

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**“INSTALACIÓN DE MEDIDOR ELECTRÓNICO MONITOREADO  
POR COMPUTADORA PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE  
ENERGÍA ELÉCTRICA EN EDIFICIOS DE ALTO CONSUMO”**

**INFORME DE INGENIERÍA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA  
PRESENTADO POR:**

**ADOLFO FERNANDO REYES SORIA**

**PROMOCIÓN  
1991-II**

**LIMA-PERU  
2001**

Un agradecimiento eterno a mis padres **Lily y Adolfo** por su apoyo incondicional, quienes han hecho grandes esfuerzos para que sea un persona de bien.

**INSTALACION DE MEDIDOR ELECTRÓNICO MONITOREADO POR  
COMPUTADORA PARA OPTIMIZAR EL CONTROL DE ENERGÍA  
ELÉCTRICA EN EDIFICIOS DE ALTO CONSUMO**

## INDICE

	Página
<b>PRÓLOGO</b>	
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>SELECCIÓN DEL MEDIDOR ELECTRÓNICO</b>	
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Solución del problema	4
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>	
2.1 Criterios en rediseño de las instalaciones eléctricas	6
2.2 Subestación	11
2.3 Grupos electrógenos	17
2.4 Potencia instalada y máxima demanda	19
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>CONTROL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA</b>	
3.1 Uso de computadora en control y ahorro de energía eléctrica	21
3.2 Análisis del sistema eléctrico	23
3.3 Medidor electrónico para control de energía y monitoreo de datos	23
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>SISTEMA IMPACC</b>	
4.1 Descripción del sistema IMPACC	26



4.2	Descripción del medidor electrónico IQ Data Plus	28
-----	--	----

## **CAPÍTULO V**

### **INSTALACIÓN DEL SISTEMA IMPACC**

5.1	Medidor electrónico IQ Data Plus	31
5.2	Cableado de comunicación	31
5.3	Software del sistema IMPACC	31

## **CAPÍTULO VI**

### **OPERACIÓN DEL SISTEMA IMPACC**

6.1	Almacenamiento de datos	34
6.2	Accionamiento de interruptores	35
6.3	Alarmas programadas	35

## **CAPÍTULO VII**

### **TARIFAS ELÉCTRCIAS**

7.1	Precio de la electricidad y opciones tarifarias	37
7.2	Elección de la tarifa más conveniente	44

	<b>CONCLUSIONES</b>	48
--	---------------------	----

	<b>ANEXOS</b>	49
--	---------------	----

	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	138
--	---------------------	-----

## **SUMARIO**

La implementación de un sistema para optimizar el control de energía eléctrica en edificaciones de alto consumo es una necesidad, no solo por los costos de energía, sino también por la posibilidad de aumentar la carga instalada con las mismas redes.

El presente informe trabajo monográfico se describe la implementación de un equipo de medición electrónica, monitoreado por computadora, con el sistema IMPACC de Westinghouse Eléctric Corporation, como parte del proyecto de remodelación de las instalaciones de un edificio en la ciudad de Lima.

La entidad propietaria del edificio contrató los servicios de diseño y ejecución de las obras de remodelación civiles, sanitarias y eléctricas, a la empresa COSAPI S.A.

## PRÓLOGO

La instalación del medidor electrónico monitoreado por computadora, esta diseñado no solamente para visualizar el estado del sistema eléctrico, sino además puede accionarse o enviar ordenes de apertura o cierre de interruptores, programar indicadores para cumplir el programa de mantenimiento y llevar un registro de todos los eventos almacenados dentro de un computador personal.

En los edificios de alto consumo de energía, como es el presente caso, es imprescindible que cuente con un sistema de monitoreo de las instalaciones eléctricas, haciendo uso de medidores electrónicos como éste, para que el personal responsable pueda realizar sus trabajos con toda normalidad, mejorando la confiabilidad y la calidad del servicio eléctrico.

El capítulo I selección del medidor electrónico describiremos los principales problemas que se presentan en este edificio, y cómo son resueltos con en nuevo sistema de monitoreo. En el capítulo II instalaciones eléctricas, se describe los criterios utilizados en el rediseño de las instalaciones eléctricas, la subestación, los grupos electrógenos, y el cálculo de la carga eléctrica. En el capítulo III control de la energía eléctrica se describe el uso de la computadora en el control y ahorro de la energía eléctrica, la importancia del conocimiento y análisis del sistema eléctrico, y el medidor electrónico para el control de energía y monitoreo de datos. En el capítulo IV sistema impacc, se describe las opciones de éste sistema y el medidor electrónico IQ

Data Plus. En el capítulo V instalación del sistema Impacc, se describe la instalación del medidor electrónico y la configuración del sistema impacc. En el capítulo VI, operación del sistema impacc, se describe las opciones del sistema impacc, como es el almacenamiento de datos, el accionamiento de interruptores, y la programación de alarmas. En el capítulo VII, tarifas eléctricas, se describen las opciones tarifarias, y se determina la tarifa más económica.

# **CAPITULO I**

## **SELECCIÓN DEL MEDIDOR ELECTRÓNICO**

### **1.1 Planteamiento del problema**

Este edificio se encuentra ubicado en el centro de la ciudad de Lima, y consta de 16 pisos y 2 sótanos, que está destinado a la recaudación de impuestos, y diariamente las oficinas son concurridas por gran número de contribuyentes, por ello, los sistemas de información, y los ambientes, deberán estar acondicionados para tales exigencias.

Entre los principales problemas podemos mencionar:

- No se podía conocer en tiempo real los parámetro eléctricos de los medidores analógicos, por el personal supervisores, de operación y de mantenimiento.
- No se podía llevar una señal de monitoreo desde el interior de la subestación a las oficinas de supervisión y operación, que se encuentran relativamente distantes.
- No se podía programar la selectividad de las cargas en orden de importancia y prioridad.
- No se podía accionar un interruptor sino desde la misma subestación, imposibilitando la acción inmediata ante una posible falla que ponga en riesgo la confiabilidad del servicio eléctrico.
- Para poder medir todos los parámetro eléctricos se tenía que contar con un medidor para cada variable eléctrica.

- No se contaba con un registro confiable de almacenamiento de datos de los parámetros eléctricos, de las horas de funcionamiento de los equipos, y de los eventos importantes.
- No se contaba con un sistema de alarmas, que indique las condiciones inseguras, que indique el trabajo de mantenimiento a realizar, que se hacía de manera manual, lo cual representaba una desventaja frente a los trabajos de mantenimiento preventivo.

## **1.2 Solución del problema**

Para solucionar estos problemas mencionados, se seleccionó el equipo y el software que permitan:

- Conocer en tiempo real los parámetros eléctricos de los medidores analógicos, por el personal supervisores, de operación y de mantenimiento.
- Llevar una señal de monitoreo desde el interior de la subestación a las oficinas de supervisión y operación, que se encuentran relativamente distantes.
- Programar la selectividad de las cargas en orden de importancia y prioridad.
- Accionar un interruptor de la subestación, desde una computadora, posibilitando la acción inmediata ante una posible falla que ponga en riesgo la confiabilidad del servicio eléctrico.
- Medir todos los parámetro eléctricos con un solo medidor electrónico digital, sin tener que contar con un medidor analógico para cada variable eléctrica.
- Contar con un registro confiable de almacenamiento de datos de los parámetros eléctricos, de las horas de funcionamiento de los equipos, y de los eventos importantes.

- Contar con un sistema de alarmas, que indique las condiciones inseguras, que indique el trabajo de mantenimiento a realizar, y no de manera manual, optimizando los recursos en los trabajos de mantenimiento preventivo.

Con éstos requerimientos, se decide la instalación de un medidor electrónico monitoreado por computadora para optimizar el control de energía eléctrica, utilizando la tecnología Westinghouse, que consiste en un medidor electrónico IQData Plus, una computadora personal con tarjeta de red, interruptores termomagnéticos con accionamiento adicional por señal de comunicación, el cableado de interfase, y el software del sistema Impacc.

## **CAPITULO II INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

### **2.1 Criterios considerados en el rediseño de las instalaciones eléctricas.**

#### **Alumbrado.**

Para el rediseño de las instalaciones de alumbrado se ha tenido en consideración las normas del Código Nacional de Electricidad, las nuevas necesidades de los ambientes y la disposición de los muebles y equipos.

Para el cálculo de la iluminación se ha utilizado el método de los lúmenes, y el tipo de alumbrado general.

En la Tabla N° 1 se muestra el tipo de ambiente, el nivel mínimo de iluminación, el sistema de iluminación, y el tipo de alumbrado, cuyos datos fueron considerados en los cálculos efectuados.

Para rediseñar el alumbrado, por cada ambiente, se cumplió los siguientes pasos:

Determinar el nivel requerido de iluminación (NL). Para ello se utiliza la Tabla N° 1 de los Anexos, cuyos valores están expresados en Lux.

Seleccionar el sistema de iluminación, las luminarias y tipo de lámpara. De la Tabla N° 2 se toma el dato de lúmenes por lámpara, y de la Tabla N° 3 se toman los datos del factor de reflexión promedios.

Estimar el factor de mantenimiento (FM). De acuerdo a las condiciones de clima, dificultad de realizar mantenimiento de luminarias, personal y equipos; en promedio, se puede definir un factor de mantenimiento bueno 0.70, regular 0.60 o malo 0.55.



Determinar el índice de local. Se determina por la siguiente fórmula:

$$\text{Relación de local} = \frac{(\text{ancho} \times \text{longitud})}{(\text{alto} - 0.75) \times (\text{ancho} + \text{longitud})}$$

(todas las dimensiones en metros).

Con la relación de local se define el índice de local de la siguiente manera:

$$\text{Índice de local} = 1 / (\text{relación de local})$$

Determinar el coeficiente de utilización (CU). Con los datos anteriores (índice de local, factor de mantenimiento, factor de reflexión y tipo de luminaria), se determina el coeficiente de utilización.

Cálculo del número de lámparas y luminarias. Se calcula con las siguientes fórmulas:

$$\text{N}^\circ \text{ lámparas} = \frac{[\text{NL}(\text{lux}) \times \text{área}(\text{m}^2)]}{(\text{lúmen por lámpara}) \times \text{CU} \times \text{FM}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ luminarias} = \frac{\text{N}^\circ \text{ lámparas}}{(\text{lámparas por luminaria})}$$

Determinar el emplazamiento de las luminarias. Depende de la arquitectura y dimensiones del ambiente, y del tipo de luminaria. Se ubican las luminarias, de tal manera que se distribuye la iluminación uniformemente. Si no hay salida de caja empotrada en los lugares escogidos para la ubicación de las luminarias, se optaron por luminarias del tipo adosados.

Selectividad del servicio de alumbrado.

En el rediseño de las instalaciones de alumbrado se diferenciaron la función de la iluminación de cada luminaria para los diferentes ambientes.

Mientras ciertas luminarias son muy necesarias para el desarrollo de las actividades propias de la entidad, otras luminarias lo son para el tránsito de las

personas. En éste edificio la mayor parte de carga de alumbrado estaba dedicadas para las actividades del personal durante su trabajo (oficinas, salas de reuniones, salones de conferencias, módulos de atención al público, etc.). En menor proporción era la carga de alumbrado para el tránsito de las personas (pasillos, escaleras, puertas de entradas y salidas, ascensores etc.).

Esta diferenciación o selectividad del servicio de alumbrado es muy importante, tratándose de edificios de gran concurrencia de trabajadores y público, y que por algún problema de imposibilidad de suministro de energía eléctrica, será necesario iluminar dichas zonas de tránsito para el escape de las personas.

Para ello, en la presente edificación se instaló dos redes de alumbrado: la red de alumbrado normal y la red de alumbrado de emergencia.

Esta red de alumbrado de emergencia esta destinada a iluminar zonas de tránsito de personas como son escaleras, salida de oficinas, pasadizos, etc., y está conectado por medio de un conmutador a una fuente de suministro de energía ininterrumpida de 5 kw, que entra a trabajar luego de 10 segundos después que detecta que la barra principal no tiene tensión.

### **Tomacorrientes.**

Las normas aplicadas son las del Código Nacional de Electricidad.

Se procedió a desarrollar la ubicación de los tomacorrientes en cada uno de los ambientes, tal como se hizo para el alumbrado.

Los siguientes fueron los principales criterios seguidos:

Los tomacorrientes instalados tienen una capacidad no menor que la carga que sirven y cumplen con:

Un solo tomacorriente instalado en un circuito derivado individual tiene una capacidad de corriente no menor que la del circuito derivado. Esto se tuvo en cuenta, especialmente en los circuitos de la cocina, y otras cargas específicas.

Cuando varios tomacorrientes se conectan a un circuito derivado, un tomacorriente no deberá alimentar una carga total conectada con cordón y enchufe mayor que el máximo indicado en la Tabla N° 4 de los Anexos.

Cuando varios tomacorrientes se conectan a un circuito derivado, las capacidades de los tomacorrientes están de acuerdo con los valores indicados en la Tabla N° 5.

Para determinar la capacidad de corriente de los tomacorrientes de la cocina, se tuvo en cuenta la Tabla N° 6.

En el entubado de los circuitos de tomacorrientes, además de instalar los conductores activos, se instaló conductores de tierra lo cual ahora es una ventaja, si es que existiera la necesidad de cambiar un tomacorriente sin toma a tierra por uno con toma a tierra.

Se instaló tomacorrientes de tal forma que no ocurran los intercambios de cargas, es decir, los tomacorrientes y enchufes fueron instalados de modo que un tomacorriente no acepte un enchufe de diferente tipo. Los tomacorrientes sin polo de tierra no se pueden usar con enchufes del tipo de puesta a tierra.

Se diferencia tomacorrientes de uso general, y tomacorrientes para equipos de cómputo.

Las redes de tomacorrientes para cómputo son alimentadas por un sistema de fuente ininterrumpida, con tensión estabilizada, de una potencia de 75 KVA.

Para las redes de tomacorrientes para cómputo se instaló canaletas modulares, adosada a la pared.

Para definir el tipo y el calibre de los conductores alimentadores y circuitos derivados, se consideró:

Capacidad de corriente. Con la intensidad de corriente de la máxima demanda de cada circuito, seleccionamos la sección del conductor, según las Tablas N° 8 y 9.

Capacidad térmica del aislamiento. Según las condiciones del lugar de instalación, debemos seleccionar el tipo de aislamiento. Si las condiciones son diferentes a las indicadas en las Tablas N° 8 y 9, entonces debemos aplicar los factores de corrección indicadas en las Tablas N° 10 y 11.

Sección mínima aceptable. De acuerdo a las normas del Código Nacional de Electricidad, la mínima sección de conductor utilizada fue de 1.50 mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión. La caída de tensión máxima permitida en alimentadores es de 2.5%, y hasta el último punto de los circuitos derivados 4%.

La caída de tensión es calculada por la expresión:

$$\Delta V = K \times I \times \rho \times L / S$$

donde:

$\Delta V$  = caída de tensión en Volts

$K = 2$  para circuito monofásico

$K = \sqrt{3}$  para circuito trifásico

$I$  = intensidad en Amperios

$\rho = 0.0175 \text{ } \Omega\text{-mm}^2\text{/m}$

$L$  = longitud del circuito en metros

$S$  = sección del conductor en  $\text{mm}^2$

Montantes.

En una forma sencilla, la montante esta dispuesta como lo muestra el Esquema N°1.

Se ha tenido cuidado en instalar e identificar las fases en todo el edificio. Las fases R, S y T, que llegan del concesionario y salen de la subestación, son las mismas fases r, s y t, que llegan a cada tablero de distribución.

Cuando se desea controlar y/o balancear cargas por cada fase, sin problemas se puede realizar esto, porque en cada tablero de distribución esta identificado no solo el tipo de circuito (alumbrado, fuerza, etc.) sino que también indica a que fase está conectada.

Si bien es cierto, el medidor electrónico mide los parámetros de intensidad y tensión total de cada fase, el personal electricista puede medir con una pinza amperimétrica, las intensidades en cada fase de cada circuito, desde la subestación, y determinar en qué circuitos y qué fase están sobrecargados.

## **2.2 Subestación**

La subestación eléctrica es el conjunto de elementos o dispositivos que nos permiten cambiar las características de energía eléctrica.

Componentes de la subestación eléctrica:

Celda de llegada en M.T.

Celda de transformación 10/0.22 kV.

Tablero de baja tensión.

Grupos de emergencia.

La celda de llegada y la celda de transformación, incluso el transformador de 500 KVA, fue suministrado por Asca Brown Boveri S.A.

El tablero de baja tensión, los interruptores termomagnéticos y el interruptor de transferencia fueron suministrados por T.J.Castro S.A.

El grupo electrógeno de 360 KW fue suministrado por E. Ferreiros S.A.

La conexión de la subestación esta representada en el Esquema N°2.

La celda de llegada en M.T.

La celda de llegada suministrada es de construcción modular, con estructura de perfil angular de 2"x2"x3/16". Posee puerta frontal con cerraduras, protección lateral e intermedia con plancha de fierro laminado en frio, de 2mm de espesor. Pasó por un proceso de arenado y pintado de dos capas de anticorrosivo epóxico y luego dos capas de pintura color gris.

Las dimensiones de ésta celda de llegada en M.T. es de: Ancho 1,000 mm; Profundidad 1,400 mm; Altura 2,800 mm.

En ésta celda se realizó el montaje y conexión de los siguientes equipos:

Un terminal de M.T. para cable tripolar NKY de 15 kV, de sección 3x35mm<sup>2</sup>, montaje interior, tipo termocontraíble, de fabricante Raychem.

Un interruptor seccionador de potencia, para accionamiento bajo carga por medio de una palanca montada sobre el frente de maniobra.

Las características de éste equipo son: Tensión nominal 12kV; Intensidad nominal 630A.; Poder de ruptura 75kA; fabricante ABB.

Este seccionador está provisto de una base portafusible tripolar con 3 cartuchos fusibles de 12kV, 100A., Tipo CEF, fabricante ABB (al fundirse cualquier fusible, desconecta automáticamente el seccionador).

Tres seccionadores unipolares de 12kV, 400A, montaje vertical, y accionamiento con pértiga.

Aisladores portabarras de porcelana de 15kV. Que son las que sostienen a las barras colectoras.

Barras colectoras, de derivación y de tierra, de Cobre electrolítico, de sección 40mm x 5mm.

#### Celda de transformación

Es también del mismo tipo, materiales y procedimientos de construcción descritos en la celda de llegada.

Las dimensiones de la celda de transformación son: Ancho 2,000 mm; Profundidad 1,400 mm; y Altura 2,800 mm.

En ésta celda se realizó el montaje del transformador de potencia marca ABB, en baño de aceite, con arrollamientos de Cobre y núcleo de Hierro laminado en frío, montaje interior o exterior, refrigeración natural, con las siguientes especificaciones:

Potencia nominal continua	500KVA
Frecuencia nominal	60Hz
Altitud de servicio	1,000 msnm
Relación de transformación	10,000±2x2.5 / 230 Volts.
Esquema en A.T.	Delta con 4 tomas conmutables
Esquema en B.T.	Estrella con neutro accesible
Grupo de conexión	Dyn5
Tensión de ensayo a frecuencia	
Industrial, con fuente independiente Lado	A.T. 28kV
durante 1 minuto.	Lado B.T. 3kV

Sobret temperatura con carga continua	Accite	60°C
	Arrollamiento	65°C
	Ambiente máx.	40°C

Los accesorios del transformador fueron los siguientes:

- \* Tanque conservador con indicador visual del nivel de aceite.
- \* Conmutador de tomas suplementarias, con mando sobre la tapa.
- \* Ruedas bidireccionales.
- \* Grifo de vaciado y toma de muestra de aceite.
- \* Ganchos de suspensión para la carga y transporte del transformador.
- \* Perno para la conexión de puesta a tierra del tanque.
- \* Dotación de aceite.
- \* Cálculo de la capacidad de la subestación.
- \* A. Estudio de carga.

Para el estudio de carga necesitamos determinar la potencia instalada, y la máxima demanda.

**a.1** Determinación de la potencia instalada (P.I.)

Fuerza motriz.

Alumbrado.

Tomacorrientes.

Cómputo

Equipos térmicos.

Reserva.

Potencia Instalada de la fuerza motriz

$$P.I.(F.M.) = \sum P_i$$



donde  $\Sigma P_i$  : Sumatoria de las potencias de los motores utilizados en el edificio.

Potencia instalada de alumbrado. La carga unitaria en edificaciones para oficina, considerada por el Código Nacional de Electricidad es de 25 W/m<sup>2</sup>.

$$P.I.(A) = \text{área techada} \times \text{carga unitaria}$$

Potencia instalada de tomacorrientes. Se ha considerado el 15% de la potencia instalada de alumbrado.

$$P.I.(T) = 0.15 \times P.I.(A)$$

Potencia instalada para cómputo.

$$P.I.(C) = N^{\circ} \text{ equipos} \times 200 \text{ W}$$

Potencia instalada de equipos térmicos. Están considerados las cocinas eléctricas, termas, y equipos que su funcionamiento son a base de resistencias eléctricas para producir calor.

$$P.I.(E.T.) = P_i$$

donde::

$P_i$  : sumatoria de las potencias de los equipos térmicos que funcionan a base de resistencias.

Reserva. Se coordina con el usuario de las posibles ampliaciones.

Luego, sumando todas las cargas tenemos:

$$P.I. = P.I.(F.M.) + P.I.(A) + P.I.(T) + P.I.(C) + P.I.(E.T.) + P.I.(reserva)$$

## a.2 Determinación de la máxima demanda (M.D.)

Máxima demanda de fuerza motriz

$$M.D. (F.M.) = F.D. \times F.S. \times P.I.(F.M.)$$

donde:

F.D. : factor de demanda, 0.70

F.S. : factor de simultaneidad, 0.85

Máxima demanda de alumbrado

$$M.D.(A) = F.D. \times F.S. \times P.I.(A)$$

F.D. : factor de demanda, 1.00

F.S. : factor de simultaneidad, 0.85

Máxima demanda de tomacorrientes

$$M.D.(T) = F.D. \times F.S. \times P.I.(T)$$

donde:

F.D. : factor de demanda, 0.60

F.S. : factor de simultaneidad, 0.85

Máxima demanda de cómputo

$$M.D.(C) = F.D. \times F.S. \times P.I.(C).$$

donde:

F.D. : factor de demanda, 1.00

F.S. : factor de simultaneidad, 0.75

Máxima demanda de equipos térmicos

$$M.D.(E.T.) = F.D. \times F.S. \times P.I.(E.T.)$$

donde:

F.D. : factor de demanda, 0.60

F.S. : factor de simultaneidad, 0.75

Luego:

$$M.D. = MD(FM) + MD(A) + MD(T) + MD(ET)$$

Con la carga de la máxima demanda de 330 KW, más un porcentaje de seguridad de 25%, se determinó la potencia del transformador a 400 KW, 500 KVA.

### 2.3 Grupos electrógenos

**Las características del grupo electrógeno Nro.1, existente son:**

Potencia	60 KW
Tensión de servicio	0.22 kV
Frecuencia	60 Hz
Factor de potencia	0.80

**Las características del nuevo grupo electrógeno Nro. 2, solicitado fueron:**

Potencia	360 KW
Tensión de servicio	0.22 kV
Frecuencia	60 Hz
Factor de potencia	0.80

Otros requerimientos para el nuevo grupo Nro.2 fueron:

Medición electrónica

Anunciador remoto

Arranque manual y automático

Equipo antivibratorio

#### **Características especiales del grupo electrógeno Nro.2**

El generador es del modelo SR 4, que no posee escobillas. Esta eliminación de las escobillas en el circuito de campo reduce los trabajos de mantenimiento como cuando existen anillos, escobillas, y otros elementos. De este modo se mejora la confiabilidad y proporciona un mayor grado de protección.

La excitación, en estos generadores SR 4, es del tipo de onda completa, como se muestra en el Esquema N° 3:

Conexiones de los terminales de las bobinas del generador.

El grupo electrógeno está provisto de bobinas, que le posibilitan generar 220 V o 440 V. Esto se explica por los Esquemas N° 4 y 5.

### **Medición electrónica**

El grupo posee un tablero de control electrónico, que consiste en un tablero principal con indicadores, medidores e interruptores de control. Este tablero contiene un módulo de control de motor (ECM) que constituye la parte principal del sistema y también indica condiciones defectuosas y parámetros claves del motor.

### **Anunciador remoto**

Este anunciador está instalado en el panel de medida del tablero de baja tensión, a 20 m. de distancia del grupo. Este anunciador remoto indica el estado de funcionamiento del grupo (arranque, generación, parada).

### **Arranque manual y automático**

El sistema de control del grupo permite el funcionamiento manual y automático, en lo referente al arranque y parada.

Se emplea el sistema automático de arranque y parada cuando el grupo debe arrancar sin orden del operador. El grupo electrógeno tiene la capacidad de arrancar, tomar la carga, operar la carga y detenerse antes de desconectar la carga, todo esto en forma automática.

#### **Condiciones para funcionamiento automático**

Para hacer arrancar el motor sin atención del operador, la temperatura ambiente debe ser de por lo menos 20 C (70 F) o la temperatura del agua de la camisa del motor debe ser de 32 C (90 F). Para obtener esto, se ha instalado calentadores de camisas, y se puede mantener esa temperatura.

El interruptor del control del motor debe estar en la posición de arranque automático. En esta posición el motor arrancará automáticamente cuando se cierran los contactos de arranque remotos.

Este grupo funciona junto con un interruptor de transferencia automático, cuando falla la energía de red, y es que a través de un contacto de este interruptor pasa una señal al tablero de control electrónico para el arranque del motor y luego la carga se transfiere automáticamente. Cuando se reanuda el suministro de energía de la red, el interruptor de transferencia automática también desconectará la carga, el grupo seguirá funcionando unos instantes hasta que se enfría y luego se detendrá el motor.

En la posición de arranque automático, el motor se detendrá automáticamente si se ha reanudado el suministro de energía de red o si el motor presenta un fallo. El temporizador de enfriamiento permite que el motor funcione sin carga a velocidad nominal antes de detenerse.

### **Equipo antivibratorio**

El grupo eléctrico de 360 KW, es capaz de eliminar las vibraciones torcionales que se producen en los momentos de arranque y parada.

Además de las vibraciones torcionales, también se producen las vibraciones longitudinales, en sentido horizontal y vertical, por el funcionamiento del motor.

Estas vibraciones longitudinales se han eliminado, por la instalación del grupo eléctrico sobre cuatro amortiguadores.

