUAL DE ENERGIA

-Costo de energía por iluminación:

$$CEI = N \times (Kw / \text{Luminario}) \times (\$/Kwh) \times (\text{Hrs. operación/año})$$

-Costo de energía por demanda:

$$CED = N \times (Kw / \text{Luminario}) \times (\$/KW) \times (\text{Meses}) \times \frac{\text{hrs. uti. del sist/año}}{\text{hrs. tot. del sist/ año}}$$

N=No. de luminarios

COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO

-Lámparas:

$$CAML = \frac{\text{No. Lamp(hrs utiliz)}}{\text{hrs. vida}} \times (\text{reempl.hrs/lamp}) \times (\text{Costo M.O.}) + \frac{\text{No. Lamp(hrs utiliz)}}{\text{hrs. vida}} \times (\text{Costo/Lamp})$$

-Balastos:

$$CAMB = \frac{\text{No. Balast(hrs utiliz)}}{\text{hrs. vida}} \times (\text{reempl.hrs/balast}) \times (\text{Costo M.O.}) + \frac{\text{No. Balast(hrs utiliz)}}{\text{hrs. vida}} \times (\text{Costo/Balast})$$

-Limpieza del luminario (2 veces por año):

$$\text{Limpieza} = \text{No. Luminarios} \times (\text{limp.hrs/lum}) \times (\text{Costo M.O.})$$

CONCLUSIONES

Un uso racional y ahorro de energía no consiste en sustituir equipos o sistemas de menor potencia. El uso racional y ahorro de energía implica un estudio y una evaluación de todas y cada una de las cargas conectadas a nuestro sistema eléctrico.

Una actualización arquitectónica de planos nos permite conocer físicamente cada uno de los recintos que conforman a la Facultad de Ingeniería proporcionándonos datos importantes como son el tipo de actividad que se realiza y que para nuestro estudio se dividió de la siguiente forma:

- AULAS
- OFICINAS
- TALLERES
- LABORATORIOS
- SERVICIOS

El levantamiento eléctrico y la identificación de circuitos se realizan sobre el plano arquitectónico actualizado, la información que nos proporciona es extensa y es en esta parte donde se comienza a conocer la manera en que opera nuestro sistema eléctrico lo que nos permite ir identificando lugares de oportunidad de ahorro de energía y la forma de llevarlos a cabo.

La realización de un diagnóstico energético nos permite conocer cómo se está utilizando la energía eléctrica, cuál es el costo que se paga por ella y poder así proporcionar un programa para efectuar cambios que resulten en una disminución de los consumos que se realizan.

En México tenemos cuatro niveles de diagnóstico energético (0, 1, 2 y 3), cada uno de ellos se determina de acuerdo al grado de ahorro que queramos y por supuesto el tiempo y dinero que se invierta para su realización. Cabe mencionar que no existe una regla a seguir para la realización de un diagnóstico energético por lo que el criterio del auditor es muy importante en los resultados obtenidos.

Las mediciones de consumos de energía son muy importantes en nuestro estudio ya que con ello conocemos todos los parámetros eléctricos de interés, mostrándonos a la vez el comportamiento en el tiempo que tienen nuestras instalaciones en un día típico de actividades.

Las mediciones las realizamos mediante un equipo analizador de redes que se conecta directamente a las barras de la subestación para posteriormente mediante un software elaborar las gráficas de todos los parámetros eléctricos.

La iluminación es el área de mayor oportunidad de ahorro de energía ya que en la mayoría de las ocasiones las lámparas de los recintos se encuentran encendidas incesantemente ya sea por la falta de un control (apagador) sobre ellas o por falta de una cultura de ahorro de energía.

Es necesario mediante un luxómetro realizar las mediciones de los niveles de iluminación de cada uno de los recintos en puntos establecidos de interés y compararlos con los valores indicados por la IESNA según la categoría de iluminación que nos proporciona el tipo de actividad que se realiza. Así mismo, hay que tomar en cuenta los factores de medida para obtener el valor de luxes a escoger.

Una evaluación del estado que guardan las instalaciones eléctricas nos proporciona los datos necesarios para poder realizar propuestas adecuadas a las necesidades que se presentan, también nos da la pauta para tomar medidas preventivas o correctivas como en el caso de los interruptores termomagnéticos de los distintos tableros de alimentación de los circuitos derivados.

Con el llenado de los cuadros de carga podemos hacer una evaluación cuantitativa de la carga conectada a cada tablero y conocer en qué condiciones operan circuitos y tableros.