### **2.4 Potencia instalada y máxima demanda**

Las cargas están distribuidas de la siguiente manera

Carga	Máx.Demanda(KW)	%Máx. Dem.	Potencia Inst.(KW)
Fuerza motriz	72	22	121
Alumbrado	168	51	197
Tomacorrientes	20	6	39
Cómputo	40	12	53
Cargas Térmicas	30	9	66
T O T A L	330	100	476

## **CAPITULO III CONTROL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA**

### **3.1 Uso de la computadora en el control y ahorro de energía eléctrica.**

Al hablar de la relación entre el ahorro de la energía eléctrica y las computadoras, se puede ver la posibilidad que ofrecen estos equipos y sistemas (incluyendo los microprocesadores) no solo en lo concerniente a la gestión de la energía, sino también en aplicaciones directas del control de instalaciones consumidoras de energía eléctrica. Estas instalaciones pueden ser sencillas o sofisticadas cuando se piensa en edificios modernos dotados de sistemas de aire acondicionado, calefacción, sistemas contra incendios, sistemas de vigilancia por vídeo, o instalaciones eléctricas importantes.

En todos estos casos la moderna tecnología electrónica y la informática hacen gran aporte al ahorro y control de la energía eléctrica.

En el campo industrial, la noción de centralización del control o supervisión de los procesos y consumos ha sido ampliamente aplicada.

En el caso de los edificios (comerciales, asistenciales, etc.) tal concepto ha sido de relativamente menor aplicación, y probablemente por ello, su desarrollo ha sido más apreciada, por los resultados en una mejora de los consumos de energía eléctrica.

Es por ello, que la remodelación de los edificios de alto consumo de energía eléctrica debe estar orientado a contar con sistemas de control informático de las instalaciones de edificios, para la buena gestión y ahorro de la

energía.

Importancia de la información de parámetros en tiempo real.

Para la aplicación de las computadoras al ahorro de la energía, se debe tener presente que es necesario contar con información detallada y puesta al día que se precisa para la realización de una buena gestión de energía.

Existe la necesidad de contar con una información fiable, sobre las magnitudes y parámetros que se relacionan con el consumo de energía eléctrica.

La medición de magnitudes y parámetros eléctricos se puede hacer de distintas maneras:

- \* Empleo de instrumentos portátiles
- \* Instrumentos fijos del tipo indicador
- \* Medidores electrónicos

Las ventajas que se aprecian de utilizar los medidores electrónicos son que permite un registro continuo, medición acotada a intervalos de tiempo definidos por el usuario, que pueden ser enviados a distancia para su análisis y tratamiento. Desde luego, existen mayores ventajas al interconectarlo a una computadora. Así obtenemos información en una forma fiable, y en cantidad que se estime conveniente, de modo que puede almacenarse en memorias adecuadas.

Sin el empleo de estos medios, la adquisición de datos (mediciones) sería muy difícil y los resultados no fiables, por la posibilidad de error en la medición, la lectura, u otros factores.

La realización de balances energéticos a partir de los datos adquiridos, suministra una información que es fundamental para el óptimo control de la energía eléctrica.



### **3.2 Análisis del sistema eléctrico del edificio**

Uno de los primeros pasos de todo programa destinado al mejor control y ahorro de energía eléctrica, consiste en tener el completo conocimiento del sistema de distribución y utilización del edificio.

Para ello, es necesario mantener la documentación completa, y con las modificaciones que se hayan realizado en el transcurso de tiempo. Los diagramas actualizados del sistema eléctrico del edificio son fundamentales en el caso de requerirse alguna modificación o ampliación del mismo, ya sea que este orientado a un programa de ahorro de energía o no.

La existencia de esta documentación nos permite el conocimiento completo del sistema, y además podemos:

Identificar los puntos del sistema en donde instalaremos los instrumentos necesarios para realizar análisis de demanda.

Definir e implementar las modificaciones necesarias para aumentar su eficiencia.  
Realizar el mantenimiento adecuado al sistema y sus componentes.

### **3.3 Medidor electrónico para control de energía y monitoreo de datos**

Importancia de la instrumentación de medida

Los instrumentos de medición nos dan una idea del estado de la instalación desde el punto de vista del consumo y la calidad del suministro. Así como nos permiten puntualmente determinar el estado físico de la instalación.

Instrumentos de medida convencionales

En los tableros generales, comúnmente están instalados los siguientes instrumentos de medida:

Amperímetro

Voltímetro

Medidor de potencia activa

Medidor de factor de potencia

Medidor de máxima demanda

Medidor integrador de energía activa

Medidor de frecuencia

Además, utilizan los respectivos dispositivos complementarios:

Transformadores de medida (de corriente y de tensión)

Conmutador amperimétrico

Conmutador voltimétrico

Como sabemos, estos instrumentos, aunque cumplen su función de medir el parámetro correspondiente, no tienen la capacidad de transmitir dicha medida a distancia, en forma centralizada, para ser monitoreado.

**Instrumentos de medida para control y monitoreo**

Los equipos anteriormente mencionados son reemplazados por:

Medidor electrónico, capaz de medir:

Intensidad

Tensión

Potencia activa

Potencia reactiva

Factor de potencia

Máxima demanda

Frecuencia

Energía activa

Como dispositivos complementarios están los transformadores de medida, dos de tensión y dos de corriente.

Una de las mayores ventajas de utilizar estos medidores electrónicos es su capacidad de poder ser monitoreado por computadora, con simples conexiones.

Actualmente, en sistemas grandes, de cargas muy diversificadas, es posible instalar medidores electrónicos con opción a proporcionar mayor cantidad de parámetros.

Es el llamado "analizador de redes" y adicionalmente al medidor electrónico anterior, mide los parámetros completos de energía activa, reactiva y aparente, el factor de potencia por fase y del sistema, tensiones armónicas, factor de cresta, máximos y mínimos valores de cada parámetro, etc.

## **CAPITULO IV SISTEMA IMPACC**

### **4.1 Descripción del sistema IMPACC**

IMPACC es un sistema integrado de monitoreo, protección, control y comunicaciones. Este sistema de monitoreo de energía es sencillo pero confiable, aplicable a redes eléctricas nuevas o existentes.

Algunas ventajas significativas del uso del sistema IMPACC:

#### **Administración de energía**

Funciones de tendencia histórica de consumo de energía empleadas para desarrollar perfiles de carga diaria, por estaciones, o por períodos establecidos por el usuario.

Evaluación y asignación exacta de costos de energía en una instalación, por pisos, departamentos, etc.

Reduce cargas para cortar la demanda pico, de acuerdo al programa de selectividad de cargas.

Nivela cargas para balancear consumo en los alimentadores, y evitar cortes de energía.

#### **Reducción de costos por mantenimiento**

Los cronogramas del mantenimiento preventivo se pueden desarrollar desde la base de datos del uso del equipo eléctrico y mecánico, en tiempo real.

Los avisos son proporcionados en el equipo de monitoreo, para recordar cuándo se requiere mantenimiento preventivo de determinado equipo.

Se pueden reducir costos a través de la eliminación de mantenimiento innecesario determinado sólo por el tiempo en vez del uso verdadero.

Los problemas por mantenimiento de emergencia son reducidos.

Avisos de advertencia anticipados para problemas que se pueden presentar:

El operador es alertado sobre problemas antes de que estos ocurran, tal como el inicio de la apertura de un interruptor en tiempo de espera o sobrecarga de circuitos.

Los problemas pueden ser corregidos transfiriendo o nivelando las cargas mientras la causa es identificada y corregida.

El aislamiento y corrección de problemas ayudan a asegurar que el resto de la instalación no se detendrá.

Información y diagnóstico instantáneo de fallas:

Información sobre interruptor disparado, la causa y magnitud, está disponible instantáneamente.

Alarmas con señales de tiempo proporcionan una indicación de cual evento ocurrió primero, segundo, etc.

El personal de mantenimiento tiene la información para identificar el problema y tener el sistema operativo en cuestión de minutos en vez de horas.

Incremento de productividad del personal

La toma de datos sobre el tiempo de consumo del personal dedicado es innecesario.

El personal de mantenimiento es libre de ejecutar funciones de mantenimiento real para conservar el equipo y la instalación en funcionamiento.

El mantenimiento programado basado en tiempo real elimina mantenimiento innecesario.

El tiempo de diagnóstico de fallas, por el personal, para determinar el origen de fallas es eliminado.

#### **4.2 Descripción del medidor electrónico IQ Data Plus**

El medidor IQ Data Plus es un equipo electrónico de protección y monitoreo provisto de un sistema de medidas eléctricas y protección de voltaje. Está diseñado para aplicaciones en baja y alta tensión.

Es un módulo compacto que reemplaza a los medidores individuales como son el amperímetro, voltímetro, conmutadores, vatímetro, frecuencímetro, medidor de factor de potencia, medidor de energía.

Proporciona las medidas siguientes:

Intensidad de corriente en cada fase.

Tensión entre líneas, y entre fases.

Potencia activa.

Potencia reactiva.

Factor de potencia.

Frecuencia.

Máxima demanda.

Consumo de energía.

Posee módulos de energía trifásico o monofásico, y necesita transformadores de corriente a 5 A y de tensión a 220 V.

Funciones de protección

Caída de tensión en una fase, ocurre cuando la tensión de dicha fase disminuye hasta 50% de la tensión nominal.

Caída de corriente en una fase, ocurre cuando la intensidad en dicha fase llega a 1/16 de la intensidad corriente mayor entre las otras fases.

Desbalance de fases, ocurre si la diferencia de dos fases excede un porcentaje programado. Este porcentaje puede ser de 5 a 40%, con incrementos de 5%.

Fase inversa, ocurre si en algún momento, cualquiera de dos fases se vuelve inversa por más de un segundo.

Sobretensión, se programa sobre un porcentaje de la tensión nominal de línea. Este porcentaje puede ser de 105 a 140%, con incrementos de 5%.

Baja tensión, igualmente al caso anterior el porcentaje puede ser programado. Este porcentaje puede ser de 95 a 60%, con incrementos de 5%.

Luego, si se produce alguna de estas fallas, la programación de la señal de disparo y la alarma puede hacerse de 0 a 8 segundos, con incrementos de 1 segundo.

## **CAPÍTULO V INSTALACION DEL SISTEMA IMPACC**

### **5.1 Medidor electrónico IQ Data Plus**

El medidor se ha instalado de acuerdo al Esquema N° 7, utilizando tres transformadores de corriente. Antes de su conexión se verificó sus catálogos, para identificar las borneras de tensión y de corriente, como se aprecia, las borneras de tensión están en la parte inferior y los de corriente en la parte superior del medidor.

Asimismo, se verificó las polaridades de las borneras, y también los conectores del cable de interfase que van a la computadora personal en las oficinas de supervisión y mantenimiento, para proceder a instalar el cable de comunicación.

### **5.2 Cableado de comunicación**

Para enlazar el medidor con la computadora, se ha utilizado un cable mellizo trenzado y apantallado para comunicaciones. Con este tipo de cable se puede llegar hasta 2,500 m. sin el uso de repetidoras. Las líneas telefónicas y módem pueden ser usados para ampliar un sistema *IMPACC* para monitorear y controlar ubicaciones remotas que pueden estar a gran distancia de la unidad de control principal.

### **5.3 Software del sistema IMPACC**

El software utilizado para el sistema integrado de monitoreo, protección, control y comunicaciones, *IMPACC*, es el programa Serie III.



El programa Serie III, de sistema de distribución eléctrica es configurado por el usuario para satisfacer el monitoreo del sistema de distribución eléctrica específico y los requerimientos de control.

El programa Serie III proporciona funciones de control y monitoreo (activación, desactivación y reinicio de equipos, etc.) desde una computadora de control principal y registra datos vitales a medida que van ocurriendo en el sistema. Estos datos vitales de medida en ser almacenados para generar informes, cuadros o gráficos adaptados normalizados. Serie III es un programa flexible basado en Microsoft Windows que proporciona un funcionamiento muy simple para el usuario y la capacidad para compartir datos con otros programas basados en Windows.

Las características del programa Series III incluyen:

Capacidad total de control y monitorco de equipos que proporciona una sencilla y centralizada fuente de información para facilitar el diagnóstico de las fallas y mantenimiento preventivo.

Los instrumentos de indicación de medida pueden ser visualizados en tiempo real, proporcionando la capacidad de chequear remotamente los consumos y valores límite.

La configuración del programa es específica y rápida que usa variables directas en vez de programación complicada.

Las alarmas por valores referenciales proporcionan advertencia previa, permitiendo que el operador sepa si un evento está próximo a ocurrir, proporcionando información que se puede utilizar para identificar y corregir el problema antes que este interrumpa el suministro de energía.

Las alarmas del sistema permiten que el operador sepa cuando un evento ocurre, por ejemplo el temporizado de interruptor próximo al disparo.

Registro del evento equipo/operador con indicación de tiempo que proporciona conservación de información histórica. La información sobre el evento puede ser almacenada en un disco o llevada inmediatamente a una impresora.

El dato anotado es almacenado en un formato de archivo Comma Separated Variable (CSV) usado en hojas de cálculo. Esto proporciona información que puede ser usada para desarrollar informes que analizan modelos de alarmas de sistema, carga del sistema, flujo de energía, demanda máxima, consumo de energía. La información puede ser compartida entre varios departamentos o también manipulada en programas de hojas de cálculo disponibles.

Seguridad protegida con clave ayuda a prevenir usos inapropiados o accidentales.

Enlace para intercambio dinámico de información (DDE) para transmitir todos los datos a otras aplicaciones Windows tales como Microsoft Word, Excel, etc.

No se requiere una computadora exclusiva. El procesamiento de textos u otros programas pueden ser ejecutados mientras el programa Serie III continúa monitoreando y registrando eventos. Una alarma mostrará gráficamente o sonará audiblemente cuando un evento ocurra.

El enlace en forma de puertos en serie permite a un operador enviar información directa a otros sistemas de información.

### Gráficos

Las pantallas de gráficos proporcionan información de modo que los usuarios puedan utilizarlos.

Este paquete opcional para gráficos, Enhanced Graphics apoya al programa Serie III proporcionando la capacidad para visualizar un sistema de distribución completo a través de pantallas para gráficos a color configurable con su sistema de distribución de energía.

La información en tiempo real que puede ser visualizada en un formato que es fácil de entender y usar incluye una línea de diagramas, dibujos de elevación, distribuciones de planta física, y ventanas de instrucciones desplegadas accionadas por alarmas. La disponibilidad inmediata de esta información elimina el tiempo utilizado en hacer manualmente diagramas para analizar el sistema.

Los gráficos también apoyan funciones tales como información en tiempo real y tendencia histórica, registro de datos, alarma, para proporcionar monitoreo y control directo para optimizar el control de energía. También actúa como una plataforma de operación para acoplamiento con otros sistemas.

**Intercambio de datos dinámicos (DDE) en el monitoreo del sistema de distribución eléctrica**

Este software fácil de configurar es usado cuando el único requerimiento es obtener información sobre un sistema de distribución eléctrica para mostrar en otros paquetes de software basados en Windows. El intercambio dinámico de información (DDE) IMPACC es compatible con Microsoft Windows y es el bloque de construcción básico para abrir un sistema de distribución eléctrica en el entorno de Windows. Los datos reunidos por un sistema IMPACC pueden ser fácilmente enlazados a hojas de cálculo, procesadores de texto, gráficos de presentación o aplicaciones en comunicaciones.

## **CAPÍTULO VI OPERACIÓN DEL SISTEMA IMPACC**

El sistema IMPACC instalado en este edificio está conectado de acuerdo al Esquema N° 8. Consta de una computadora con el sistema IMPACC configurado en el disco interno, un medidor electrónico IQ Data Plus y un Relé II direccionable.

Otras posibilidades de conexión que podrían darse en diferentes tipos de instalaciones, están representados en los Esquemas N° 9 y 10.

### **6.1 Almacenamiento de datos**

El sistema IMPACC, funcionando con el programa Serie III proporciona funciones de control y monitoreo desde una computadora. Además se controla y registra los datos del sistema vitales a medida que van ocurriendo. Estos datos son almacenados en archivos que se pueden manipular con el programa Excel que trabajan en el entorno Windows. Los datos son permanentemente anotados y almacenados en un formato de archivo Comma Separated Variable (CSV) usado en hojas de cálculo. Esto proporciona información que puede ser usada para desarrollar informes que analizan modelos de alarmas de sistema, carga del sistema, flujo de energía, demanda máxima, consumo de energía. La información puede ser también manipulada en otros programas de hojas de cálculo disponibles comercialmente.

## **6.2 Accionamiento de interruptores**

Como se ha indicado anteriormente, el sistema IMPACC tiene la capacidad de permitirle al usuario accionar (conectar, desconectar, conmutar, etc.) interruptores con el objeto de controlar la energía.

Esto es posible si el interruptor a accionar posee el mecanismo de control, el cual recibe y ejecuta la orden enviada desde la computadora, ya sea por decisión del operador, o por un programa en funcionamiento establecido (de protección, de selectividad de cargas, etc.)

El proyecto contempla que cada interruptor termo magnético sea comandado por el Sistema de Monitoreo Impacc. Pero, como primera etapa, solo podrá accionarse el interruptor general.

Actualmente, en este edificio los interruptores se accionarán manualmente, luego que el programa de control de carga nos indique que es necesario desconectar ciertas cargas para no sobrepasar ciertos valores de potencia. Ver esquema N° 2

Por lo tanto, actualmente en este edificio los interruptores se accionaran manualmente, luego que el programa de control de carga nos indique que es necesario desconectar ciertas cargas para no sobrepasar ciertos valores de potencia. Ver esquema Nro. 7.

## **6.3 Alarmas programadas**

El sistema IMPACC provee tres tipos de alarmas que ayudan a mantener el sistema operativo.

### **Acción de Alarma por demanda requerida.**

Esta alarma es inicializada independientemente de un disparo y alerta cuando una sobrecarga está en proceso. Esto permite al operador determinar la causa de una

sobrecarga y, si es apropiado, simplemente desconectar las cargas para detener la condición de sobrecarga inminente. El muestreo de alarmas puede ser indicado por texto o ilustrado gráficamente.

El sistema IMPACC proporciona la capacidad de establecer niveles múltiples de alarmas. Las alarmas del sistema IMPACC pueden ser alarmas del sistema o equipos independientes. Estas alarmas del sistema pueden ser utilizadas para alertar a los operadores antes de una emergencia o situación problemática, y de este modo permitir un mantenimiento y evitar una situación posiblemente costosa.

#### **Acción de alarma inmediata por emergencia**

Esta alarma advierte que existe un problema serio y que deberá ser solucionado inmediatamente o el resto del edificio podría quedar sin suministro. Se muestra al operador cuándo y dónde una condición de sobrecarga está próxima a producirse y le indica en un formato fácil, la magnitud de la sobrecarga y qué cargas debe desconectar. Esto permite evitar la pérdida de tiempo en identificar y solucionar el problema que ocasiona, identificada y solucionada.

#### **Alarma de mantenimiento**

La alarma de mantenimiento anuncia exactamente cuando el mantenimiento es requerido en todo equipo monitoreado basado en uso de datos verdaderos, como es el de tiempo real de funcionamiento.

Este mantenimiento programado ayuda a prolongar la duración del equipo, se reducen los costos por mantenimiento en instantes que no es propicio, y se evita pérdida de tiempo costosa debido a falla del equipo.

El sistema IMPACC monitorca el uso verdadero del equipo y lo registra en una base de datos que puede ser usado para desarrollar un perfil de mantenimiento en todo

equipo eléctrico. Por ejemplo, la alarma de mantenimiento puede comunicar cuándo requiere engrasar los rodamientos del motor o cuando reemplazar los contactos del interruptor. El mantenimiento es realizado cuando se necesita, para no llegar a paradas de emergencia.

Los datos de alarmas se guardan en memoria, proporciona la razón, la fecha y la hora en que ocurrió la alarma.

## **CAPÍTULO VII TARIFAS ELÉCTRICAS**

### **7.1 Precio de la electricidad y opciones tarifarias**

#### **a. Composición de los precios a clientes regulados**

Los precios de venta de la electricidad están compuestos por los siguientes costos:

1. Costo de compra de la electricidad.
2. Costo de la distribución (VAD).

#### **a.1 Precios de compra-barra**

La compra se realiza en niveles altos de tensión (MAT y AT) a las empresas de generación, con cuatro tipos de precio según lo siguiente:

Precio 1: potencia en horas de punta.

Precio 2: exceso de potencia en horas fuera de punta.

Precio 3: energía en horas de punta (costo alto).

Precio 4: energía en horas fuera de punta (costo bajo).

Estos precios son del tipo regulado (controlado), los cuales a su vez son comunicados a la empresa de distribución por las empresas de generación, según la regulación y actualización vigente.

La compra de Luz del Sur S.A. se realiza en 10 barras del sistema, siendo las más importantes la barra San Juan 220 kV y Santa Rosa 220 kV.

#### **a.2 Valor agregado de distribución (VAD)**



Es el margen propio de la empresa de distribución, está definido como el costo por unidad de potencia vendida. El VAD cubre la anualidad de inversión, los costos de operación-mantenimiento, y las pérdidas físicas (potencia y energía) del transporte en la distribución.

Es importante el concepto del VAD, pues se precisa que el margen propio de la distribución está dada por la potencia vendida a los clientes.

La empresa distribuidora, para el correcto suministro eléctrico, realiza inversiones anuales en el sistema de acuerdo a los requerimientos de potencia de los clientes.

Estas inversiones deben ser efectuadas en función de la señal del VAD regulado para la empresa.

#### **b. Fijación y fiscalización de los precios**

Los precios de compra y venta son del tipo regulado (controlado), la responsabilidad de su fijación la tiene la Comisión de Tarifas Eléctricas (CTE), institución definida por la Ley de Concesiones Eléctricas como organismo técnico y autónomo, la cual realiza la fijación de precios a través de Resoluciones publicadas en el Diario Oficial El Peruano. Los precios de compra son fijados cada seis meses, mientras que los del VAD son fijados cada cuatro años. Las empresas de distribución realizan la publicación de los precios actualizados según lo dispuesto en las Resoluciones Tarifarias de la CTE.

El organismo que se encarga de fiscalizar la aplicación de los precios es la Dirección General de Electricidad (DGE) del Ministerio de Energía y Minas. La cual puede multar a las empresas eléctricas como también al cliente.

#### **c. Opciones tarifarias**

Las empresas de distribución han previsto que el suministro del cliente pueda ser alternativamente leído en las siguientes formas:

1 Lectura completa (2E2P)

Cuando se factura las magnitudes de potencias (2P) y de energías (2E) requerida por el cliente en diferencias horarias (punta y fuera de punta).

2 Lectura parcial (2E1P)(1E1P)

Cuando se deja de facturar al menos una magnitud horaria del cliente. Se considera la potencia máxima (1P) absorbida por el cliente, las dos energías (2E) ó la suma de ambas (1E) (energía total).

3 Lectura simple (1E)(1P)

Cuando se factura solamente una magnitud eléctrica. La energía total (1E) ó la potencia controlada (1P).

La elección del tipo de opción tarifaria depende del cliente de acuerdo a su conveniencia económica para costear uno o más equipos de medición.

Estas alternativas de medición se justifican debido a que existen grupos de clientes con características de consumo similares (ej. Residenciales), de estos grupos se conoce su estructura de consumo de energía y la presencia de su potencia máxima.

Solamente en la alternativa de medición completa se aplica directamente los cuatro precios de compra, mientras que en las otras alternativas los cuatro precios se aplican indirectamente mediante promedios.

La opción tarifaria que puede elegir el cliente de acuerdo a su comportamiento de consumo es válida por el período de un año, y es renovado automáticamente al finalizar el año cuando no existe solicitud de cambio.

**c.1 Opciones tarifarias en media tensión (MT)**

Las tres opciones tarifarias siguientes han sido definidas en MT para la elección del cliente y con período de duración mínima de un año.

#### Opciones tarifarias en M.T.:

Opción	Lectura	Descripción de la lectura
MT2	2E2P	Requiere medición completa
MT3	2E1P	Requiere medición parcial: máxima potencia, energía en punta y fuera de punta.
MT4	1E1P	Requiere medición parcial: máxima potencia, energía total.

#### c.2. Opciones tarifarias en baja tensión (BT)

Las cinco opciones tarifarias siguientes han sido definidas en BT para la elección del cliente y con período de duración mínima de un año.

Opción	Lectura	Descripción de la lectura
BT2	2E2P	Requiere medición completa
BT3	2E1P	Requiere medición parcial: máxima potencia, energía en punta y fuera de punta.
BT4	1E1P	Requiere medición parcial: máxima potencia, energía total.
BT5	1E	Requiere medición de energía total.
BT6	1P	Requiere control de máxima potencia.

En el Cuadro N° 1 se muestran las opciones tarifarias y el tipo de medición requerida para cada una.

#### d. Tratamiento de la potencia para fines de facturación.

Para facturar la potencia, es necesario conocer la modalidad de facturación y de calificación del consumo del cliente.

Existen dos modalidades de facturación de la potencia, la cual es válida por un año. La modalidad es elegida por el cliente siendo estas las siguientes:

1. Potencia contratada: La magnitud de potencia se factura en forma igual para todos los meses.
2. Máxima demanda leída: La magnitud de potencia se factura según la media de las dos mayores demandas registradas en los últimos 12 meses.

La calificación del consumo del cliente es realizada por la empresa, esta calificación es válidamente igualmente por un año, según los dos siguientes tipos.

1. Presente en punta: Cuando el consumo de energía en horas de punta es mayor ó igual a la mitad (50%) del producto de la demanda máxima por 5 horas (período de punta).
2. Fuera de punta: Cuando el consumo de energía en horas de punta es menor a la mitad (50%) del producto de la demanda máxima por 5 horas (período de punta).

e. Los precios de venta (Pliego tarifario)

Debido a las alternativas de medición que se le presenta al cliente, los precios de venta han sido estructurados de acuerdo a fórmulas polinómicas.

Con estas fórmulas tarifarias se determinan los precios promedios para la mayoría de las opciones.

Es necesario precisar que los precios de la potencia, son indiferentes a su modalidad de facturación (contratada ó leída), en ambos casos son iguales. Lo único que interesa para seleccionar el precio de potencia es la calificación del consumo del cliente (De punta ó Fuera de Punta), siendo estos de precios diferentes.

### **e.1 Precios de las opciones de media tensión (MT)**

Como puede apreciarse en el Cuadro N° 2, la opción MT2 es la única tarifa donde se aplican directamente los cuatro precios según la compra. En las otras opciones, al menos un precio es tipo promedio, estos precios promedios se calculan a partir de estructuras de porcentuales de comportamiento de consumos por grupo.

### **e.2 Precio de las opciones de baja tensión (BT)**

Similarmente a lo anterior, en el Cuadro N° 3 puede apreciarse que la opción BT2 es la única tarifa donde se aplican directamente los cuatro precios según la compra. En las otras opciones, al menos un precio es tipo promedio, estos precios promedios también se calculan a partir de estructuras de porcentuales de comportamiento de consumo por grupo.

Como vemos en el cuadro, existen dos opciones a los cuales se les aplica un solo precio: La opción BT5 (por unidad de energía) y la opción BT6 (por unidad de potencia). Esto no quiere decir que se deja de cobrar potencia ó energía respectivamente lo que sucede es que en el cálculo del precio se considera el promedio del consumo de ambas magnitudes de potencia y energía.

El cargo fijo es el costo que se traslada al cliente por la lectura del medidor, la emisión de la factura, el reparto y la comisión de cobranza. Estos costos lo realiza la empresa aunque el cliente no haga uso del suministro. El cargo fijo se cobra en todos los casos, así el cliente haya consumido cero.

El pago por la energía reactiva tiene un tratamiento diferente a los otros por ser una penalidad, se cobra solamente cuando el cliente supera un límite, este límite se ha definido en 30% del consumo de su energía activa (kWh). Si el cliente no supera este límite, no se cobra este concepto.

En el Cuadro N° 4 se presenta el pliego tarifario de Luz del Sur S.A., tal como se publica y se exhibe al público.

**f. Códigos de contratación según la opción tarifaria**

Como hemos visto anteriormente, existe 3 opciones tarifarias en media tensión y 5 en baja tensión.

En el caso de las opciones MT2 y BT2, es necesario únicamente definir la modalidad de facturación de la potencia, pues esta tarifa presenta tres modalidades de facturación de la potencia:

1. Contratada en punta y fuera de punta (C).
2. Contratada en punta y leída en fuera de punta, mixta (M).
3. Máxima demanda leída en punta y fuera de punta (L).

Por tal razón, los códigos de la opción MT2 y BT2, están en función de la modalidad de contratación de la potencia.

En el caso de las Opciones MT3, MT4, y BT3, BT4, la codificación esta en función de la modalidad de facturación de la potencia y de la calificación del consumo del cliente.

Cabe precisar que en estas tarifas existen solamente dos modalidades de facturación de la potencia:

1. Contratación de potencia máxima (C).
2. Máxima demanda leída del mes (L).

La codificación de las opciones tarifarias se muestran en el Cuadro N° 5.

**g. Facturación del servicio eléctrico**

La facturación se efectúa multiplicando los consumos de energía y las demandas de potencia por su respectivo unitario. Y luego realizando la suma de los correspondientes parciales de potencia y energía más el cargo fijo.

La facturación del servicio eléctrico del cliente incluye siempre los tres rubros siguientes: potencia, energía y cargo fijo.

En el caso de las tarifas de simple medición de energía (BT5) y simple contratación de potencia (BT6), debe recordarse que los precios unitarios que presenta el pliego tarifario son precios medios de venta, los cuales consideran la agrupación del precio de la potencia y la energía en su fórmula de cálculo. Como puede apreciarse, la opción MT2 es la única tarifa donde se aplican directamente los cuatro precios según la compra. En las otras opciones, al menos un precio es tipo promedio, estos precios promedios se calculan a partir de estructuras de porcentuales de comportamiento de consumos por grupo.

## 7.2 Elección de la tarifa

Se requiere determinar la opción tarifaria, tal que la facturación sea mínima. El diagrama de carga del mes de Abril de 1996 esta adjunto en los anexos.

Las lecturas del mes de Abril de 1996, reportadas por el concesionario son:

(EAhp) Energía activa en horas punta 21,550 KW-H

(EAhfp)Energía activa en horas fuera de pta. 72,000 KW-H

(MDhp) Máxima demanda en horas punta 352 KW

(MDhfp)Máxima demanda en horas fuera de punta 352 KW

Coefficiente de calificación del consumo del cliente (CC)

$CC = (EAhp)/(5*N*MD)$  donde N=número de días hábiles del mes

Si: CC 0.5 Consumidor presente en horas punta

$CC < 0.5$  Consumidor fuera de horas de punta

Para el presente caso:  $CC = (21550)/(5*24*352)$

$$CC = 0.51$$

Se trata de consumidor presente en horas punta.

Utilizando el Cuadro N° 4, evaluamos la opción tarifaria con facturación mínima.

Parámetro	Lectura	Unidad	MT2	MT3	MT4
Máx. Dem.	352	KW	24.3	20.17	20.17
EAhp	21,550	KWH	0.1447	0.1447	0.0870
EAhfp	72,000	KWH	0.0681	0.0681	0.0870
Costo total	S/.		16,575	15,121	15,239
Opción tarifaria a elegir				3	

Por lo tanto, la opción tarifaria con facturación mínima es MT3.

Si trasladamos parte del consumo de energía (cocina, bombas de aguas, etc.), de horas punta a fuera de horas punta, de tal manera que la empresa concesionaria considere al cliente en consumidor fuera de horas punta ( $CC < 0.50$ ), se puede obtener los siguientes resultados:

(EAhp) Energía activa en horas punta 20,698 KW-H

(EAhfp) Energía activa en horas fuera de pta. 72,852 KW-H

(MD) Máxima demanda 352 KW

$$CC = 0.49$$

Utilizando el Cuadro N° 4:

Parámetro	Lectura	Unidad	MT2	MT3	MT4
Máx. Dem.	352	KW	24.3	12.53	12.53
EAhp	20,698	KWH	0.1447	0.1447	0.0870



EAhfp	72,852	KWH	0.0681	0.0681	0.0870
Costo total	S/.		16,510	12,367	12,549
Opción tarifaria a elegir				3	

Por lo tanto, la opción tarifaria con facturación mínima sigue siendo MT3, pero el monto de facturación es menor que el primer caso, aunque el consumo es el mismo.

Si no es posible trasladar parte del consumo de energía (cocina, bombas de agua, etc.) de horas punta a fuera de horas punta, se podría controlar el consumo de otras cargas (aire acondicionado, un ascensor, etc.) se puede obtener las siguientes lecturas:

(EAhp) Energía activa en horas punta 20,698 KW-H

(EAhfp) Energía activa en horas fuera de pta. 72,000 KW-H

(MD) Máxima demanda 352 KW

CC = 0.49

Utilizando el Cuadro N° 4:

Parámetro	Lectura	Unidad	MT2	MT3	MT4
Máx. Dem.	352	KW	24.3	12.53	12.53
Eahp	20,698	KWH	0.1447	0.1447	0.0870
Eahfp	72,000	KWH	0.0681	0.0681	0.0870
Costo total	S/.		16,451	12,309	12,475
Opción tarifaria a elegir				3	

Se confirma que la opción tarifaria con facturación mínima sigue siendo MT3, con un monto de facturación menor que los dos casos anteriores.

Luego de evaluar las opciones tarifarias, elegimos la opción MT3, con un costo de consumo de energía de S/. 15,121.00 Nuevos Soles, aproximadamente.

Al poner en práctica la optimización del control de energía eléctrica, se puede llegar al tercer caso, con un costo de consumo de energía de S/. 12,309.00 Nuevos Soles, con un ahorro de S/. 2,812.00 Nuevos Soles (U.S.\$ 1,180.00 Dólares Americanos al 30-Abr-1996).

El suministro y la instalación de este sistema, que comprende el medidor electrónico y el equipo de monitoreo por computadora, fue de U.S.\$ 8,180.00 Dólares Americanos.

Por lo tanto la inversión realizada se puede recuperar en siete meses, a partir de su instalación. Luego de los seis meses, en adelante, permanecerá el ahorro de los US\$ 1,180.00 mensuales, que se podrá destinar a los trabajos de mantenimiento preventivo, reduciendo a su vez, los costos por mantenimiento correctivo.

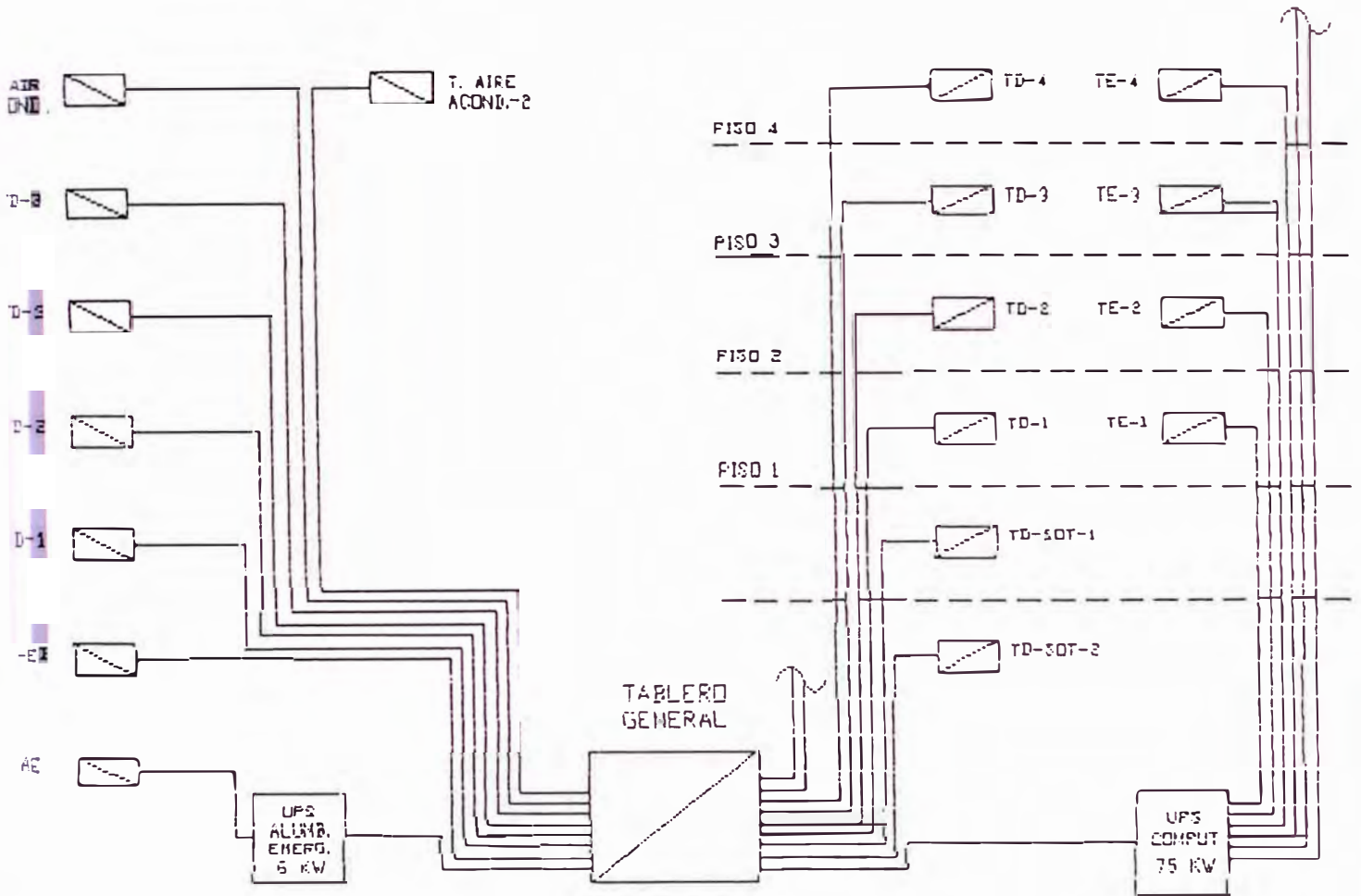
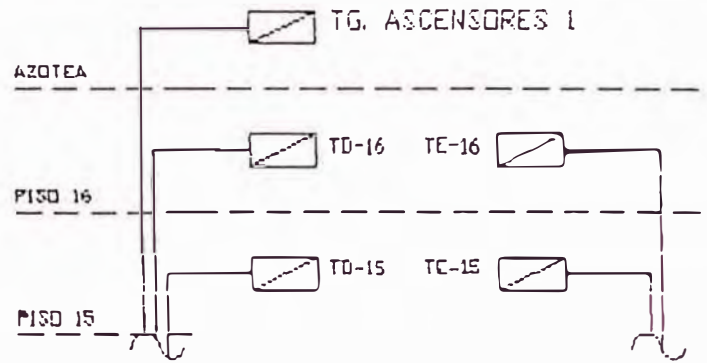
## CONCLUSIONES

- Como gestión se ha cumplido los objetivos básicos de toda empresa, el de conseguir el servicio eléctrico confiable, reduciendo costos de operación.
- Se ha logrado el monitoreo del sistema eléctrico, que recoge información en tiempo real del equipo de medición, para ser mostrada al supervisor remoto en una pantalla de computadora.
- Permite que se tomen acciones necesarias, ya que el sistema permite controlar los interruptores en forma manual o puede programarse para que el control sea automático.
- Capacidad de leer y almacenar la información en forma remota, para ser procesada posteriormente, ya sea para análisis de fallas o para programar los mantenimientos.
- Por los registros de datos, se puede obtener diagramas de carga diarios, que son necesarios para ampliaciones o redistribuciones de carga.
- Presentación del estado del sistema eléctrico, en tabla de datos (excel) o en grafica como esquema unifilar (Scada).

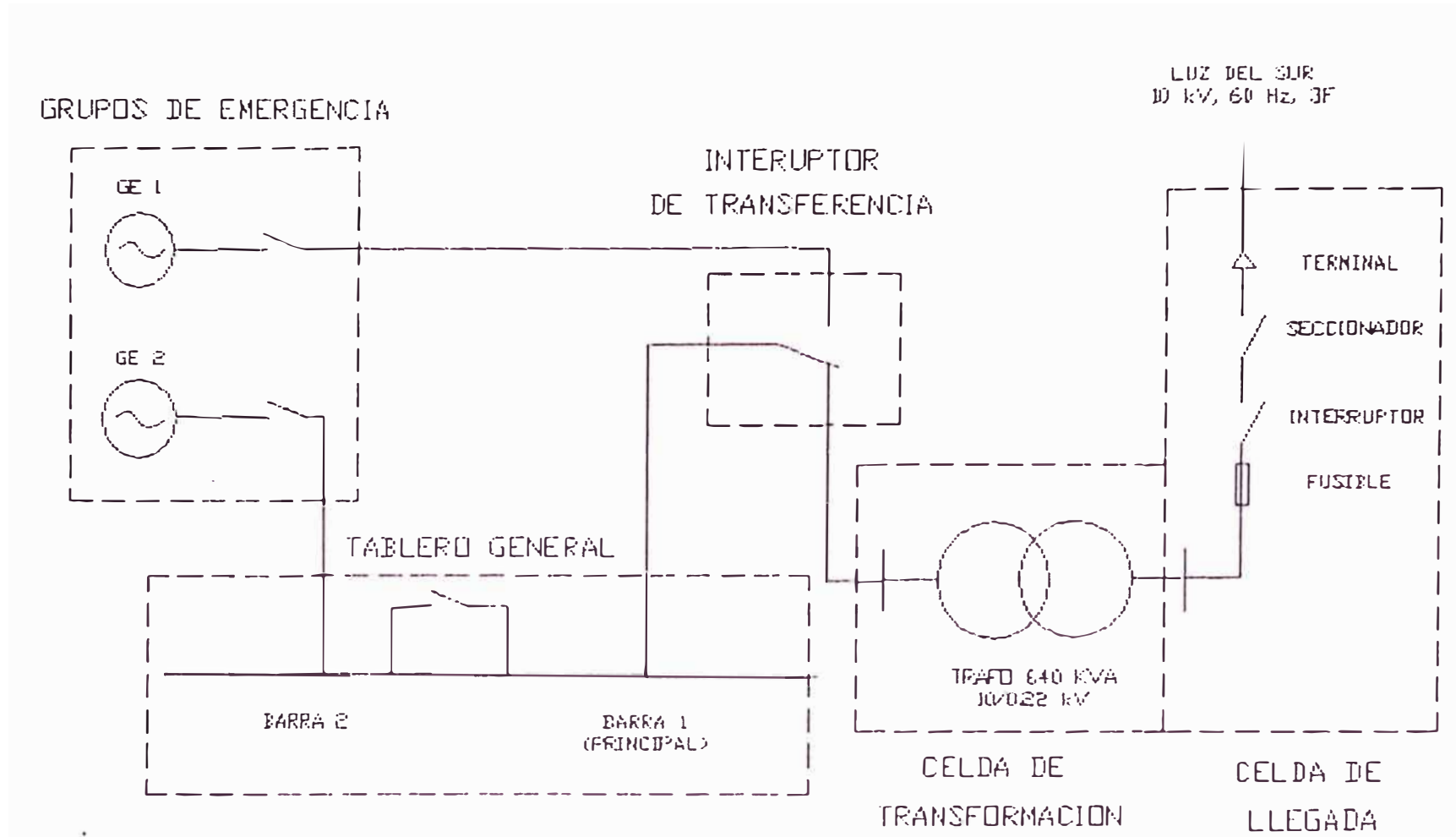
# **ANEXOS**

# ESQUEMA 1

## MONTANTES

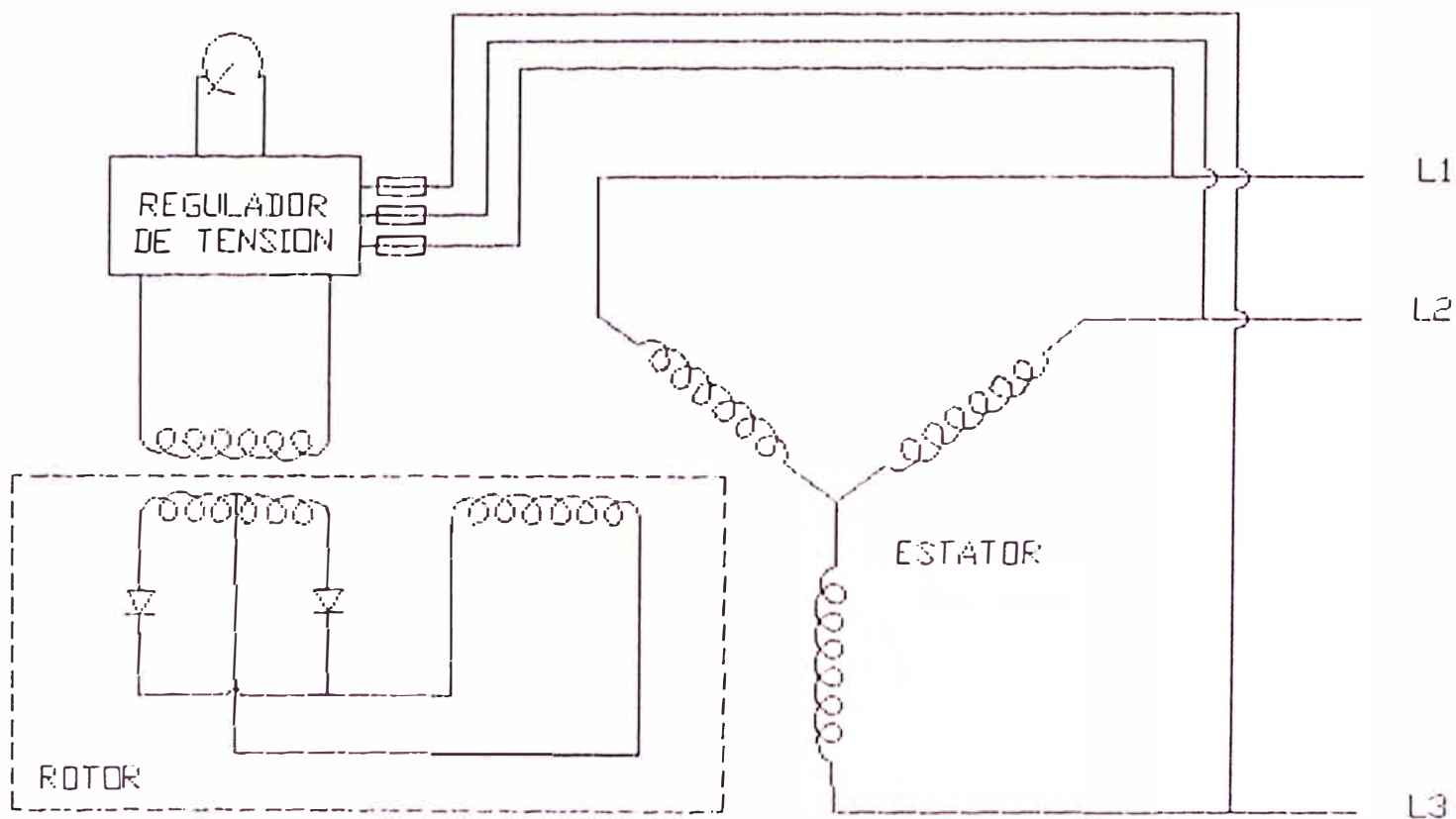


ESQUEMA 2



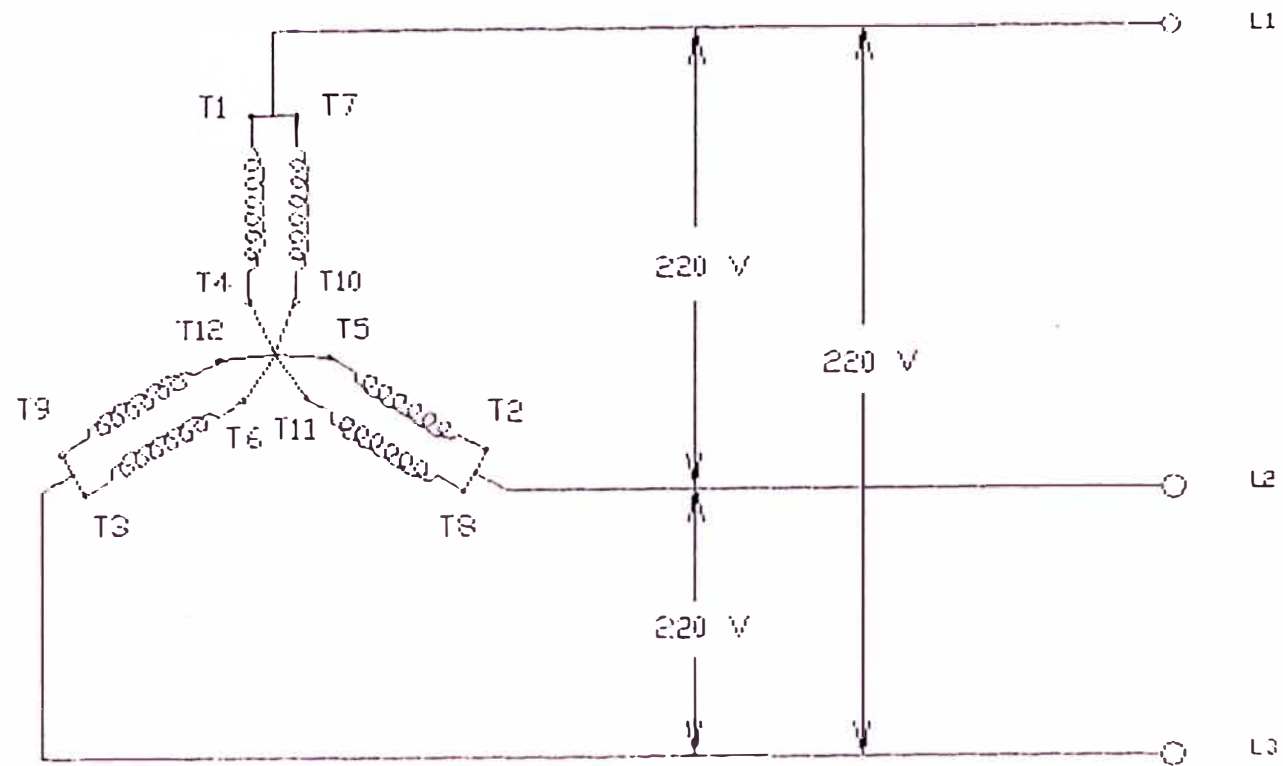
SUBESTACION ELECTRICA 10/0.22 kV, 640 KVA, 60 HZ, 3F