La comparación de todos los resultados y datos obtenidos con respecto a las normas vigentes es muy importante y a pesar de que no aplique a sistemas realizados con anterioridad a la publicación de la norma correspondiente, los cambios a realizarse deben ser estrictamente apegados a dichas normas.

Para todo lo relacionado a instalaciones eléctricas recurrimos a la NOM-001-SEMP-1994, para lo referente a iluminación al HANDBOOK de IESNA y para la densidad de potencia eléctrica (eficiencia energética) recurrimos a la NOM-082-SCFI-1994.

En las propuestas de ahorro de energía, se debe contar con la información y los equipos más adecuados a nuestras necesidades tanto en el aspecto económico como en el aspecto técnico.

Se debe realizar una evaluación de los parámetros que intervienen en cualquier equipo ahorrador de energía ya que en el mercado existe una gran variedad de productos pero no todos nos brindan el mejor beneficio ni son los más adecuados para la aplicación requerida.

En las propuestas difícilmente se puede generalizar, ya que los recintos varían de acuerdo a la actividad que se realice o simplemente porque sus características físicas o su instalación eléctrica es diferente.

Algo que es muy importante al realizar las propuestas es el confort y la funcionalidad que debe existir en los recintos para el mejor desempeño de las actividades que ahí se realizan.

Llegar a obtener un desbalance menor o igual al 3% en los tableros de distribución es importantísimo ya que con esto se evitará la circulación de corriente por el cable neutro así como pérdidas de energía y deterioros en los conductores de nuestra instalación aumentando con esto en gran medida la vida de los aislamientos y en consecuencia de los conductores.

La protección adecuada a la carga de cada uno de los circuitos derivados nos permite tener una operación en forma correcta, sabiendo de antemano que la protección va a operar en forma rápida y en el momento justo.

La evaluación económica es de gran importancia ya que de ello depende la aprobación o desaprovação de todo cambio o proyecto, para ello se deben tomar en cuenta muchos factores e incluso algunos imprevistos pero en forma global, una inversión en un programa de ahorro de energía que se amortiza en un periodo máximo de 3 a 4 años es factible en su realización.

Los planos arquitectónicos y eléctricos actualizados y propuestos así como los cuadros de carga actualizados y propuestos están elaborados en computadora con la finalidad de que los cambios futuros que se realicen en la Facultad de Ingeniería se registren y siempre se tengan actualizadas las instalaciones para tener un control y sigan siendo funcionales.

Para terminar sólo me resta decir que es más fácil para un ingeniero diseñar, ya que se tiene una mayor libertad para escoger diferentes maneras y formas de hacerlo apesar de ciertas limitantes.

Cuando se hace reingeniería el ingeniero debe adecuarse a lo ya establecido y aplicar su experiencia e ingenio, valiéndose de los elementos a su alcance para lograr su objetivo.

BIBLIOGRAFIA

- AUTOCAD AVANZADO V.12
LOPEZ FERNANDEZ J.
ED. MC GRAW HILL
MEXICO 1993
- BASES Y DATOS PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGIA
AVILA ESPINOSA RUBEN
SOMMAC
MEXICO 1994
- EVALUACION DE MEDIDAS PARA AHORRO DE ENERGIA
AVILA ESPINOZA RUBEN
FIDE
MEXICO 1991
- AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA EN INTERIORES
RAMIREZ RIVERA ALEX G.
FIDE-CFE
MEXICO 1996
- PROGRAMA PILOTO DE USO RACIONAL DE ENERGIA
(TESIS PROFESIONAL)
- LIGHTING ECONOMICS
IESNA
USA 1991
- HANBOOK IESNA
IESNA
USA 1993
- NOM-001-SEMP-1994
MEXICO 1994
- NOM-082-SCFI-1994
MEXICO 1995
- TARIFAS PARA SUMINISTRO Y VENTA DE ENERGIA ELECTRICA
SHCP
MEXICO 1996

**-CATALOGO CONDENSADO
HOLOPANE
MEXICO 1997**

**-LUZ PARA INTERIORES Y EXTERIORES
OSRAM
MEXICO 1996**

**-CATALOGO COMPACTO DE ESPECIFICACIONES
PHILIPS
MEXICO 1996**

**-CATALOGO DE PRODUCTOS
LEVITON
MEXICO 1996**

**-CIRCUIT BREAKERS APLICATION AND SELECTION
GENERAL ELECTRIC
USA 1994**

**-CATALOGO GENERAL
SQUARE D
MEXICO 1997**