ESQUEMA 3



SISTEMA DE REGULACION DE TENSION PARA  
EL GRUPO ELECTROGENO DE 360 KW

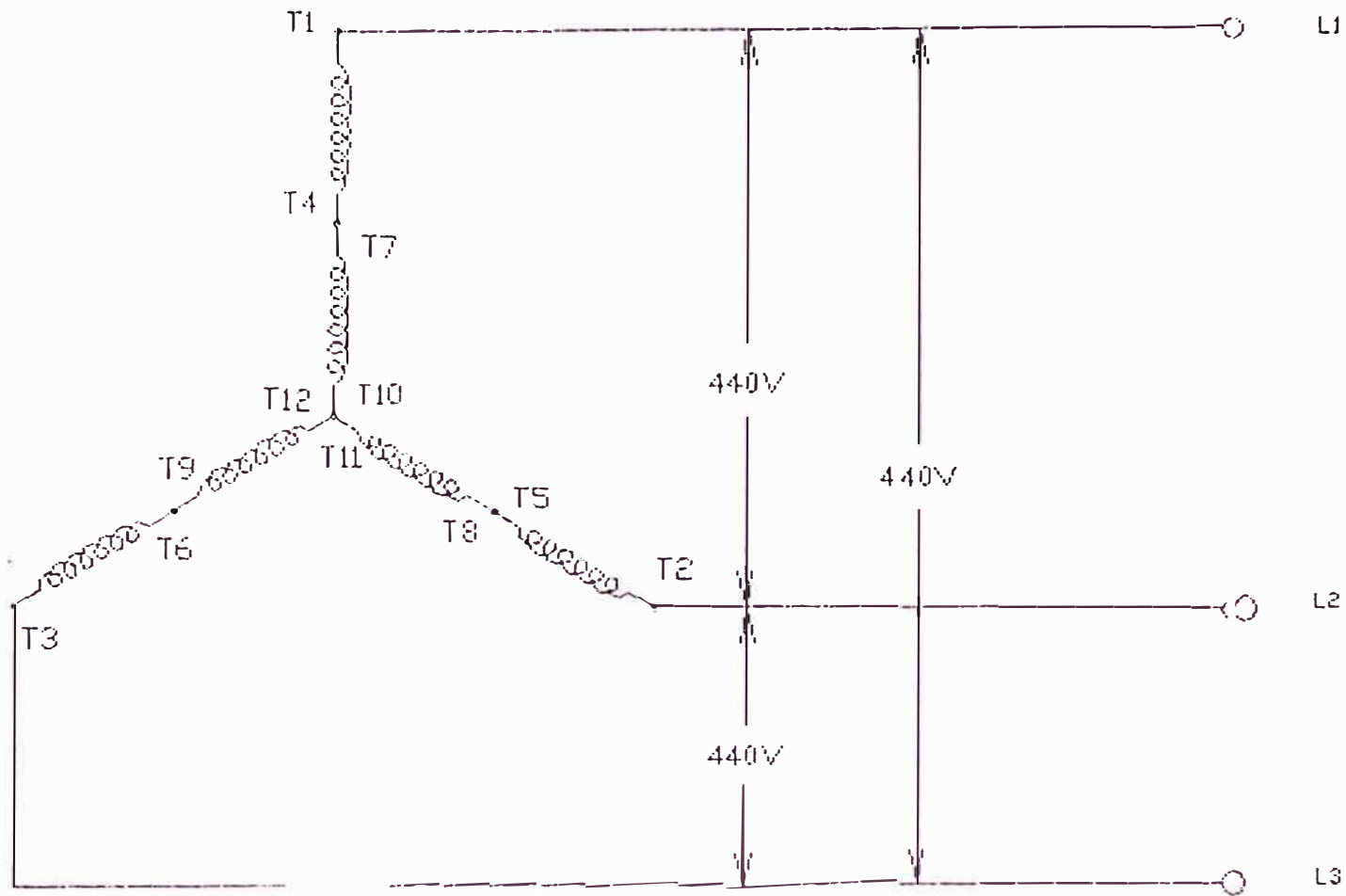
ESQUEMA 4



CONEXION DE LOS DEVANADOS DEL  
GENERADOR DEL G.E. 360 KW  
PARA 220 V, 60 Hz, 3F

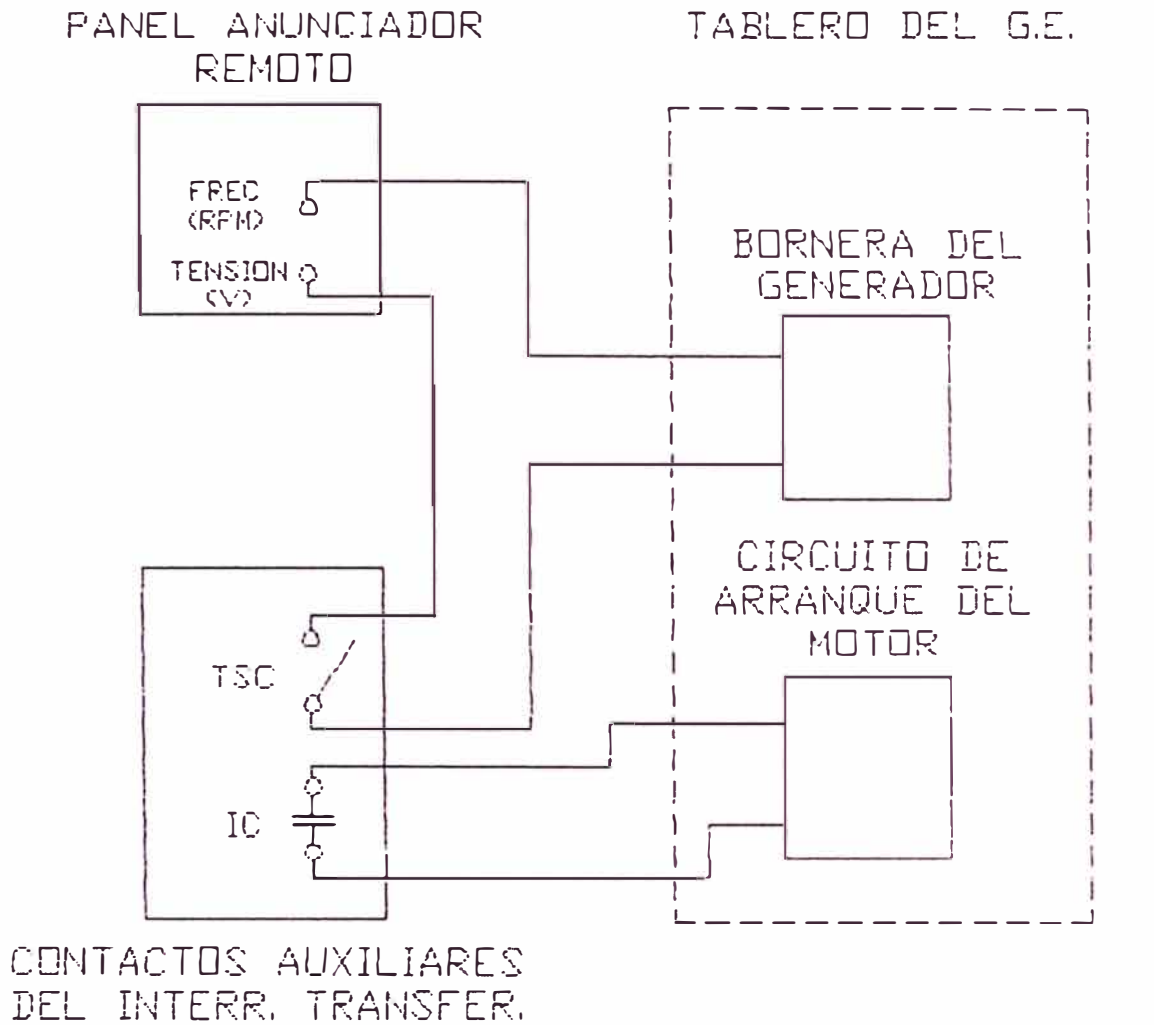


ESQUEMA 5



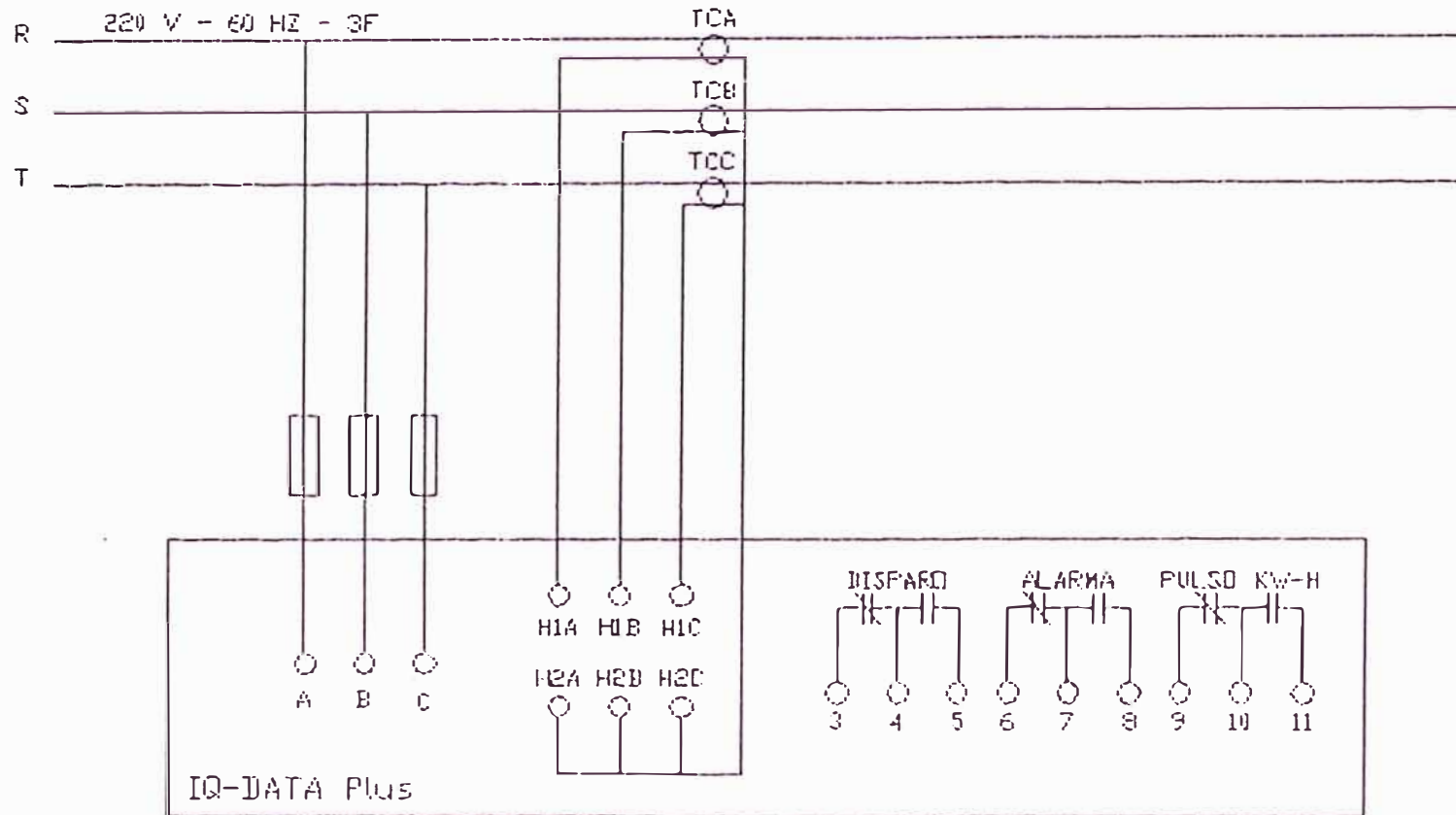
CONEXION DE LOS DEVANADOS DEL  
GENERADOR DEL G.E. 360 KW  
PARA 440V, 60 Hz, 3F

ESQUEMA 6



CIRCUITO DE ARRANQUE Y PARADA AUTOMATICA DEL GRUPO ELECTROGENO DE 360 KW Y CONEXION AL PANEL ANUNCIADOR REMOTO

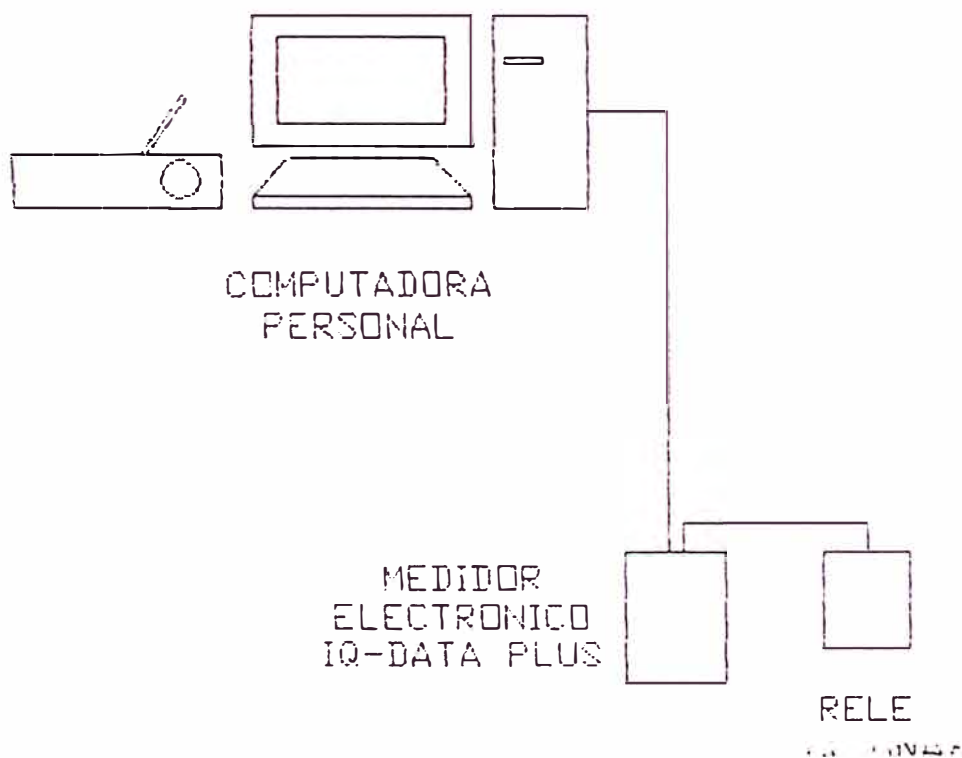
ESQUEMA 7



CONEXION DEL MEDIDOR ELECTRONICO IQ-DATA Plus II  
CON MODULO DE ENERGIA TRIFASICO

ESQUEMA 8

CONFIGURACION DEL SISTEMA IMPACC CON  
UN MEDIDOR ELECTRONICO IQ-DATA PLUS  
Y UN RELE PARA MONITOREO  
DESDE UNA COMPUTADORA PERSONAL



**Tabla 1**

**Niveles de Iluminación**

<b>Ambientes</b>	<b>Nivel Ilum.(lux)</b>	<b>Sistema</b>	<b>Tipo</b>
OFICINAS GENERALES	1000	Directo	General
AUDITORIO/EXPOSICION	150/300	Directo	General
OFICINAS DE GERENCIA	450	Directo	General
SALAS DE VISITA	300	Directo	General
ATENCION AL PUBLICO	500	Directo	General
PASADIZOS	200	Directo	General

**Tabla 2****Flujo Lumínico de Lámparas Convencionales**

<b>Tipo</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Lúmen</b>
Fluoresc. recto luz día	40	2 500
Fluoresc. recto supra luz día	40	2 750
Fluoresc. recto luz blanco frío	36	3 000
Fluoresc. recto luz día	36	2 500
Fluoresc. recto supra luz día	36	2 700
Fuoresc. circular	32	1 500
Fluoresc. Compactos (Ahorradores)	5	250
Fluoresc. Compactos (Ahorradores)	7	400
Fluoresc. Compactos (Ahorradores)	9	600
Fluoresc. Compactos (Ahorradores)	11	900
Incandescente	100	1 700
Incandescente	50	640
Halógena	100	1 650
Halógena	150	2 700
Halógena	200	3 250
Vapor de Mercurio Alta Presión	80	3 800
Vapor de Mercurio Alta Presión	125	6 300
Vapor de Sodio Alta Presión	250	20 000
Vapor de Sodio Alta Presión	400	40 000

**Tabla 3**

**Factores de Reflexión Representativos**

<b>Superficie</b>	<b>% Reflexión</b>
TECHOS	75 - 80
PAREDES	50 - 60
SUPERFICIE MESA DE TRABAJO	35 - 50
SUELOS	15 - 30

**Tabla 4**

**Carga máxima conectada con cordón y enchufe  
a un tomacorriente**

<b>Capacidad nominal del circuito (A)</b>	<b>Capacidad nominal del tomacorriente (A)</b>	<b>Carga máxima (A)</b>
10 o 15	10	8
15 o 20	15	12
20	20	16
25	25	20



**Tabla 5**

**Capacidades nominales de tomacorrientes para diferentes capacidades de los circuitos**

<b>Capacidad nominal del circuito (A)</b>	<b>Capacidad nominal del tomacorriente (A)</b>
10	10
15	10 o 15
20	15 o 20
25	25
35	35
45	35 o 45

**Tabla 6**

Factores de demanda para alimentadores de equipos de cocción eléctricos comerciales incluyendo lavaplatos con calentador, calentadores de agua y otros equipos de cocina

<b>Número de equipos</b>	<b>Factor de demanda %</b>
1	100
2	95
3	85
4	75
5	65
6 a más	60

**Tabla 7****Resumen de los requisitos para circuitos derivados**

<b>Capacidad nominal del circuito (A)</b>	10	15	20	25	35	45
<b>Conductores (sección mínima,mm<sup>2</sup>)</b>						
- del circuito derivado	1,5	2,5	2,5	4	6	10
- de las derivaciones	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5
<b>Protección contra Sobrecorriente (A)</b>	10	15	20	25	35	45
<b>Dispositivos de salida</b>						
- portalámparas permitidos	cualquier tipo			servicio pesado		
- Capac.nom.tomacorriente(A)	10	10 o 15	15 o 20	25	35	35 o 45
<b>Capacidad máxima (A)</b>	10	15	20	25	35	45

**Tabla 8**

**Capacidad de intensidad de corriente (A) permisibles de los conductores de Cobre aislados**

Sección mm <sup>2</sup>	Temp. máx. de operación	
	60 °C TW	75 °C THW
1,5	10	
2,5	18	20
4	25	27
6	35	38
10	46	50
16	62	75
25	80	95
35	100	120
50	125	145
70	150	180
95	180	215
120	210	245
150	240	285
185	275	320
240	320	375
300	355	420
400	430	490
500	490	580

No más de tres conductores en cada tubo.  
A temperatura ambiente de 30 °C.

**Tabla 2**

**Capacidad de intensidad de corriente (A) permisibles de los conductores de Cobre aislados**

Sección mm <sup>2</sup>	Temp. máx. de operación	
	60 °C TW	75 °C THW
1,5	16	
2,5	22	25
4	32	37
6	45	52
10	67	78
16	90	105
25	120	140
35	150	175
50	185	220
70	230	270
95	275	330
120	320	380
150	375	445
185	430	515
240	500	595
300	575	690
400	695	825
500	790	950

Conductor unipolar al aire libre o a la vista  
A temperatura ambiente de 30 °C.

**Tabla 10**

**Factores de Corrección  
más de tres conductores en canalización**

Número de Conductores	Factor de Corrección para Tabla 8
4 a 6	0,80
7 a 24	0,70
25 a 42	0,60
43 a más	0,50

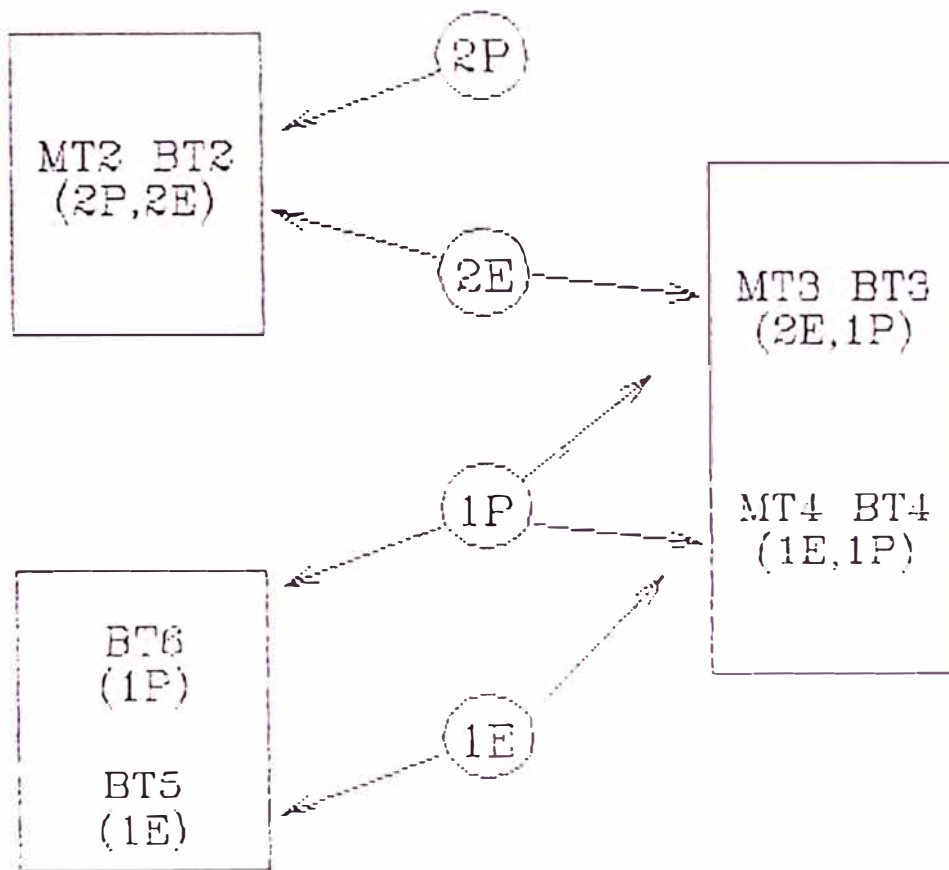
**Tabla 11**

**Factores de Corrección  
por temperatura ambiente superior a 30 °C**

Temp. ambiente °C	Temp. máx. de operación	
	60 °C TW	75 °C THW
31 - 40	0,82	0,88
41 - 45	0,71	0,82
46 - 50	0,58	0,75
51 - 55	0,41	0,67
56 - 60	-	0,58
61 - 70	-	0,35
71 - 75	-	-

**Cuadro 1**

OPCIONES TARIFARIAS Y EL TIPO DE MEDICION





## Cuadro 2

PRECIOS DE LAS OPCIONES DE MEDIA TENSION (MT)  
Precios de Venta de Luz del Sur en Media Tensión (sin I.G.V.)  
MES: MARZO 1996

Opciones en MT	Cargo Fijo S/cliente	De Potencia (S/KW)			De Energ. Activa (cent. S/KWh)			Prec. Med. pot+energ cent S/und	Energia Reactiva cent. S/KVarh
		PP Punta	FP F Punta	Prom. PP+FP	Horas Punta	Horas F Punta	Prom. P+FP		
MT2 (2E2F)	3,67	24,30	6,93		14,47	6,81		2,97	
MT3P (2E1F)	2,49			20,17	14,47	6,81		2,97	
MT3F (2E1P)	2,49			12,53	14,47	6,81		2,97	
MT4P (1E1P)	2,49			20,17			8,70	2,97	
MT4F (1E1P)	2,49			12,53			8,70	2,97	



### Cuadro 4

LIEGO TARIFARIO : MARZO 1996  
 DIST. ELECTRICO: LUZ DEL SUR

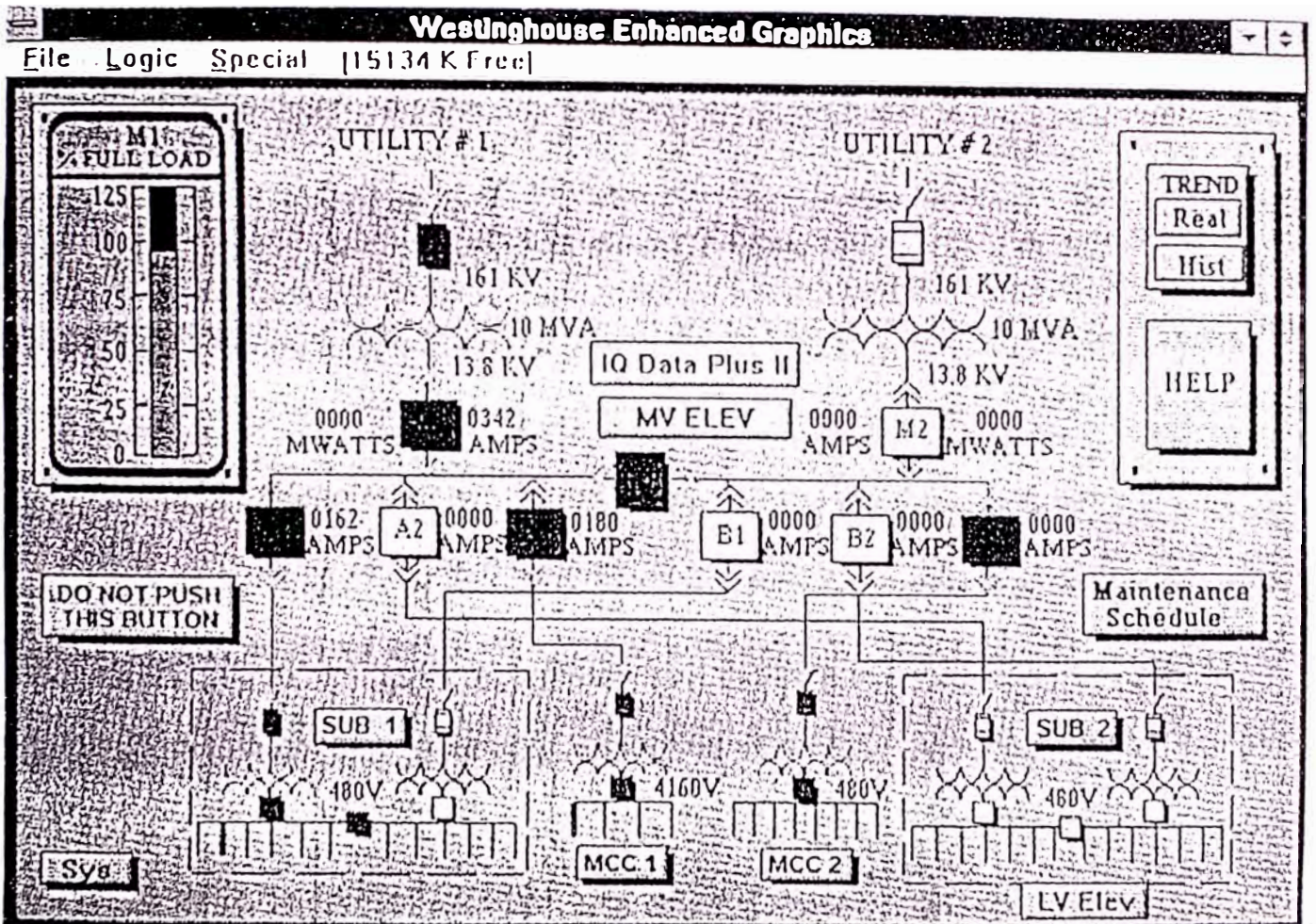
EMPRESA: LDS

TARIFAS PARA SUMINISTROS CON ALIMENTACION A TENSIONES NOMINALES EN MEDIA TENSION		UNIDAD	TARIFA \$/gv
<b>TARIFA MT2: TARIFA HORARIA CON MEDICION DOBLE DE ENERGIA Y CONTRATACION O MEDICION DE DOS POTENCIAS.- 2E2P</b>			
Cargo Fijo mensual		\$/cliente	3,67
Cargo por Energía en punta		Cent \$/kWh	14,47
Cargo por Energía fuera de punta		Cent \$/kWh	6,01
Cargo por potencia contratada o máxima demanda leída en horas de punta		\$/kW-mes	24,30
Cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta		\$/kW-mes	6,93
Cargo por energía reactiva que exceda del 30% del total de la energía activa		Cent \$/kVarh	2,97
<b>TARIFA MT3: TARIFA HORARIA CON MEDICION DOBLE DE ENERGIA Y UNA POTENCIA CONTRATADA.- 2E1P</b>			
Cargo Fijo mensual		\$/cliente	2,49
Cargo por Energía en punta		Cent \$/kWh	14,47
Cargo por Energía fuera de punta		Cent \$/kWh	6,01
Cargo por potencia contratada o máxima demanda leída para clientes:			
Presentes en punta		\$/kW-mes	20,17
Fuera de punta		\$/kW-mes	12,53
Cargo por energía reactiva que exceda del 30% del total de la energía activa		Cent \$/kVarh	2,97
<b>TARIFA MT4: TARIFA CON SIMPLE MEDICION DE ENERGIA Y UNA POTENCIA CONTRATADA.- 1E1P</b>			
Cargo Fijo mensual		\$/cliente	2,49
Cargo por Energía		Cent \$/kWh	6,70
Cargo por potencia contratada o máxima demanda leída para clientes:			
Presentes en punta		\$/kW-mes	20,17
Fuera de punta		\$/kW-mes	12,53
Cargo por energía reactiva que exceda del 30% del total de la energía activa		Cent \$/kVarh	2,97
<b>TARIFAS PARA SUMINISTROS CON ALIMENTACION A TENSIONES NOMINALES EN BAJA TENSION (HASTA 440 VOLTIOS)</b>			
<b>TARIFA BT2: TARIFA HORARIA CON MEDICION DOBLE DE ENERGIA Y CONTRATACION O MEDICION DE DOS POTENCIAS.- 2E2P</b>			
Cargo Fijo mensual		\$/cliente	3,67
Cargo por Energía en punta		Cent \$/kWh	17,36
Cargo por Energía fuera de punta		Cent \$/kWh	6,17
Cargo por potencia contratada o máxima demanda leída en horas de punta		\$/kW-mes	51,26
Cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta		\$/kW-mes	21,64
Cargo por energía reactiva que exceda del 30% del total de la energía activa		Cent \$/kVarh	2,97
<b>TARIFA BT3: TARIFA HORARIA CON MEDICION DOBLE DE ENERGIA Y UNA POTENCIA CONTRATADA.- 2E1P</b>			
Cargo Fijo mensual		\$/cliente	2,49
Cargo por Energía en punta		Cent \$/kWh	17,36
Cargo por Energía fuera de punta		Cent \$/kWh	6,17
Cargo por potencia contratada o máxima demanda leída para clientes:			
Presentes en punta		\$/kW-mes	48,76
Fuera de punta		\$/kW-mes	31,68
Cargo por energía reactiva que exceda del 30% del total de la energía activa		Cent \$/kVarh	2,97
<b>TARIFA BT4: TARIFA CON SIMPLE MEDICION DE ENERGIA Y UNA POTENCIA CONTRATADA.- 1E1P</b>			
Cargo Fijo mensual		\$/cliente	2,49
Cargo por Energía		Cent \$/kWh	10,44
Cargo por potencia contratada o máxima demanda leída para clientes:			
Presentes en punta		\$/kW-mes	48,76
Fuera de punta		\$/kW-mes	31,68
Alumbrado público		\$/kW-mes	55,12
Cargo por energía reactiva que exceda del 30% del total de la energía activa		Cent \$/kVarh	2,97
<b>TARIFA BT5: TARIFA CON SIMPLE MEDICION DE ENERGIA</b>			
Cargo Fijo mensual		\$/cliente	1,42
Cargo por Energía		Cent \$/kWh	24,22



## FLUJO DE POTENCIA EN TIEMPO REAL

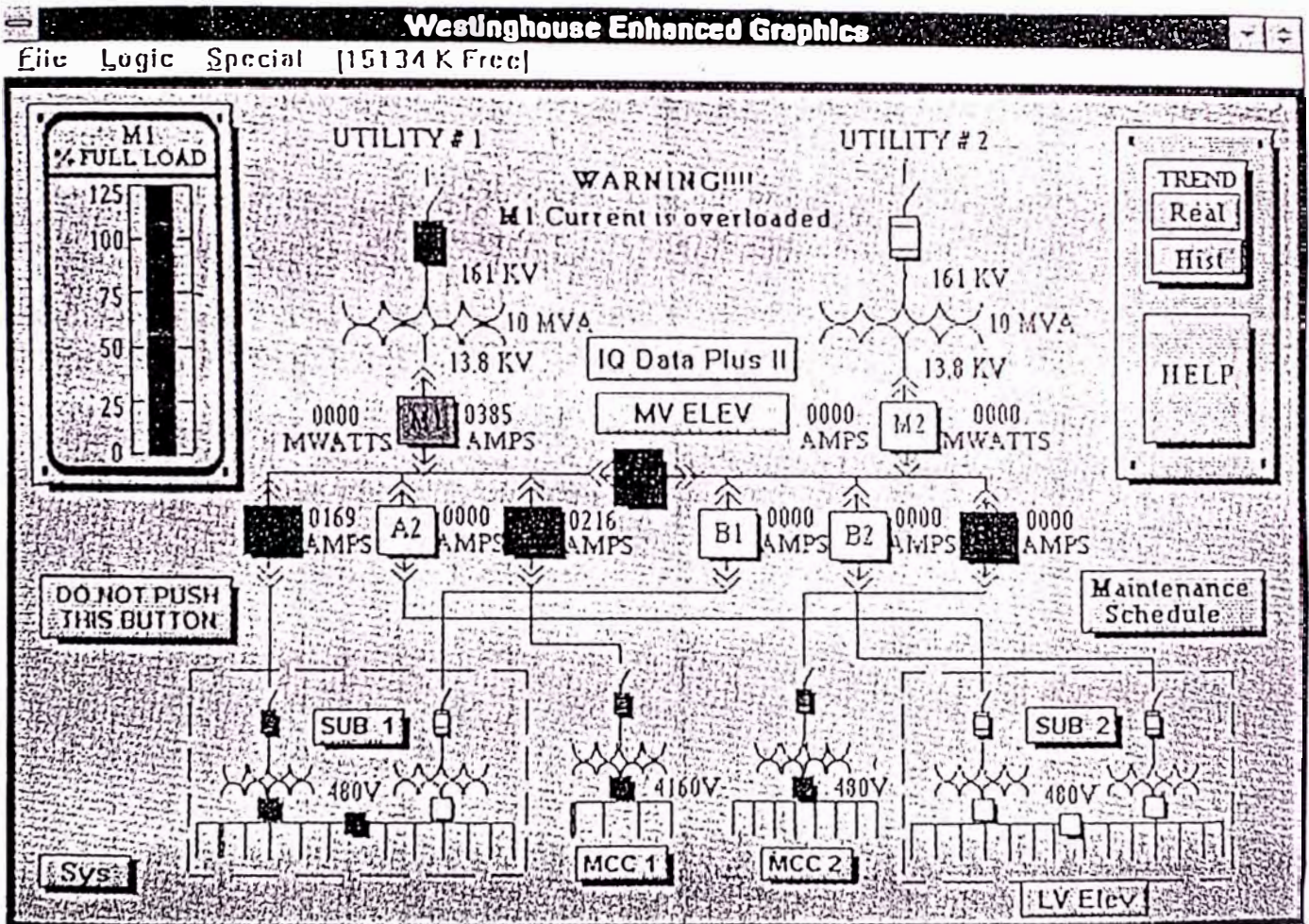
Inmediata información sobre el flujo de potencia, en el sistema eléctrico.





## ALARMA POR SOBRECARGA

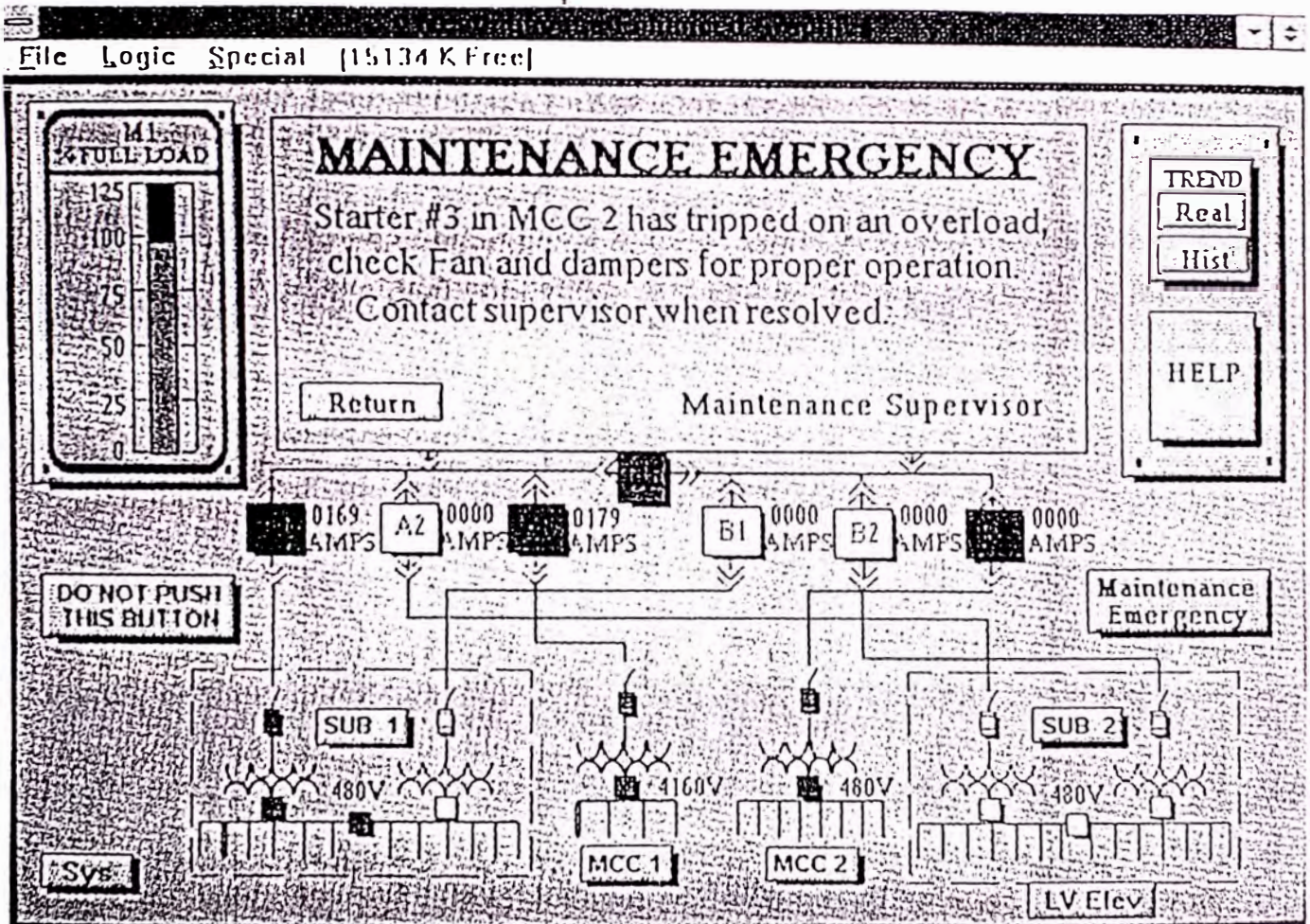
Indica, por alarma y por mensaje en la pantalla, que existe un equipo que esta sobrecargado, para tomar las acciones y evitar que el sistema salga fuera de servicio.





## ALARMA POR MANTENIMIENTO DE EMERGENCIA

Indica, por alarma y por mensaje en la pantalla, el equipo que ha disparado para chequear el tipo de falla antes de reponer el servicio eléctrico.

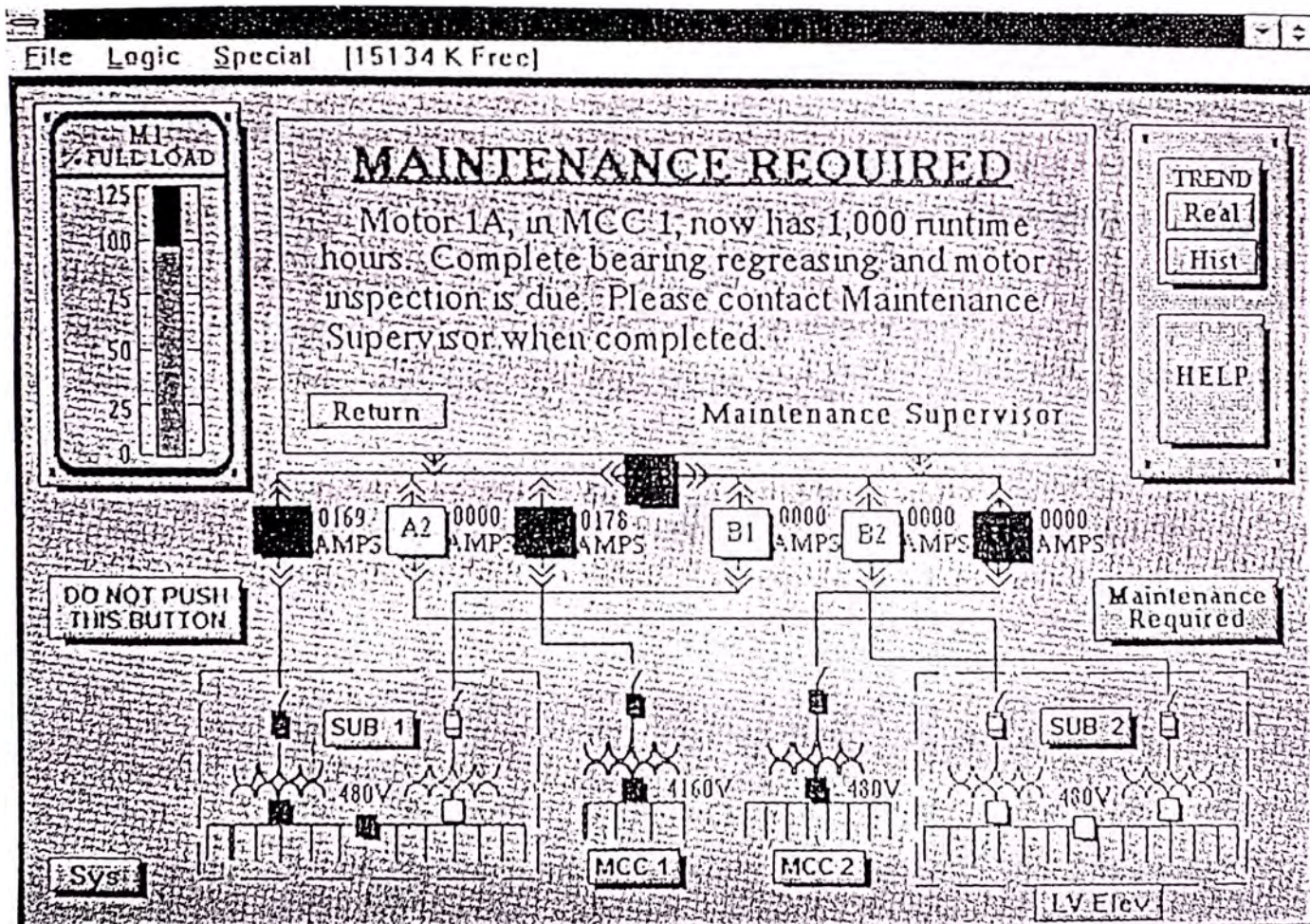




## ALARMA POR MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Indica, por alarma y por mensaje en la pantalla, el equipo que necesita ser intervenido por mantenimiento programado.

Este aviso lo realiza de acuerdo a un programa establecido de mantenimiento, tomando en cuenta las horas reales de funcionamiento.











## HOJA DE REGISTRO HISTORICO DE DATOS

Cada cierto período de tiempo, en este caso cada diez minutos, se van almacenando automáticamente los datos del sistema.

Microsoft Excel

File Edit Formula Format Data Options Macro Window Help

Normal

G1 Time

SPB-DT.XLS

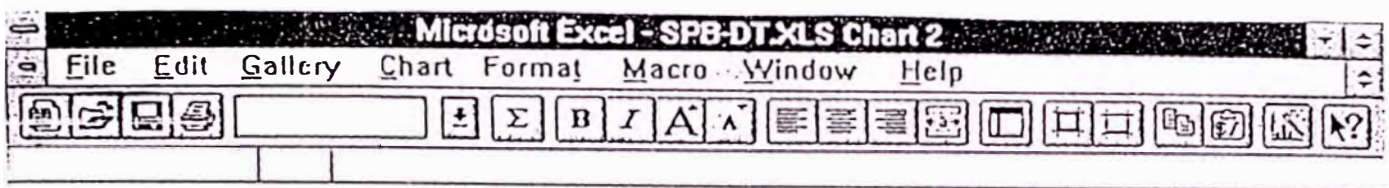
	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Type	Status	Time	I(A)	I(B)	I(C)	PkDMD	kWhrs	kWatts
2	DT	CLOSED	13:00:00	814	818	818	0.15	0.11	0.1
3	DT	CLOSED	13:10:00	816	820	820	0.15	0.12	0.1
4	DT	CLOSED	13:20:00	932	937	937	0.15	0.12	0.14
5	DT	CLOSED	13:30:00	687	693	693	0.15	0.14	0.07
6	DT	CLOSED	13:40:00	439	443	443	0.15	0.14	0.02
7	DT	CLOSED	13:50:00	926	933	933	0.15	0.14	0.14
8	DT	CLOSED	14:00:00	322	325	325	0.15	0.14	0.01
9	DT	CLOSED	14:10:00	513	517	517	0.15	0.14	0.03
10	DT	CLOSED	14:20:00	712	716	716	0.15	0.14	0.08
11	DT	CLOSED	14:30:00	1170	1176	1176	0.15	0.15	0.23
12	IODP	CLOSED	NORM				0.08	0.65	0.08
13	IODP	CLOSED	NORM				0.08	0.65	0.08
14	IODP	CLOSED	NORM				0.08	0.66	0.09
15	IODP	CLOSED	NORM				0.09	0.67	0.06
16	IODP	CLOSED	NORM				0.09	0.67	0.04
17	IODP	CLOSED	NORM				0.09	0.67	0.09
18	IODP	CLOSED	NORM				0.09	0.67	0.03
19	IODP	CLOSED	NORM				0.09	0.67	0.05

Ready NUM

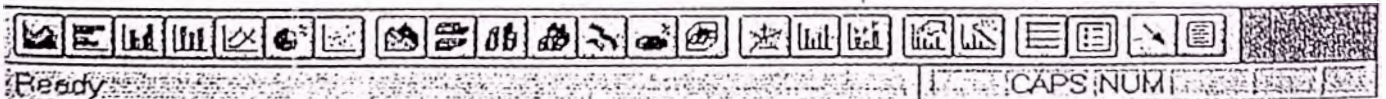
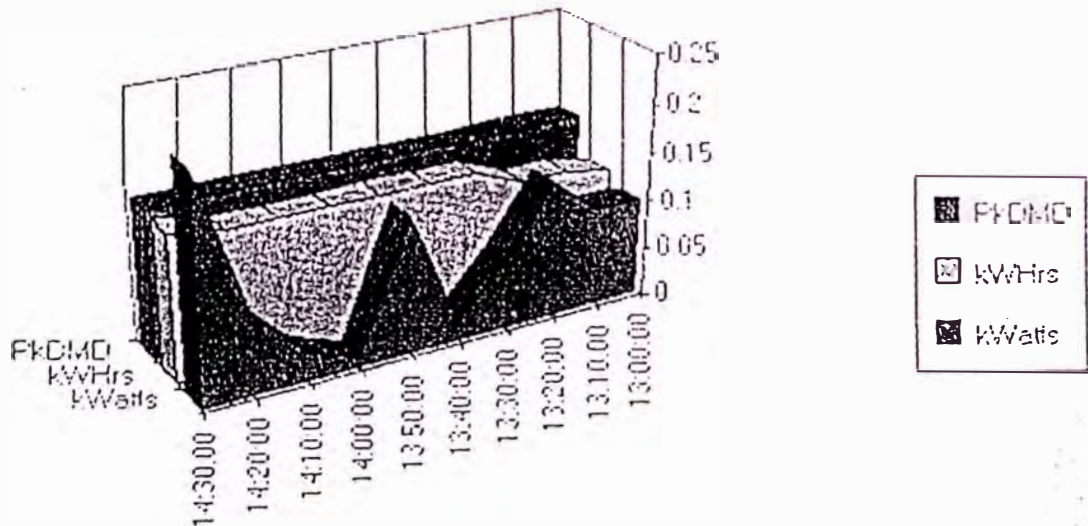


## MODO GRAFICO DE REGISTRO DE DATOS

A partir de la hoja de registro anterior, el Sistema IMPACC crea el modo de presentación gráfica, en la que se puede observar las tendencias de los consumos del sistema.



480 V SWGR ENERGY PROFILE



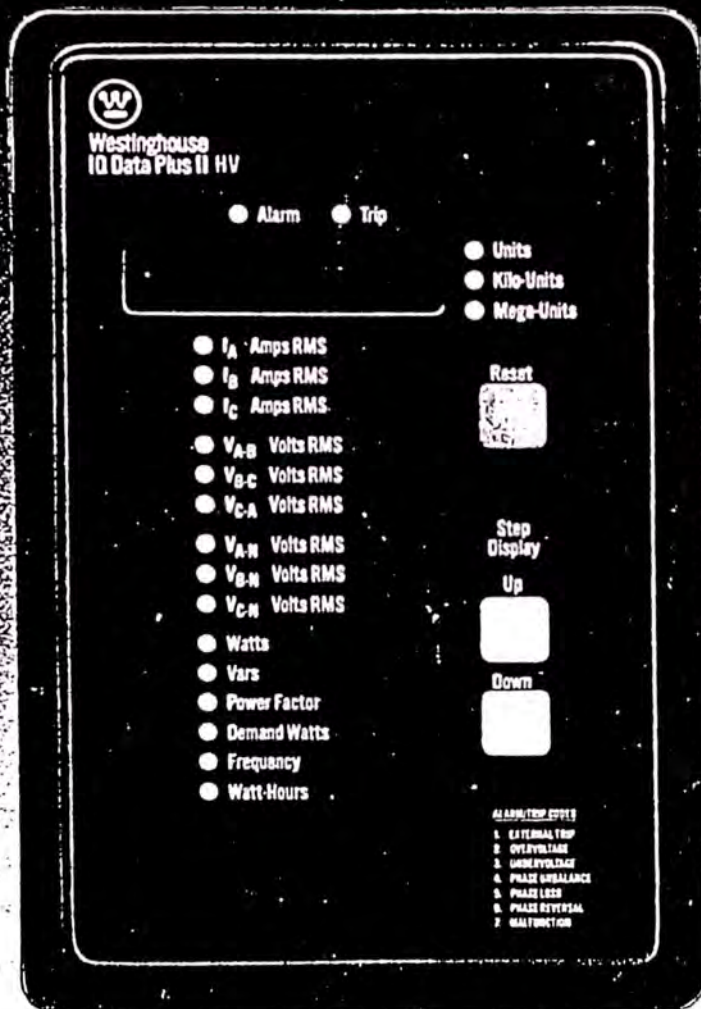


Westinghouse Electric Corporation  
Distribution and Control Business Unit  
Electrical Components Division  
Pittsburgh, Pennsylvania, U.S.A. 15220

Ordering Information  
E170  
Page 1

1990  
Information  
Model: E, D, C/8100A, 8200A

IQ Data Plus II HV







**"IQ Data Plus II" HV The Ultimate In Monitoring**

The IQ Data Plus II HV is a microprocessor based monitoring and protective device that provides complete electrical metering and system voltage protection. The IQ Data Plus II HV is designed specifically for high voltage applications (12kV-240kV). In one compact, standard package, the IQ Data Plus II HV provides an alternative to individually mounted and wired ammeters, voltmeters, ammeter and voltmeter switches, wattmeters, wattmeter switches, wattmeters, wattmeter switches, wattmeters, wattmeter switches, wattmeters, wattmeter switches, and more.

**Direct Reading Metered Values**

- AC Ampere Phase A 1% Accuracy
- Phase B
- Phase C
- AC Voltage Phase A-Neutral 1% Accuracy
- Phase B-C Phase B-Neutral
- Phase C-A Phase C-Neutral
- Watts 2% Accuracy
- Vars 2% Accuracy
- Power Factor 4% Accuracy
- Frequency 0.5% Accuracy
- Watt Demand 2% Accuracy
- Watt Hours 2% Accuracy

**General Specifications**

**Style Numbers**

2D78544G01 With 3-Phase power module  
2D78544G02 With Single-phase power supply module

List Price (both models) **\$1975**

Device's Power Requirement 10 VA  
3-Phase PT Burden 0.003 VA  
C.T. Burden 0.003 VA

Frequency 50/60 Hz

**Line Characteristics**

- Nominal Line  $\pm 20\%$
- Will continue to operate in event of a phase loss

Operating Temperature 0° to 70°C  
(32° to 158°F)

Storage Temperature -20° to 85°C  
(-4° to 185°F)

Humidity 0 to 95% R.H.  
noncondensing

Fuses (Supplied with the unit)  
(3 required) 3/4 ampere, 600 volts  
Buss type KTK-R-3/4

Trip/Alarm/WH Contact Ratings  
10 amperes @ 120/240 VAC (Resistive)  
10 amperes @ 30 VDC (Resistive)

Weight 6.5 lbs

**Input Ranges -**

- Current Transformers - 100/5 through 5000/5
- Potential Transformers - Inputs from 12KV to 240KV
- CT & PT ratios field settable with DIP switches - refer to "Rear View"

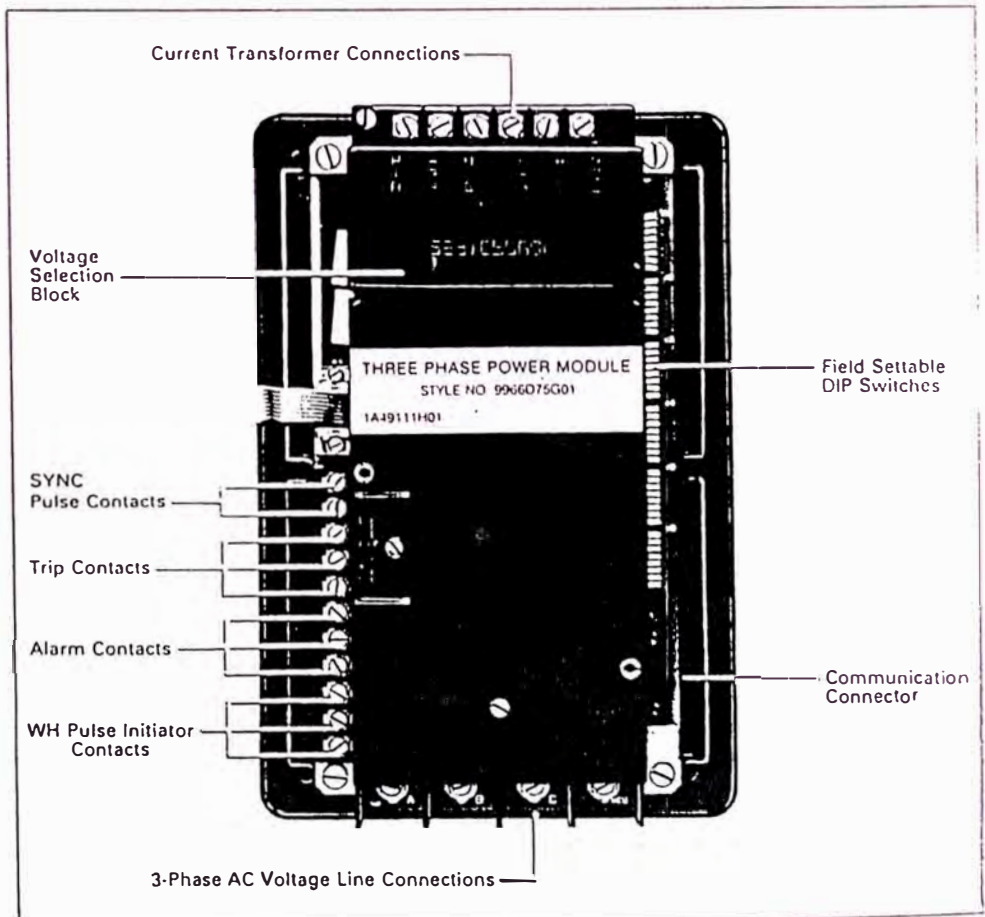
**Additional Features**

- Pulse Initiation on watt-hour pulse as programmed by the user at certain KWH or MWH rates.
- A sync pulse contact for the demand window provides for synchronizing time with the utility. (Rated 24 VDC)
- Auto ranging of units. (units, kilounits, megaunits)
- Alternate power factor calculation. (for unbalanced and nonsinusoidal waveforms.)
- Simple electrical connections (Same as a Wattmeter)
- 50/60 Cycle
- 3 Wire or 4 Wire Systems
- Door mounted (4.5 inches depth)
- Self protected from fault
- Updated data every 1.5 seconds
- Optional communication port for two wire connection to Westinghouse INCOM network

**Customer Benefits**

- Space savings in structure - Replaces Ammeter, Voltmeter, Selector Switches, Wattmeter, etc.
- Standardization of design - One door mounted device
- User friendly - Field settable DIP switches
- Order simplification - 2 style numbers, relating only to power supply. Do not need to stock different face plates for different CT and PT ratios.
- One model (Style 2D78544G01) comes equipped with a three-phase power module. This unit derives power from the line being monitored
- Second model (Style 2D78544G02) is packaged with a separate source (single phase) power supply module. This unit requires 120 or 240 VAC control power.
- A 36-inch extension cable (style 7871A40G02) can be obtained for mounting power module separately from unit
- Reductions in shop wiring - Only CT & PT (current transformers, potential transformers) hook up required to a single device. No separate potential source required.
- Protection relaying included - Can be programmed active or inactive.
- Energy Management - Watts, Power Factor, Watt Demand and Vars

Rear View (2D78544G01)





- Interface capability to computer network for data collection, storage and/or print-out via INCOM – The Westinghouse two-wire local area network
- Membrane faceplate designed and tested to perform in a harsh industrial environment (NEMA 3R, 12)
- Retains preset parameters through power failure with use of field settable DIP switches (no batteries).
- Nonvolatile memory for storage of readings at time of trip.
- Separate Alarm and Trip relay outputs
- UL recognized
- CSA certified
- ANSI C37.90

**Field Settable Protection Functions With Trip And/OR Alarm Outputs**

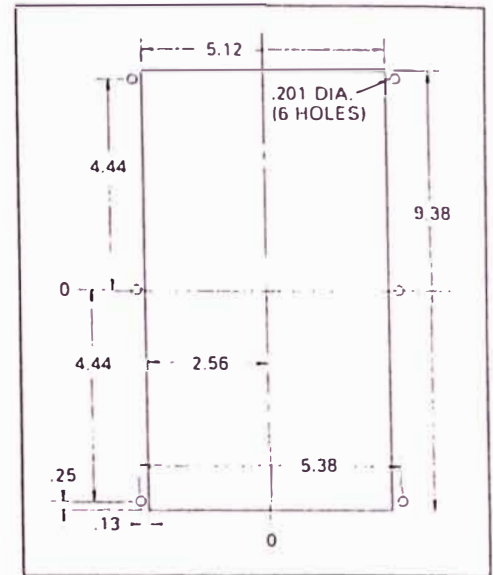
- Phase Loss (Voltage or Current)
- Phase Unbalance (Voltage)ⓐ
- Phase Reversal (Voltage)
- Overvoltageⓐ
- Undervoltageⓐ

ⓐ Percent trip level and trip time interval is field settable.  
 ⓑ Updates itself 2 sec. all other protection functions 1 sec.

**Description Of Protection Functions**

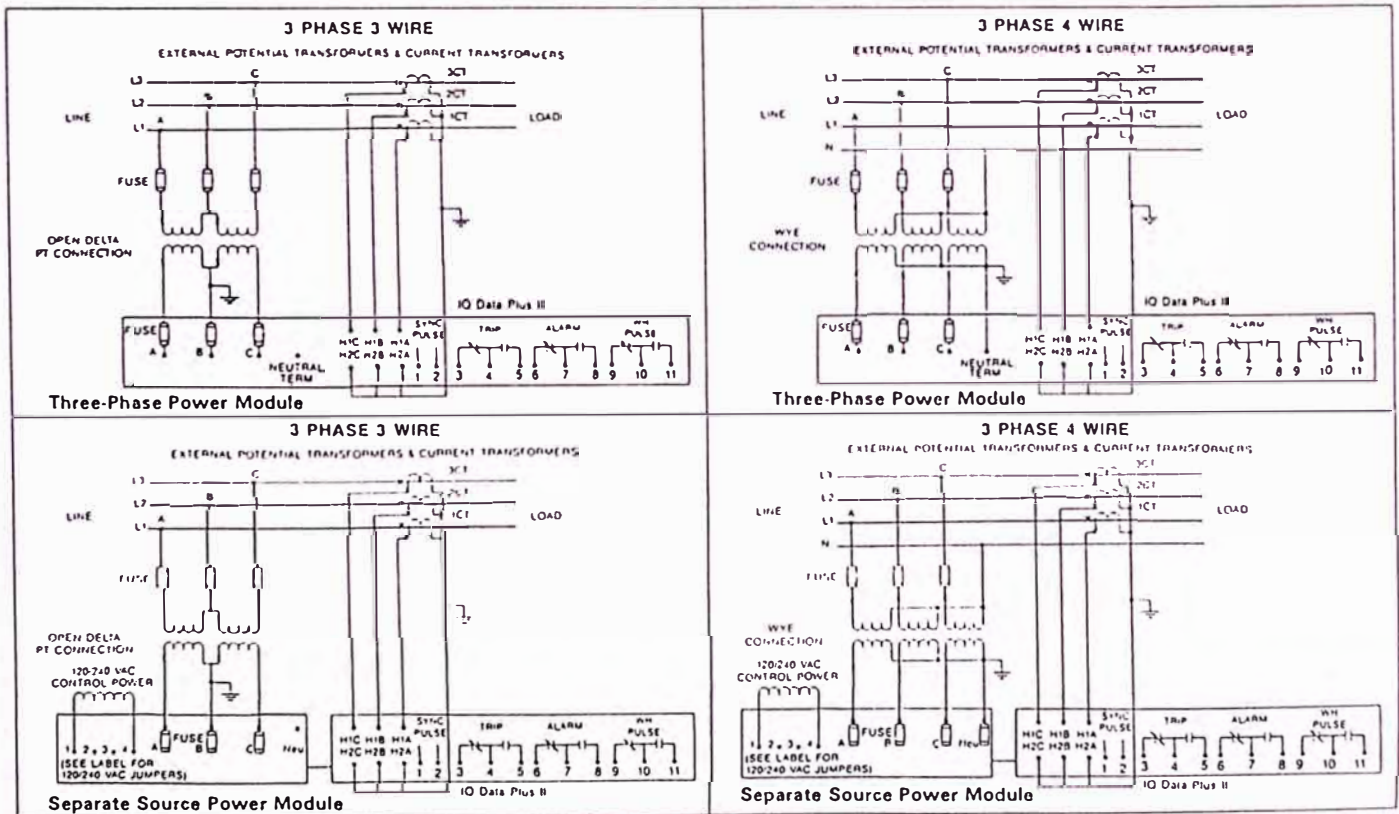
- Phase Loss** Voltage – Phase loss occurs if less than 50% of nominal line voltage is detected.  
 ⓐCurrent – Phase loss occurs if smallest phase current is less than 1/16 of the largest phase current.
- Phase Unbalance** Occurs if the maximum deviation between any two phases exceeds the amount of unbalance as a percent of nominal line voltage preset by DIP switches. Range: 5 to 40% (5% increments)
- Phase Reversal** Occurs if any two phases become reversed for more than one second.
- Over Voltage** DIP switch setting of percent of nominal line volts. Range: 105 to 140% (5% increments)
- Under Voltage** DIP switch setting of percent of nominal line volts. Range: 95% to 60% (5% increments)
- Delay** Allows existence of over-voltage, undervoltage, or voltage unbalance before an alarm or trip occurs. Range: 0-8 sec. (1 sec. increment).

**Drilling Pattern**



For additional pricing, see Price List 8174  
 For additional metering, see:  
 IQ Data Plus II (Descriptive Bulletin 8170)  
 IQ Data (Descriptive Bulletin 8171)  
 IQ Generator (Descriptive Bulletin 8172)

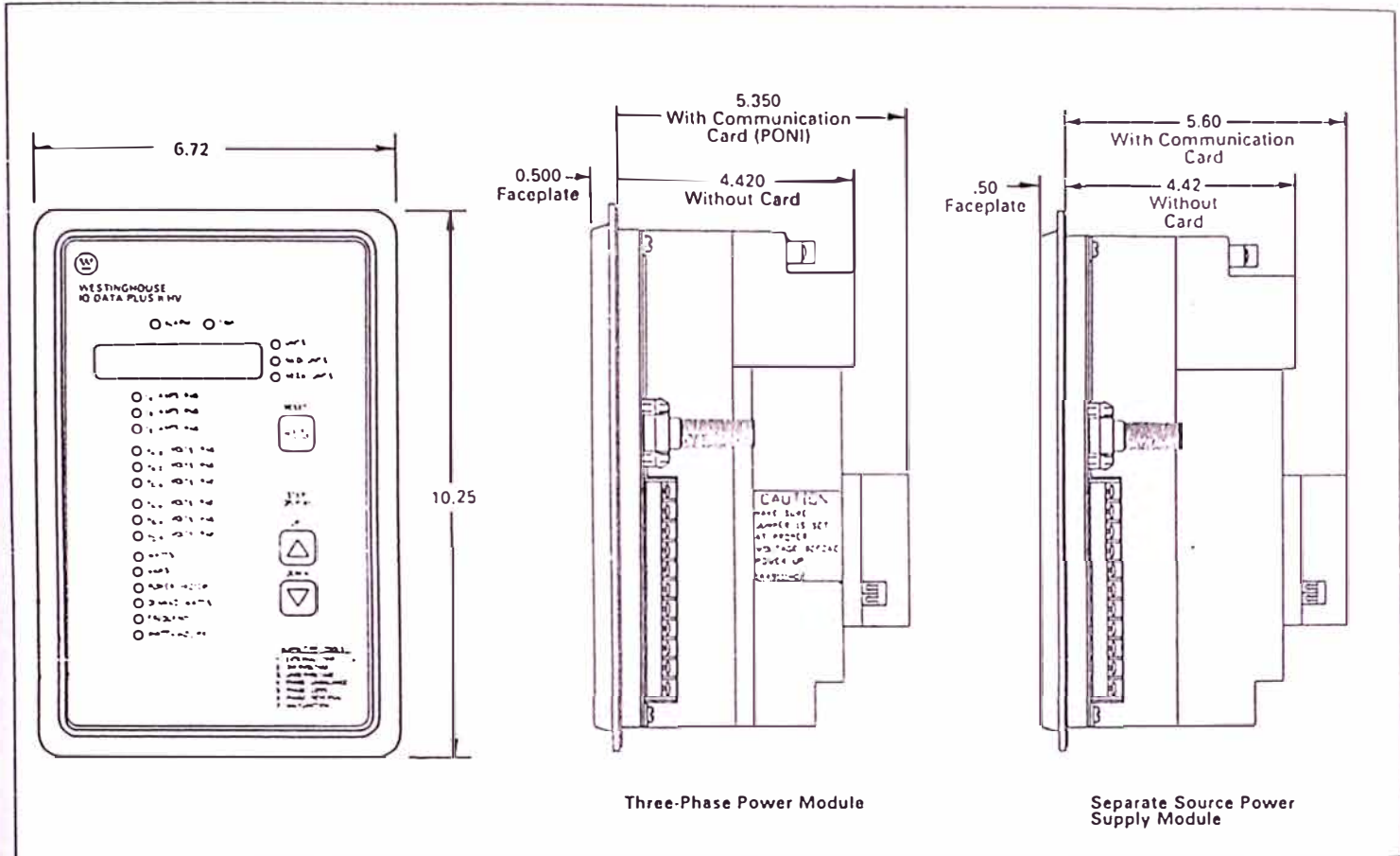
**Field Wiring Connections**







Dimensions (In inches)



Other members of the Westinghouse IQ family: IQ-1000, IQ Data Plus II, IQ Data, IQ Generator, Assemblies Electronics Monitor, and Device Panel.

Westinghouse Electric Corporation  
Distribution and Control Business Unit  
Electrical Components Division  
Pittsburgh, Pennsylvania, U.S.A. 15220





Cutler-Hammer  
 Westinghouse &  
 Cutler-Hammer Products  
 Five Parkway Center  
 Pittsburgh, Pennsylvania, U.S.A. 15220

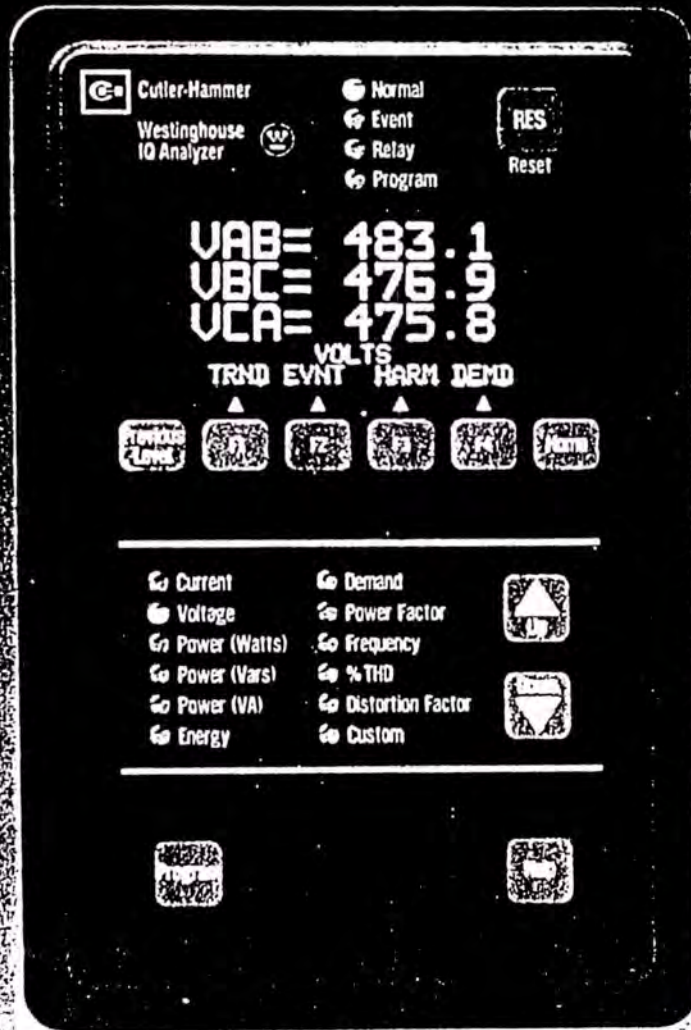
Descriptive Bulletin

8179

Page 1

January 1995  
 For more information  
 write to: E. D. C/8100A, 8200A

# Westinghouse IQ Analyzer







**IQ Analyzer-Comprehensive Electrical Distribution Monitoring**



The IQ Analyzer is a complete solution for users who want to monitor all aspects of their electrical distribution system. Based on input from customers and consultants, it provides extensive metering, power quality analysis, remote input monitoring, control relaying, analog input/outputs and communications capability.

Its high performance metering complies with the rigid ANSI C12.16 Class 10 accuracy specification for revenue meters, provides quality true rms readings through the 50th harmonic, accurately measures nonsinusoidal wave forms up to a 3.0 crest factor, and displays even and odd multiples of the fundamental current and voltage through the 50th harmonic. Both magnitude and phase angle of the harmonics are displayed.

The unique operator interface, which includes a gas plasma display, easy to use *Meter Menu* screens and detailed *Analysis* screens, is designed to allow a wealth of real time and recorded information to be accessed easily by an operator. All programming can be accomplished through the faceplate or the communications port. The on-line Help feature provides useful information on device operation, programming and troubleshooting.

**Accuracy**

Currents and Voltages	± 0.20%
Power, Energy, and Demand	± 0.40%
Frequency	± 0.40%
Power Factor	± 0.80%
Accuracy maintained from 3-300% of full scale and from -0.50 to 1.00 to 0.50 power factor.	

**IQ Analyzer Highlights**

**A Wealth of Information**

The IQ Analyzer displays the most comprehensive list of metered parameters in its class. The dot matrix, gas plasma display provides the flexibility of exhibiting large characters with high visibility and small characters for detailed descriptions. Multiple parameters (e.g., currents of phases A, B and C) are displayed simultaneously for more thorough real-time monitoring. *Custom* screens can even be configured to view a grouping of parameters (e.g., volts, Amps and power factor) for convenience or to concurrently observe their relationships as conditions change.

**Easy to Use**

The IQ Analyzer's *Meter Menu* makes commonly viewed parameters easy to access and understand. For additional information, the *Analysis* screens provide comprehensive data on harmonic distortion, current and power demands, trending and events/alarms. The IQ Analyzer even has a *HELP* button to assist in programming, troubleshooting and operating the device.

**Extensive Harmonic Distortion Analysis**

Current and voltage distortion data are displayed at the device and accessible through the communications port. This includes %THD, K-Factor, Crest Factor, CBEMA factor, and both magnitudes and phase angles of all harmonics through the 50th. A snapshot sample of this information may be activated by user commands, discrete inputs or programmable thresholds to capture distortion data during conditions of real interest. To help eliminate nuisance alarms, harmonic distortion information can be captured and relay outputs activated when THD exceeds a programmable percentage of fundamental or a programmable magnitude (e.g., amperes) threshold.

**Disturbance Information**

With the communications option and our IMPACC Series III and Wave Form Display software, a *Wave Form Analysis* will construct wave forms of up to 56 cycles of all currents and voltages (including neutral and ground) to help troubleshoot undervoltage/sag and overvoltage/swell conditions. By programming a reset threshold, the duration of the voltage disturbance can also be indicated.

**High Accuracy**

Advanced electronic circuitry enables the IQ Analyzer to comply with the rigid ANSI C12.16 Class 10 accuracy standard for revenue meters. In addition, accuracy is maintained in applications with high distortion levels, including systems exhibiting a 3.0 Crest Factor and harmonics up to the 50th multiple of the fundamental.

**Extensive I/O and Communications Capability**

One analog and three digital inputs are provided to interface with sensors and transducers. Three analog output and four relay contacts are furnished to share data with PLCs and control systems and to actuate alarms and control relays. Terminals are captive clamp type and finger safe. With the communications option, the device can be remotely monitored, controlled and programmed.

**Minimal Installed Cost and Space**

The functionality of dozens of meters, relays and recorders is provided in less than 7 in. by 11 in. of panel space (the same cutout as other IQ products). The *Flange* option also enables mounting on assembly doors which do not allow enough clearance for most other meters. External pts are required only above 600 Vac. The device is fully programmable from the faceplate; a PC/PLC investment is not required to program the device.

**Flexible Power Supply Options**

Two different styles of the Analyzer are available. The first is catalog number IQA (Style #2D82302G01), which is powered from the three-phase line it monitors. The second catalog number IQAS (Style #2D82302G02), will accept separate source, single-phase 120/240 Vac control power.

**Displayed Information**

The IQ Analyzer is designed to provide a comprehensive array of metered parameters, while at the same time making this information easy to use by any operator.

The IQ Analyzer provides easy access to the most commonly viewed parameters through its LED indicator *Meter Menu*. More detailed information on alarm data, historical values, harmonic profiles and peak demands is accessible through its function key driven *Analysis* screens.

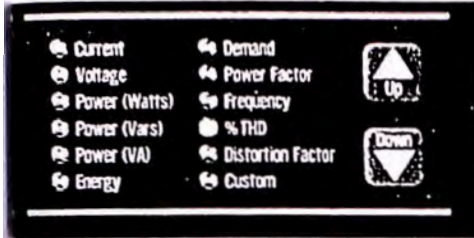
**Displayed Information Features**

- All information accessible through communications port via IMPACC
- Quality true rms readings through 50th harmonic
- Complies with ANSI C12.16 Class 10 revenue metering specification for accuracy
- Accurate readings for nonsinusoidal wave forms with up to 3.0 crest factor
- Screens display auto ranging units, kilo units, mega units as needed
- 10-Digit energy readings
- Displays multiple parameters at the same time
- Programmable Custom Screens

① For definition of power quality terms, see page 3.



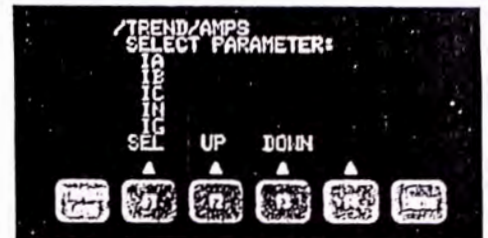
Meter Menu Screens



Meter Menu and Examples of Meter Menu



Examples of Custom Screens



Example of Trend Analysis Screens

The IQ Analyzer allows a user to view commonly used parameters by scrolling through its LED indicator Meter Menu.

Meter Menu Displayed Information

- Current - Phases A, B, C, Average
  - Neutral
  - Ground (Separate ct)
- Voltage - Phases A-B, B-C, C-A, Average
  - Phases A-N, B-N, C-N, Average
  - Neutral-Ground
- Power - Real (watts)
  - Reactive (vars)
  - Apparent (VA)
  - Phases A, B, C, and system
- Energy (Forward, Reverse and Net)
  - Real (kWh)
  - Reactive (kvarh)
  - Apparent (kVAh)—no reverse or net
- Frequency, time and date
- Demand - System current (Amps)
  - Systems real power (kW)
  - System reactive power (kvar)
  - System apparent power (kVA)
- Power Factor (Phases A, B, C, System)
  - Displacement
  - Apparent
- %THD Current - Phases A, B, C, N
- %THD Voltage - Phases A-B, B-C, C-A
  - Phases A-N, B-N, C-N
- K-Factor
- CBEMA Derating Factor (Displayed as "Z")
- Crest Factor
- Discrete Input and Output Status
- Analog Input Reading
- Custom - User may program two screens to show any combination of seven Meter Menu parameters per screen.

Analysis Screens



Operator About to Access the Trend Analysis Screens

The Analysis screens provide detailed information on trends, recorded events/alarms, harmonic distortion and peak demands of current and power. Pressing the appropriate function key accesses the Trend Analysis, Event Analysis, Harmonic Analysis and Demand Analysis screens.

Trend Analysis Screens

The F1 function key accesses the Trend Analysis Screens. These consist of time and date stamped minimum and maximum values for the following parameters:

Minimum and Maximum Values:

- Current - Phases A, B, C, N, G
- Voltage - Phases A-B, B-C, C-A
  - Phases A-N, B-N, C-N, N-G
- Power - Real (watts)
  - Reactive (vars)
  - Apparent (VA)
  - Phases A, B, C and System
- Power Factor - Apparent (3-Phase and System)
  - Displacement (3-Phase and System)

- Frequency
- THD - Current (Phases A, B, C, N)
  - Voltage (Phases A-B, B-C, C-A, A-N, B-N, C-N)

All minimum/maximum values may be reset via reset pushbutton on faceplate, discrete input or communications command. Values are updated at least once every 16 line cycles.

Definition of Power Quality Terms

Displacement Power Factor

- A ratio of fundamental (60 Hz) real power to apparent power.
- = Fundamental (60 Hz) watts to VA.

Apparent Power Factor

- A ratio of total real power (including harmonic component) to reactive power.
- = Total rms watts to vars.

K-Factor

- A derating factor which is related to the sum of the squares of harmonic currents times the squares of their harmonic numbers (multiples of the fundamental).

CBEMA Factor

- A transformer harmonic derating factor (THDF) defined as a pure sine wave's crest factor (1.4141) divided by the measured crest factor.

Crest Factor

- Ratio of peak current to rms current.

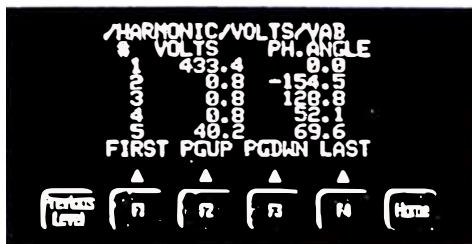
• One second resolution at the device; 10 msec resolution through software.







Harmonic Analysis Screens



Examples of Harmonic Analysis Screens

The F3 function key accesses the Harmonic Analysis screens. Two cycles of data sampled at 128 samples/cycle are simultaneously recorded for:

- Current - Phases A, B, C, N, G
- Voltage - Phases A-B, B-C, C-A  
- Phases A-N, B-N, C-N

Magnitudes (or % of fundamental) of odd and even multiples of the fundamental from 2nd - 50th are displayed. The phase angle associated with each multiple of the fundamental is also displayed.

Event/Alarm Analysis Screens



Examples of Event Analysis Screens

Pressing the F2 function key accesses the Event Analysis screens. These display the following data for up to ten event/alarm conditions:

- Description, date, and time of event/alarm
- Current, voltages, power readings, demand readings, frequency and %THD at time of event/alarm
- Current and voltage distortion information available on Harmonic Analysis screens.

Event data is stored in non-volatile memory. If a reset threshold is programmed, the duration of the event (e.g., undervoltage) is also displayed. With the IMPACC communications option and Series III software, wave forms and harmonic profiles may be displayed on a PC.

Event Conditions

Events may be triggered by up to seven of the following 40 conditions:

Voltage Disturbances

- 1-2: Undervoltage/sag-any  $V_{LL}$ ,  $V_{LN}$  (50-100%) 2
- 3-4: Overvoltage/swell-any  $V_{LL}$ ,  $V_{LN}$  (100-150%)

If no time delay is programmed, any disturbance lasting 2 cycles (less if magnitude is sufficient to effect RMS readings) will trigger a voltage disturbance event/alarm.

Maximum Threshold Exceeded

- 5-14: %THD (2-1000) or Magnitude of THD;
  - Current - Phases A, B, C, N
  - Voltage - Phases A-B, B-C, C-A, A-N, B-N, C-N

- 15-21: Demand
  - Current-Phases A, B, C,  $I_{avg}$
  - System Power-watts, vars, VA

- 22: Voltage - Neutral to Ground

- 23-24: Current - Neutral or Ground

Minimum or Maximum Threshold Exceeded

- 25-27: Current - Phases A, B, C
- 28-30: System Power - watts, vars, VA

- 31: Frequency

- 32-33: System Power Factor (displacement or apparent)

Voltage Phase Unbalance

- 34-35: Voltage L-L, L-N

Current Phase Unbalance

- 36: Current-Phases A, B, C

Discrete Input Energized

- 37-39: Input 1, 2, 3

IMPACC Communication

- 40: Remote command through communications port or front panel

All trigger conditions have programmable time delays from 0.1 to 60 seconds in 0.1 second increments (except Voltage Disturbances-programmable from 2 - 3600 cycles in 2-cycle increments, and IMPACC command-no programmable delay).

Demand Analysis Screens



Examples of Demand Analysis Screens

The F4 function key accesses the Demand Analysis screens. Demand window are programmable from 1 to 60 minutes; power demands may be updated at 1 - 60 minute subintervals (sliding windows).

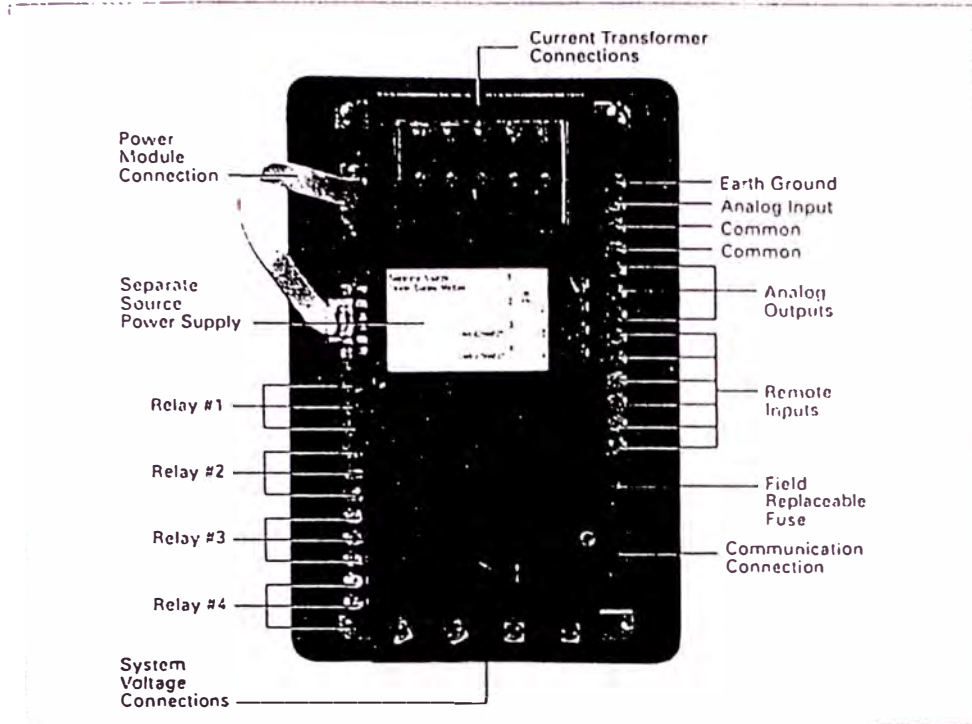
Peak Demands are date and time stamped for:

- Current Phases A, B, C, average
- System Power - Real (watts)  
- Reactive (vars)  
- Apparent (VA)

① One second resolution at the device; 10 msec resolution through software.  
② 60% minimum for self-powered unit.



## Input/Output Capabilities



IQ Analyzer Rear View (Separate Source Power Supply Shown)

Extensive input/output capability is standard on the IQ Analyzer. In addition to monitoring three-phase currents and voltages, separate inputs are provided for both ground and neutral currents. Voltage of neutral-to-ground is also monitored to indicate the presence of harmonics and potential downstream grounding problems. Analog and digital I/O provide interfaces for transducers, relays, PLCs and control systems.

### Current Inputs

Five ampere secondary ct connections for:

- Phases A, B, C
- Ground
- Neutral
- Separate ground and neutral ct inputs. Ct range 5:5 to 10,000:5 (any integer)

### Voltage Inputs

- Phases A, B, C (from 120 Vac - 500 kVac)
- 120/240 Vac control power input standard—not required with optional line power module
- Separate ground-to-neutral voltage reference.
- Pt range 120:120 to 500,000:120 (any integer)

External 120-Volt secondary Pts are required above 600 Vac, optional from 120-600 Vac.

### Discrete Contact Inputs

Three dry contact discrete inputs may be programmed by the user to:

- Trigger Event Analysis—the information described in "Event Analysis Screens," including Harmonic Analysis information, can be recorded when external devices trip or change state by wiring their auxiliary contacts into these inputs.
- Act as a synch-pulse input to synchronize power demand windows with utility provided synch. pulse.
- Actuate a relay output
- Reset relay output, peak demands, Trend Analysis records and Event Analysis records.
- With communications option, provide remote status indication on IMPACC network.

Status of input contacts is displayed in the Meter Menu Custom screen.

### Relay Output Contacts

Four Form-C (NO/NC) relay contacts may be independently programmed to:

- Act as a kWh, kVarh or kVAh pulse initiator output.
- Actuate on one or more event conditions—including discrete input and IMPACC command (through communications port).

Each Relay may be set for Auto or Manual Reset with 0-30 minute release delay (one second increments). Relays are Form-C NO/NC. Relay(s) programmed to actuate on undervoltage also have a programmable 0-30 minute delay on power-up for transfer applications.

### Analog Input and Outputs

One analog input and three analog outputs may be configured as 0-20 or 4-20 mA. The analog input is displayed at the device as a percentage and is accessible through the communications port. The analog input provides an interface with gas flow meters, temperature transducers or other analog devices.

The analog outputs may be programmed to reflect any of the following:

- Current - Phases A, B, C, Average, N, G
- Voltage - L-L, L-N, N-G
- Power - Real (watts)
  - Reactive (vars)
  - Apparent (VA)
  - Phases A, B, C and system
- Demand - Current (Phases A, B, C, Average, N, G)
  - Power (watts, vars, VA) of system
- %THD - Current (Phases A, B, C, N)
  - Voltage (L-L, L-N)
- Frequency - System

## Other Faceplate Features

### Status LEDs



Four LEDs at the top of the faceplate provide a quick snapshot of the IQ Analyzer's status:

- Normal - Pulsing green LED indicating power to the unit and that the device is operating properly.
- Event - Red LED indicating an Event has occurred and data is available in the Event Analysis screens for review.



- › Relay - Red LED indicating one or more of the four Form-C relays has changed from its normal operating state.
- › Program - Red LED indicating program mode has been selected and program screens are on the display. This LED also lights up if program settings are downloading through the communications port.

**Resetting the IQ Analyzer-Reset Pushbutton**

Pressing the Reset Pushbutton prompts the password protected Reset Display Screen, allowing an operator to:

- › Reset Relay Outputs
- › Reset Peak Demands
- › Reset Minimum/Maximum Values
- › Reset Event Analysis Records

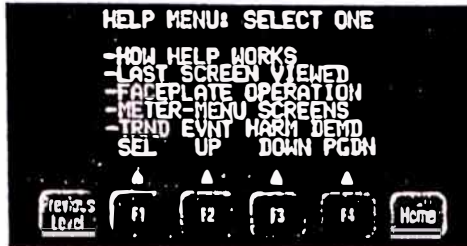
Resets may also be programmed to operate through a discrete input contact(s) and the communications port.

**Program Pushbutton**



The IQ Analyzer may be completely programmed via the Program pushbutton on the faceplate. To facilitate programming, settings are organized by category and selected by the F1 - F4 function keys. Programming is password protected and may also be accomplished through the communications port.

**On-Line Help Feature**



**Examples of Help Screens**

Pressing the IQ Analyzer's Help pushbutton allows a user to view Help screens on:

- › Faceplate Operation
- › Programming
- › Meter Menu Screens
- › Technical Support
- › Trend, Harmonic, Event and Demand Analysis Screens
- › Resetting

**IMPACC Communications Option**

IMPACC-Integrated Monitoring Protection and Control Communications-is a noise immune communications system that cost effectively and easily gathers information from metering, protection and control devices. IMPACC provides the capability to control devices and read, log and trend information over a single twisted pair of wire. IMPACC may be installed in new gear or retrofitted into existing equipment.

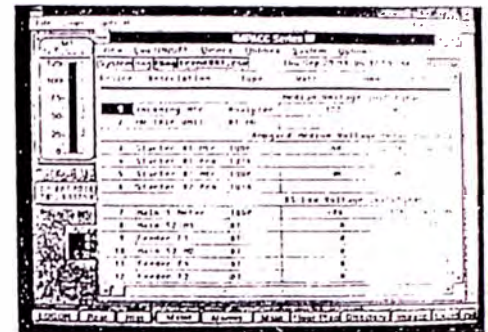
A variety of IMPACC compatible products can be added to all levels of a commercial or industrial electrical distribution system-from high-voltage substations down to switchboards, panelboards and even individual breakers and motor starters. The back page lists the IMPACC compatible devices presently available.

Adding the communications option to the IQ Analyzer allows it to be remotely monitored, controlled and programmed. Communications is achieved by mounting a small, addressable communications module-the "PONI" card-to the back of the unit.

**Functions Available Through Communications:**

- › Monitoring and trending of displayed values and device status
- › Initiating a harmonic analysis and retrieving wave form display information
- › Retrieving event information, including wave form display information at time of event
- › Programming the device

**Series III and Enhanced Graphics**



Examples of Series III and Enhanced Graphics Screens on PC

**Series III**

Series III software provides monitoring and recording of power distribution system data as it is occurring. Series III is a Microsoft Windows-compatible application that features user-friendly, menu-driven screens with easy set-up and operation. Other features include:

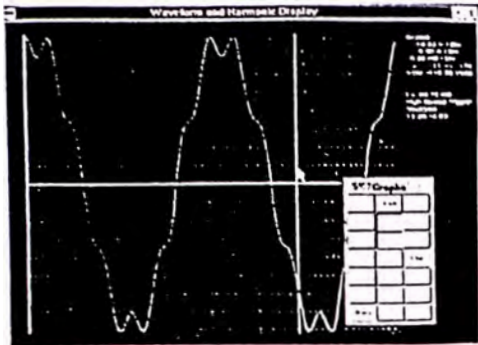
- › System/device alarm logging and reporting
- › Time/event historical data logging
- › Data trending
- › Information storage and retrieval by device event
- › Hardware diagnostics
- › Dedicated computer not required
- › Security/password protection

Series III version 6.40 and higher support the IQ Analyzer.





### Series III Wave Form Display Software and Harmonic Profile Screens

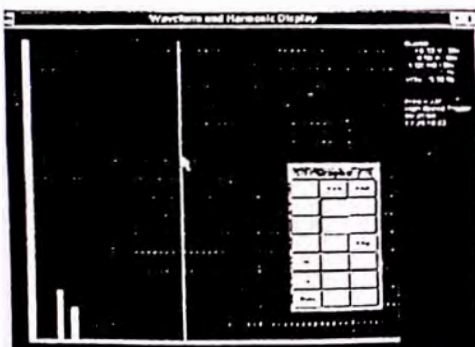


Example of Wave Form Display Screen

When an Event/Alarm occurs (see "Event Analysis" description) or when given an IMPACC command, the IQ Analyzer *simultaneously* records *eight* cycles of all currents and voltages:

- › Current - Phases A, B, C, N, G
- › Voltage - Phases L-L  
- Phases L-N

These eight cycle wave forms may be viewed on Series III Wave Form Display software. Six cycles are sampled at 32 samples/cycle; two of them undergo high-speed sampling (128 samples/cycle) for THD, K Factor, CBEMA derating and Crest Factor readings. This high-speed sampling is also used to construct the Harmonic Profile screens to graphically display the relative magnitudes of the multiples of the fundamental frequency (for both current and voltage) as shown below.



Example of Harmonic Profile

### Analyzing Voltage Disturbances With Series III

The Wave Form Display screens display 8 line cycles of voltage and current information. Since the Analyzer is continually monitoring and storing this data, the wave form display can show information up to six cycles prior to sensing a disturbance. If programmed to do so, a disturbance of up to 56 line cycles may be chained together on the Wave Form Display screens. The duration of the disturbance is also indicated.

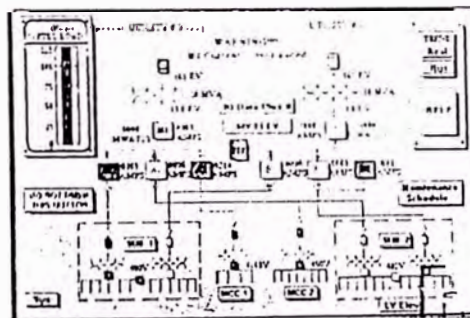
Since current and voltage sampling is done at the same time, the current and voltage wave forms for a given phase may be simultaneously displayed. Doing so can indicate the direction of the voltage disturbance.



Example of Simultaneous Current and Voltage Displayed on Wave Form Analysis Screen

### Enhanced Graphics

Enhanced Graphics software provides the capability to generate custom animated color graphics. For example, animated one line drawings of electrical power distribution systems, flow diagrams of processes, equipment elevation views, and other graphical representations may be developed.



Example of Enhanced Graphics Screen

### IMPACC Connectivity

IMPACC makes communications easier by providing a wide range of interfaces to other vendors that make the centralization of power distribution information possible. An IMPACC System can easily be linked to building management systems, programmable logic controllers, and distributed control systems. This provides the capability to move data between and across different levels within an installation.

Interfaces have been developed with several vendors including Wonderware, Johnson Controls, Honeywell, Allen-Bradley, Bailey, Expert Edge, Fisher-Provox, Siemens, Foxboro, Iconics, Intellution, and Modicon.

IMPACC connectivity provides for maximum flexibility, meaning computers and PLCs can communicate with each other; or multiple computers in various locations communicating with each other.

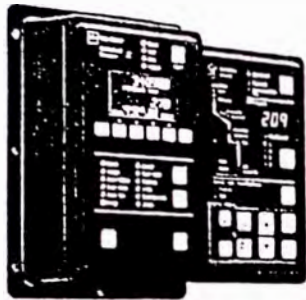
Information from Series III can be exchanged via DDE with other Windows™ based programs such as Excel, Word, or any other DDE-compatible program. For higher performance, information can be shared via NET BIOS which connects Series III to Ethernet, Arcnet, or any other compatible network.



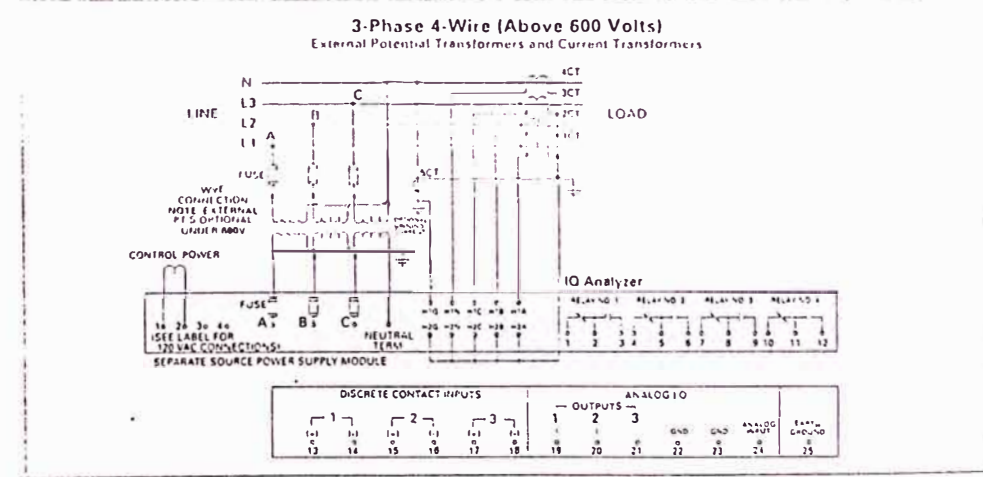
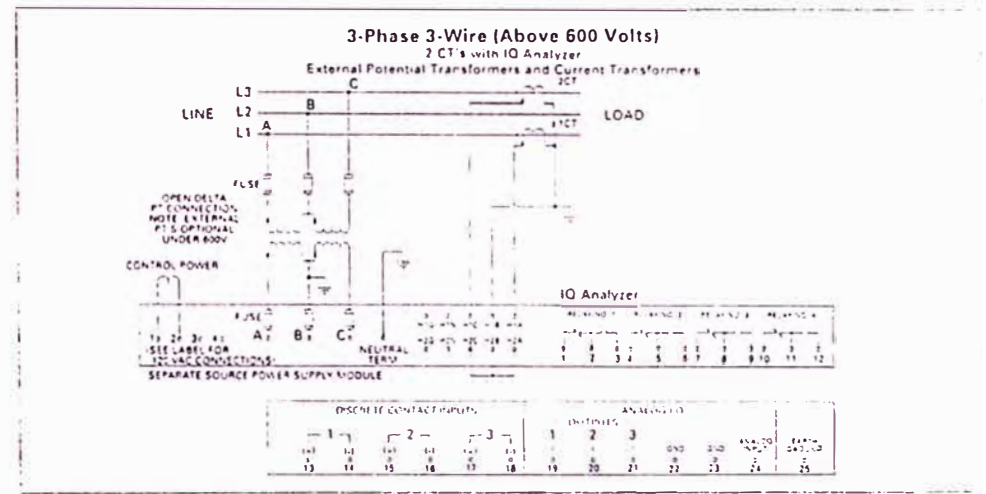
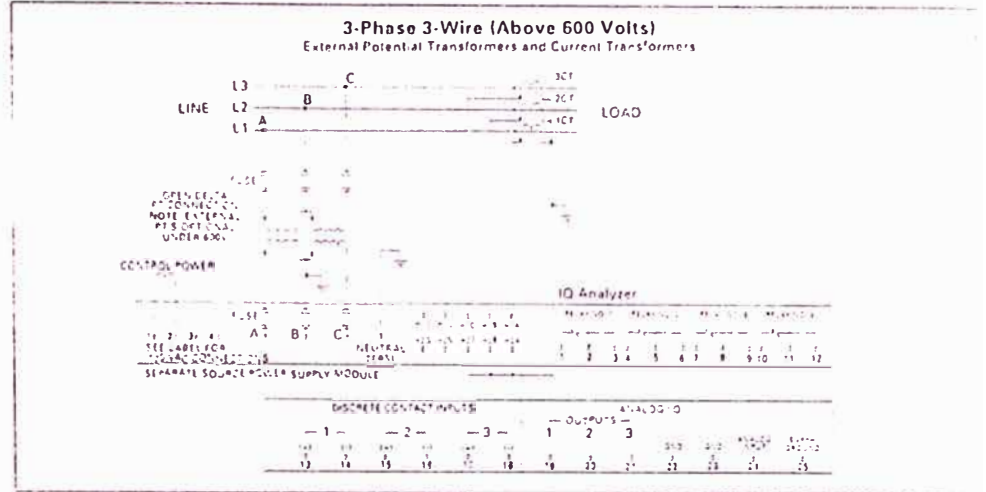
Retrofit Applications

**IQ Analyzer Flange Option**

For applications where extra door mounting space is required, a flange-mounting unit is available. The IQ Flange provides an extra 2.5 inches of clearance for the device.

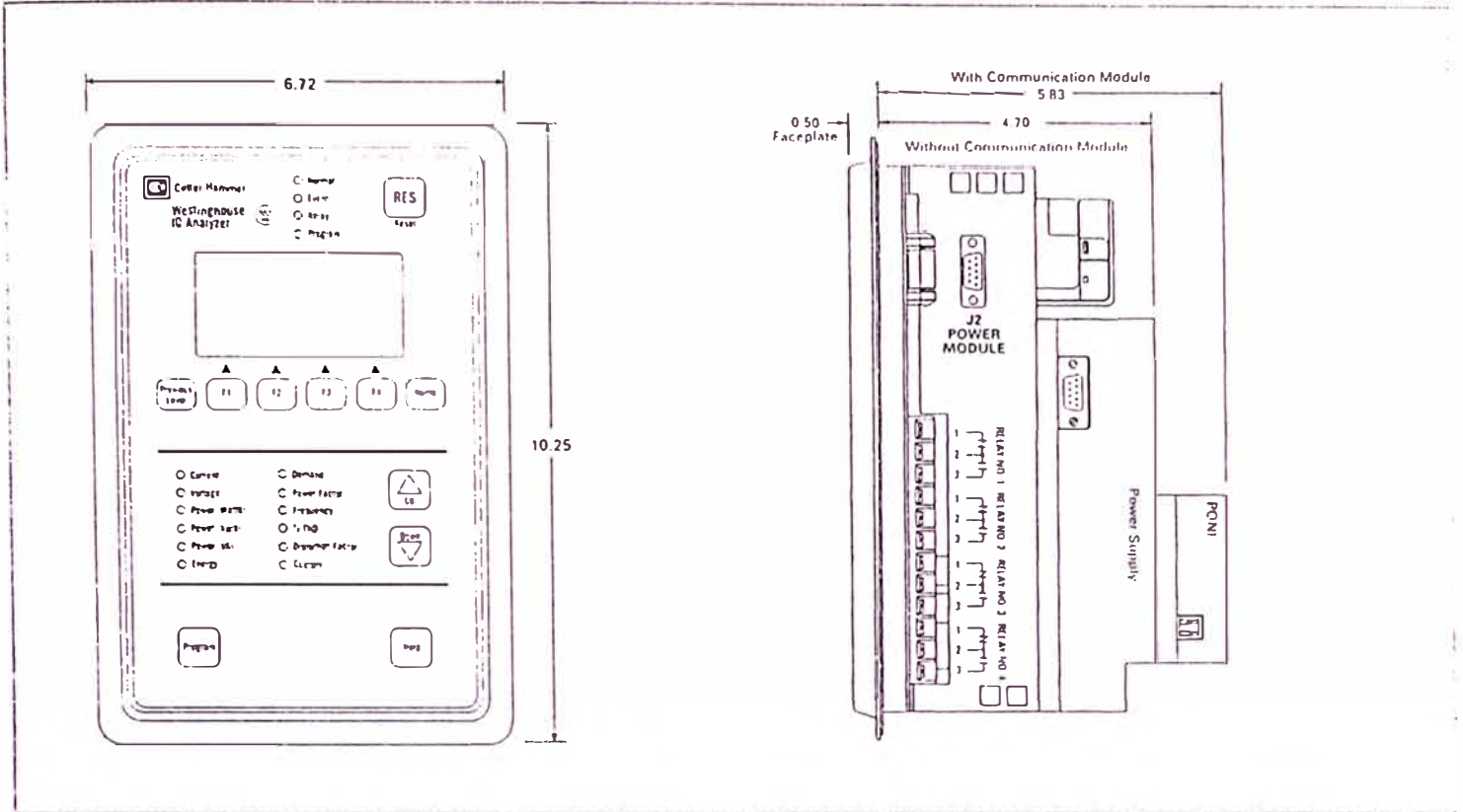


**Field Wiring Connections – Separate Source Power Supply Shown Here**  
 (For Three-Phase Power Supply, No Separate Control Power is Required)

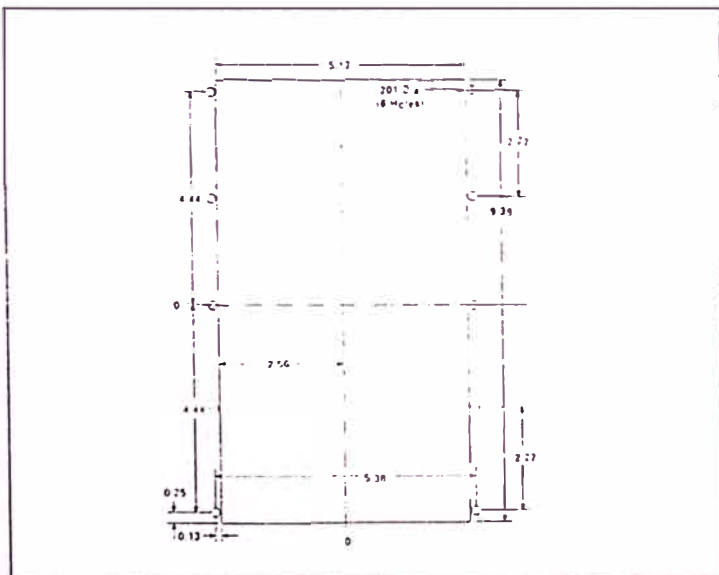




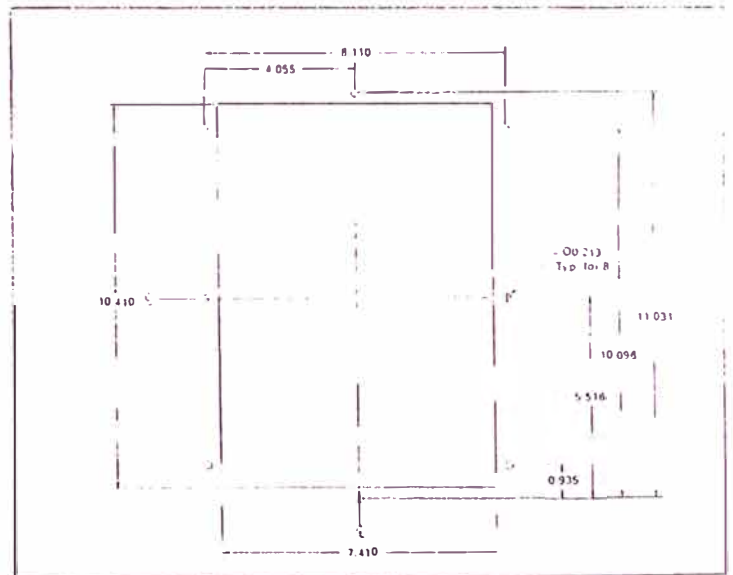
### Dimensions and Cutout



### Drilling Pattern



### Drilling Pattern for Flange Mounting







## Typical Specifications

### IQ Analyzer

1. Where indicated on the drawings provide a digital line Meter Analyzer and Protection (MA&P) device equal to Cutler-Hammer type Westinghouse IQ Analyzer having the features and functions specified below.
2. The MA&P shall provide direct reading metered or calculated values of the items listed below and shall auto range between Units, Kilo-units, and Mega-units for all metered values. The device shall be capable of displaying multiple parameters at once, including two user configurable custom screens displaying any seven of the parameters listed. Indicator LED shall always remain active to display device status for safety and troubleshooting purposes. Time, date, software version and network address shall also be displayed. Accuracy indicated below to be of read or calculated values.
  - a. AC Current (amperes) in A, B, and C phases, 3-Phase Average, Neutral (N) and Ground (G). Accuracy  $\pm 0.2\%$  (provide neutral and ground current transformer).
  - b. AC Voltage (volts) for A-B, B-C and C-A, Phase Average, A-N, B-N and C-N, Average Phase to N, and N to G. Accuracy  $\pm 0.2\%$ .
  - c. Real Power (watts), Reactive Power (vars), Apparent Power (VA) for each phase and system. Accuracy  $\pm 0.4\%$ .
  - d. Real Energy (Whr), Reactive Energy (varhr), Apparent Energy (VAhr) for each phase and system. Accuracy  $\pm 0.4\%$ . Forward/Reverse/Net indication shall be provided.
  - e. Frequency (Hz). Accuracy  $\pm 0.4\%$ .
  - f. Demand values for System Current (amperes), System Real Power (watts), System Reactive Power (vars) and System Apparent Power (VA).
  - g. Power Factor both Displacement (60-cycle fundamental watts to VA) and Apparent (total watts to total vars including harmonics for A, B and C phases and system). Accuracy  $\pm 0.8\%$ .
  - h. Current Percent Total Harmonic Distortion (THD) in A, B and C phases, and N.
  - i. Voltage percent THD in A-B, B-C, and C-A phases, and A-N, B-N, C-N.
  - j. K-Factor.
3. The MA&P shall provide the following advanced analysis features:
  - a. Trend Analysis Screens displaying the minimum and maximum values for each metered value, with all parameters time stamped to 1-second resolution.
  - b. Demand Analysis screens displaying current (phases A, B, C and Average) and power (system real, reactive, and apparent, present demand and peak demands). Peak demands shall display time and date stamped to within 1-second resolution. Demand Window Selection for metered demand values shall be selectable either as:
    1. A user selectable fixed window (programmable from 1 to 60 minutes).
    2. Sliding window method with programmable 1- to 60-minute subintervals, for power (kW, kvar, kVA) demand only.
    3. Initiated from a synch pulse for power (kW, kvar, kVA) demand only.
    4. Communication signal initiated from a Cutler-Hammer type Westinghouse IMPACC network master computer.
  - c. Harmonic Analysis Screens shall be capable of being function key triggered to capture a high-speed wave form of two (2) cycles of data sampled at 128 samples per cycle, simultaneously recording current in A, B and C phases, N, and G as well as all voltages A-B, B-C, and C-A phases, A-N, B-N and C-N. Data captured shall include the magnitude or % of the fundamental and the direction of harmonic source (phase angle) for all odd and even multiples of fundamentals from 2nd through the 50th.
  - d. Event Analysis Screens shall display data recorded for up to ten event conditions. The initiation level of the declaration of an event condition shall be field programmable for all measured parameters. For each event a description of the event, date, and time of event (1-second resolution) shall be displayed. In addition, a capture shall be made of all metered values available and current and voltage distortion information harmonic.
  - e. The MA&P shall be capable of transmitting all data at time of the event via communications to a personal computer for creating and displaying wave forms.
4. The MA&P shall be capable of receiving the following inputs:
  - a. Instrument transformers: Input ranges of the MA&P shall accommodate external current transformers with ranges from 10,000/5 through 5/5 amperes. Provide external current transformers for each phase, neutral and ground circuit with rating as indicated on the drawing or sized for incoming service or associated feeder. Potential transformers shall be self-included and fused for up to 600 volts with potential connections suitable for 3-phase 120-volt, 208/220/240-volt, 380/416-volt, 460/575-volt. Above 600 volts, provide fused external potential transformers for up to 500 kV.
  - b. Control Power: The MA&P control power shall be capable of being supplied from the monitored incoming AC line without the need for a separate AC control circuit unless a separate 120- or 240-volt source is indicated on the drawings.
  - c. Dry Contacts: Three (3) dry discrete input contacts shall be furnished which may be programmed by the user to perform any of the following functions. The status of the input contacts shall be locally displayable and accessible through the communications port.
    1. Trigger an Event Analysis including Harmonic Analysis information for display on the device and information for Wave Form Analysis and display at a personal computer.
    2. Act as a synchronizing pulse input to synchronize demand windows with a utility provided synchronizing pulse.
    3. Reset a relay output, peak demand, Minimum/Maximum or Event Analysis records.
5. Furnish Relay Output Contacts with four Form-C (NO/NC) relay output contacts which shall be capable of being independently programmed for the following functions:
  - f. Event Condition Levels shall be capable of being triggered when the programmed threshold is exceeded. All triggers shall have programmable time delays from 0.1 to 60 seconds except voltage disturbance which shall be programmable from 2 to 3600 cycles.



- a. Act as a kWhr, kVarhr, or kVArhr pulse initiator output.
  - b. Actuate on one or more Event Conditions, including discrete input signal.
6. Furnish one 0 to 20 mA or 4 to 20 mA analog input and three 0-20 mA or 4 to 20 mA outputs. The input values shall be capable of being displayed on the device as a percentage and shall also be accessible throughout the communications port. Each analog output shall be programmable to reflect a phase current, voltage, power, demand, %THD or system frequency.
7. The device shall be fully programmable from the faceplate, including alarm relay and power quality (e.g., harmonic distortion) settings. Programming shall be password protected.
8. Provide or make provisions for an addressable communication card capable of transmitting all data, remotely controlling and programming the MA&P over a compatible two-wire local area network to a central personal computer for storage, analysis, display and printout. The network shall also be capable of transmitting data in RS232c format via a translator module. The following minimum functions shall be available through communications at the personal computer with appropriate Windows-based software:
- a. Monitoring and trending of all locally displayed values and device status.
  - b. Initiating an Event.
  - c. Retrieving Event information.
  - d. Retrieving Harmonic Analysis/Wave Form Analysis information including construction of the Harmonic Profile to graphically display simultaneously the relative magnitudes of the multiples of the fundamental frequency for both current and voltage of a given phase.
  - e. Retrieving Harmonic Wave Form Analysis information for display of eight-cycle wave shapes of all simultaneously recorded current (phases A, B, C, N, and G) and voltage L-L and N-G.
  - f. Programming device configuration and setpoints.
  - g. Synchronizing device clocks to within 30 mseconds (for demand windows and time stamping).

### Product Specifications

#### Fuses

(Supplied with the unit) 3/4 ampere, 600 volts Buss Type KTK-R-3/4 (3 required)

#### Environmental Conditions

Operating Temperature: -20° to 70° C  
Storage Temperature: -30° to 85° C  
Operating Humidity: 0 to 95%

Relative Humidity  
Device Weight: 4.7 lbs w/o Power Module

#### Current Input (Each Channel)

Current Range: 0-40 Amps AC  
Nominal Full

Scale Current: 5 Amps AC  
Overload Withstand: 40 Amps AC, Continuous  
300 Amps AC, 1 second

Input Impedance: 0.002 ohm  
Burden: 0.05 VA

#### Voltage Inputs (Each Channel)

Voltage Range (Nominal): 0-600 Volts AC  
Nominal Full

Scale Voltage: 120-600 Vac  
Overload Withstand: 635 Vac, Continuous  
700 Vac, 1 Second

Input Impedance: 1 Megohm

Frequency Range Monitored  
25/40/50/60 Hertz\*

Harmonic Response (Voltages, Currents)  
50th Harmonic

#### Accuracy

Accuracy maintained from 3-300% of Full Scale and from -0.5 to 1.00 to 0.5 power factor.

Current and Voltage: ± 0.20%  
Power, Energy, and Demand: ± 0.40%  
Frequency: ± 0.40%  
Power Factor: ± 0.80%

#### Control Power Input

(Separate Source Power Module Only)

Input Range, AC: 96-264 Vac  
Frequency Range: 45-66 Hertz\*  
Input Range, DC: 100-350 Vdc  
Burden: 21 VA

#### Discrete Inputs (Dry Contact)

+30 VDC differential across each discrete input pair of terminals.

Minimum Pulse Width: 1.6 msec

Optically isolated inputs to protect IQ Analyzer circuitry.

#### Analog Outputs

0 to 20mA / 4 to 20mA into max. 1 kilo-ohm load. Accuracy: 1%.

#### Analog Input

0 to 20mA / 4 to 20mA into 200 ohm load. Accuracy: 1%.

#### Relay Output Contacts

Form C Dry Contact: 10 amperes @ 120/240 Vac (Resistive)  
10 amperes @ 30 Vdc (Resistive)

Minimum Pulse Width: 4 cycles (68 ms)

Withstand Rating: 1000 Vac, 1 min. across contacts  
5000 Vac (contacts to coil, 1 min.)  
10,000 Vac (contacts to coil, surge voltage)

Relay Response Time (excluding programmed time delays):

- 2 line cycles for Discrete Input, IMPACC command (communications port)
- 4-5 line cycles for Voltage Disturbance, Voltage Unbalance
- 9-10 line cycles for all others

#### UL LISTED

File Number: E62791

\* If monitored frequency range is other than 50 or 60 Hz, must use separate 45-66 Hz control power.



**Product Support**

**Application Support**

Cutler-Hammer sales offices world-wide provide technical assistance in the specification and use of Westinghouse IQ products.

**Factory Assistance**

Cutler-Hammer provides factory applications and technical assistance to its customers. Available by telephone, Cutler-Hammer personnel quickly respond to customer needs—troubleshooting problems, analyzing system operation, and coordinating component repair or replacement.

Factory assistance may be obtained by calling the Advanced Products Support Center at (800) 542-7883 or (412) 494-3750.

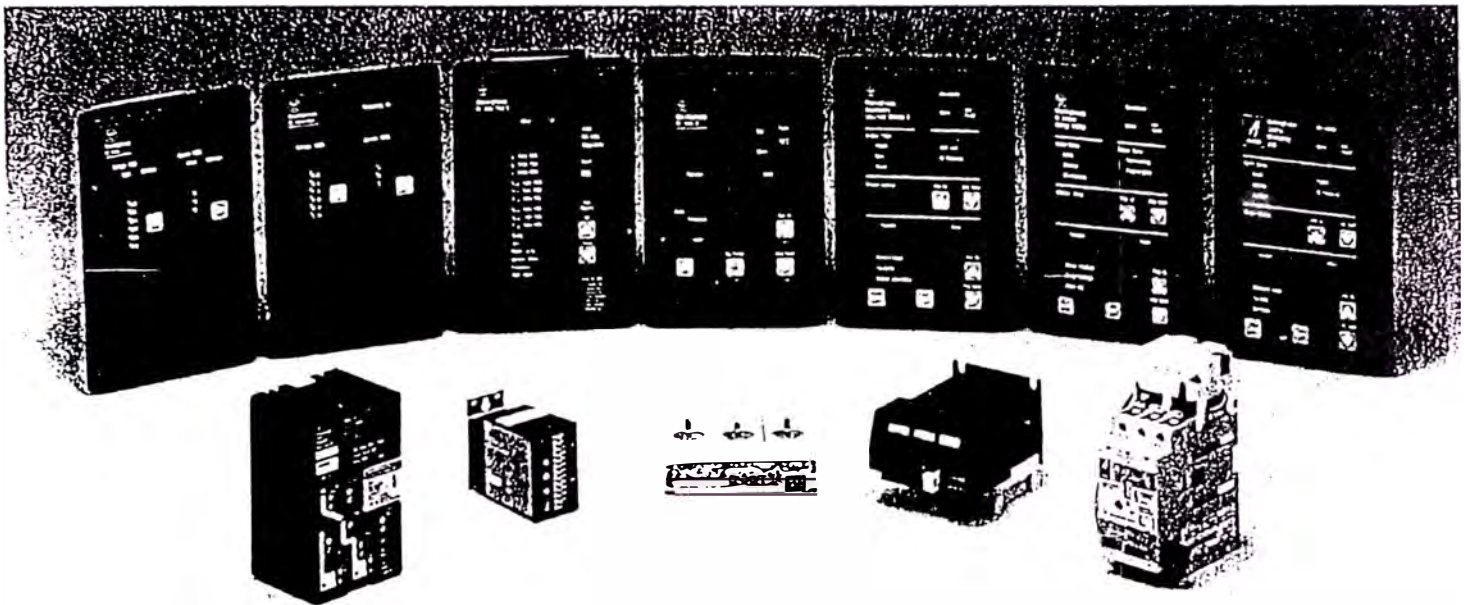
**Training**

Cutler-Hammer also provides comprehensive training on IMPACC and IMPACC-compatible devices from its Pittsburgh Training Center. The Training Center also offers on-site training for all of its courses. For more information on training, please call (412) 494-3715.

**Other IMPACC-Compatible Devices**

The unique Westinghouse IMPACC System can monitor and control your entire power distribution system from the utility incoming line through all levels of distribution—down to a 15-ampere circuit breaker or fractional horsepower motor starter. A system can be upgraded as new equipment is added and/or existing equipment is upgraded with Digitrip Trip Units, IQ metering and IQ motor protection devices, Advantge Motor Control and Accutrol 400 and 700 Adjustable Frequency Drives.

**IMPACC Compatible Devices**



Catalog Number	Style Number	Description
IQA	2D82302G01	IQ Analyzer, power from line
IQAS	2D82302G02	IQ Analyzer, requires separate control power
IQFLANGE	5743B02G01	IQ Flange, to provide extra clearance when mounting
IQACABLE	2701A55G02	36" extension cable for remote mounting IQ Analyzer power supply
S3200	2091A75G11	Series III 6.40, 200 devices
WAVEDISP	8173A41G01	Wave Form Display Software

Cutler-Hammer  
Westinghouse &  
Cutler-Hammer Products  
Five Parkway Center  
Pittsburgh, Pennsylvania, U.S.A. 15220



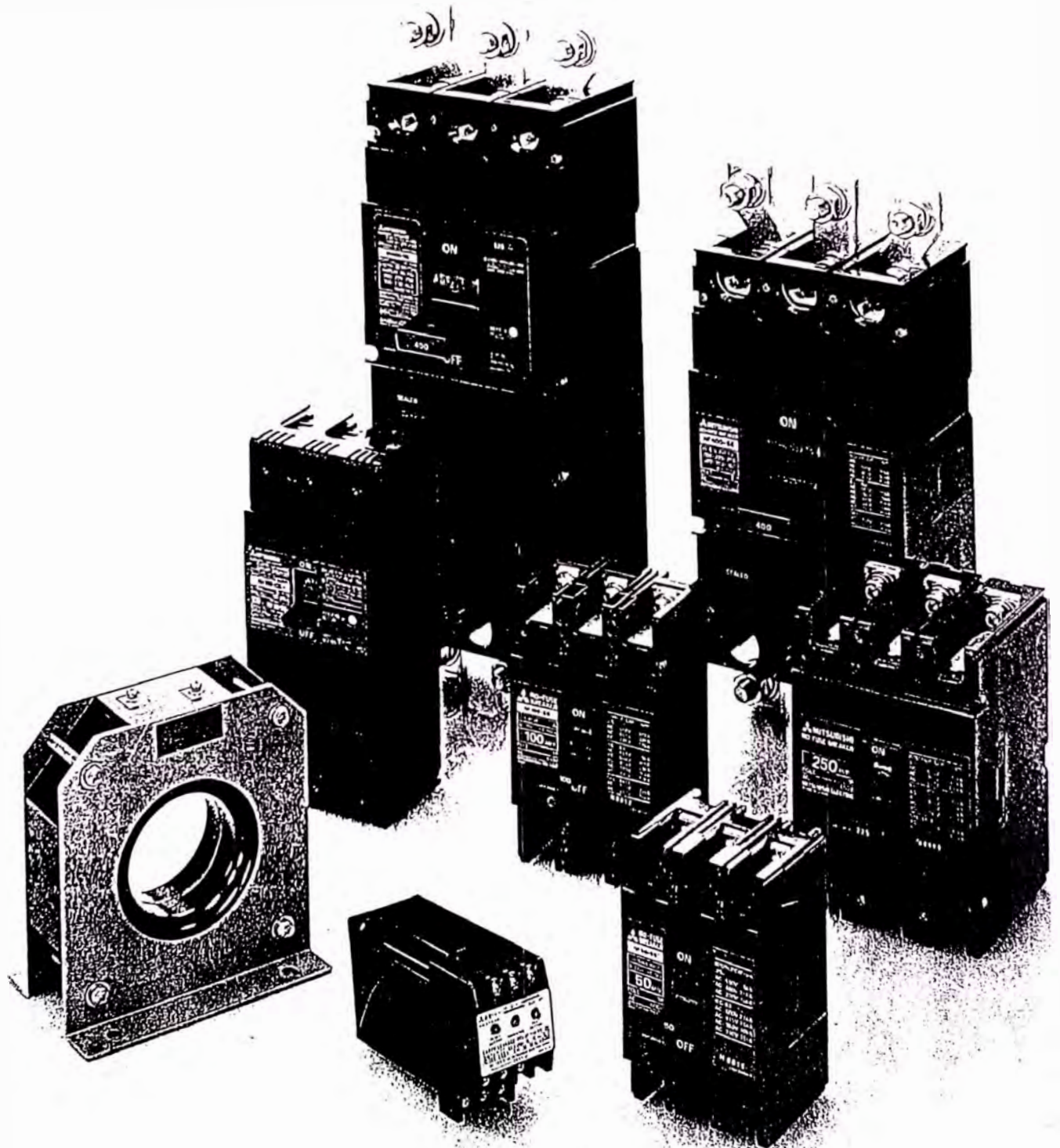




# MITSUBISHI

MOLDED-CASE CIRCUIT BREAKERS & EARTH-LEAKAGE CIRCUIT BREAKERS & RELAYS

## Super Series



# SPECIFICATIONS

## S Series

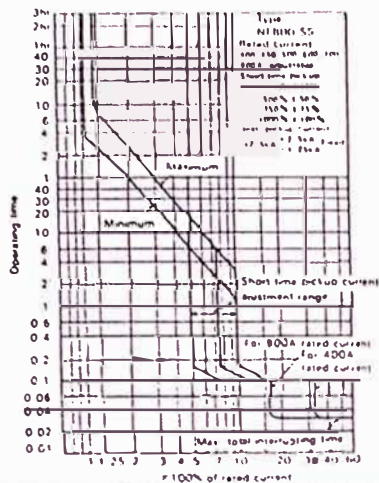
Frame (A)		1000				1250					
Type		NF1000-SS (ETR)		NF1000-SSD		NF1250-SS (ETR)		NF1250-SSD			
Photo											
Ampere rating (A) at ambient temperature 40°C (marine use: 45°C)		500·600·700·800·1000		1000		600·700·800·1000·1200·1250		1250			
Number of poles		3 4		2		3 4		2			
Rated voltage (V)		AC 660		—		660		—			
		DC —		250		—		250			
Interrupting capacity (kA)	IEC (IEC 157-1) (BS4752-1) P1/P2	AC	660V	25/18	—	—	25/18	—	—		
			600V	50/35	—	—	50/35	—	—		
			500V	65/42	—	—	65/42	—	—		
		415V	85/60	—	—	85/60	—	—			
		380V	85/60	—	—	85/60	—	—			
		240V	125/85	—	—	125/85	—	—			
	DC	250V	—	—	40	—	—	—	40		
		JIS	AC	550V	65	—	—	65	—	—	
				460V	85	—	—	85	—	—	
	220V			125	—	—	125	—	—		
	DC	250V	—	—	40	—	—	—	40		
		NK, LR, BV, AB, GL	AC	460V	85	—	—	85	—	—	
230V				125	—	—	125	—	—		
DC	230V			—	—	—	—	—	—		
Dimensions		a	210	280	210	210	280	210			
		b	406	—	406	406	—	406			
		c	140	—	140	140	—	140			
		ca	190	—	190	190	—	190			
Connection											
Optional accessories	Alarm switch (AL)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	Auxiliary switch (AX)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	Shunt trip (SHT)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	Undervoltage trip (UVT)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	Electrical-operation device (MD)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	Mechanical interlock (MIS)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	Lead-wire terminal block (LT)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	Enclosure	Dustproof type (S)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		Dustproof type (I)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		Dustproof and rainproof type (W)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
	Handle lock (HL)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	Lock cover (LC)		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	External handle	F	<input type="checkbox"/> (F100)	<input type="checkbox"/> (F100 4P)	<input type="checkbox"/> (F100)	<input type="checkbox"/> (F100)	<input type="checkbox"/> (F100 4P)	<input type="checkbox"/> (F100)	<input type="checkbox"/> (F100)		
		S	<input type="checkbox"/> (S100)		<input type="checkbox"/> (S100)		<input type="checkbox"/> (S100)		<input type="checkbox"/> (S100)		
	Terminal cover	TCL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
BTC		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Rear stud		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Flush-mounting frame		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Plug-in terminal		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
Marine approval ☆ = approved □ = available soon		☆ NK, LR AB GL		—		☆ LR, AB GL		—			
Automatic tripping device		Adjustable solid-state		Thermal, adjustable-magnetic		Adjustable solid-state		Thermal, adjustable-magnetic			
Trip button		Equipped		Equipped		Equipped		Equipped			

Note: (ETR): Ampere rating adjustable by ETR.



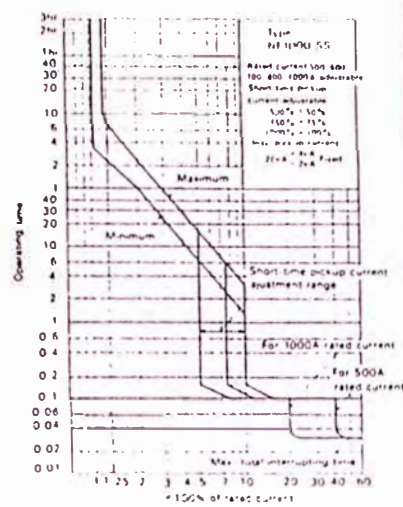
**Type NF800-SS**

**Operating Characteristics**



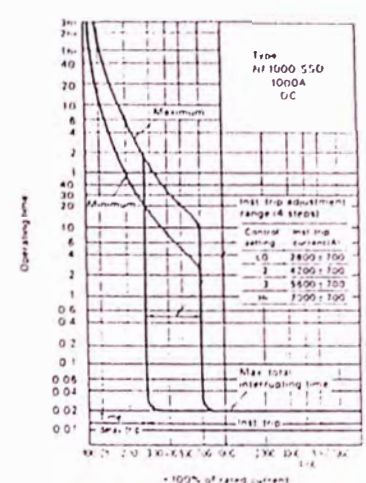
**Type NF1000-SS**

**Operating Characteristics**



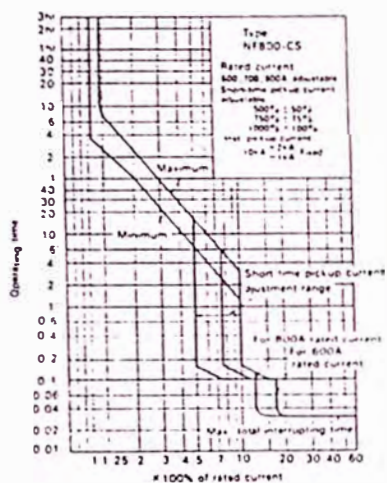
**Types NF1000-SSD, NF1250-SSD**

**Operating Characteristics**



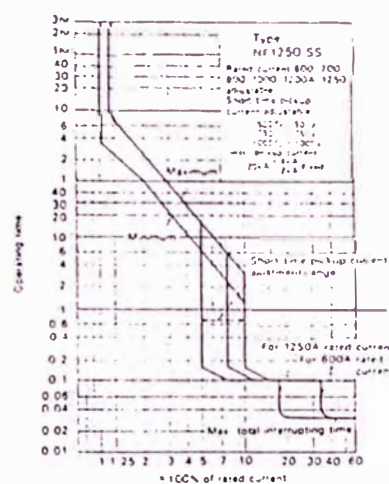
**Type NF800-CS**

**Operating Characteristics**

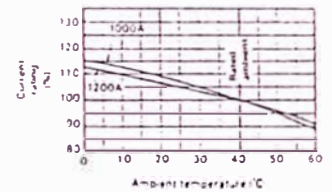


**Type NF1250-SS**

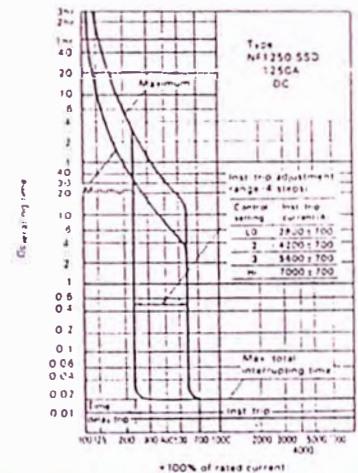
**Operating Characteristics**



**Ambient Compensation**

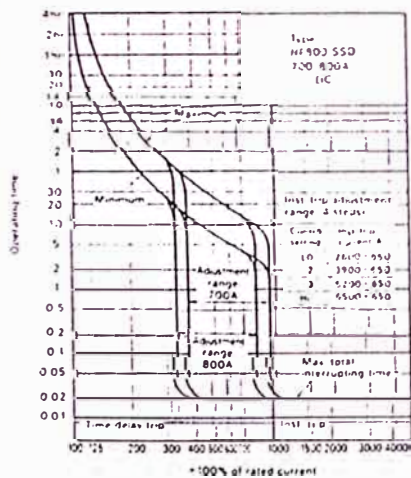


**Operating Characteristics**



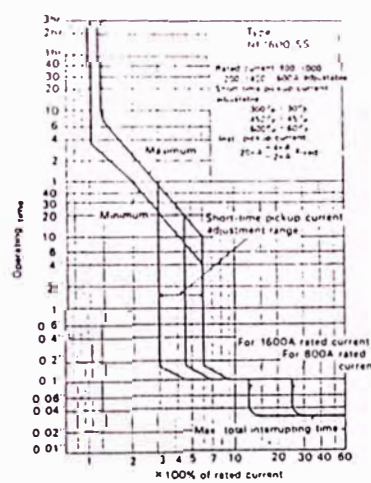
**Type NF800-SSD**

**Operating Characteristics**



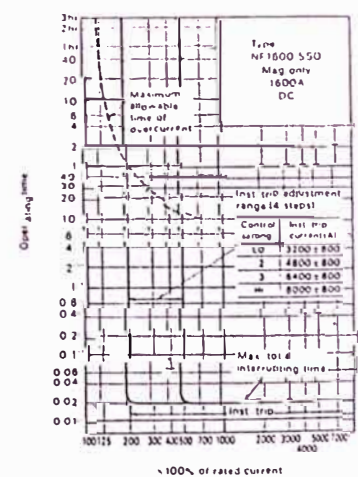
**Type NF1600-SS**

**Operating Characteristics**

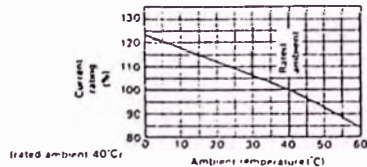


**Type NF1600-SSD**

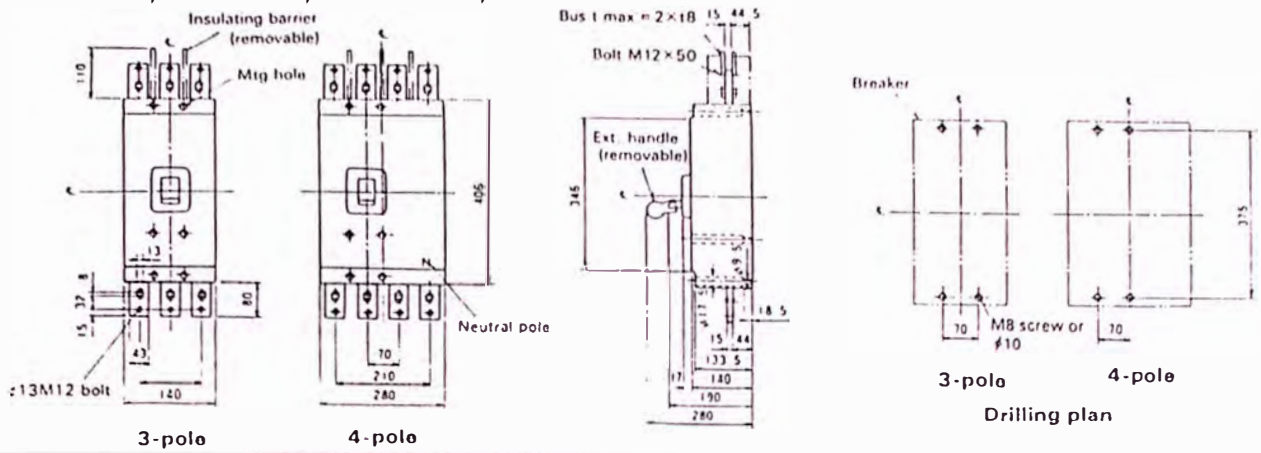
**Operating Characteristics**



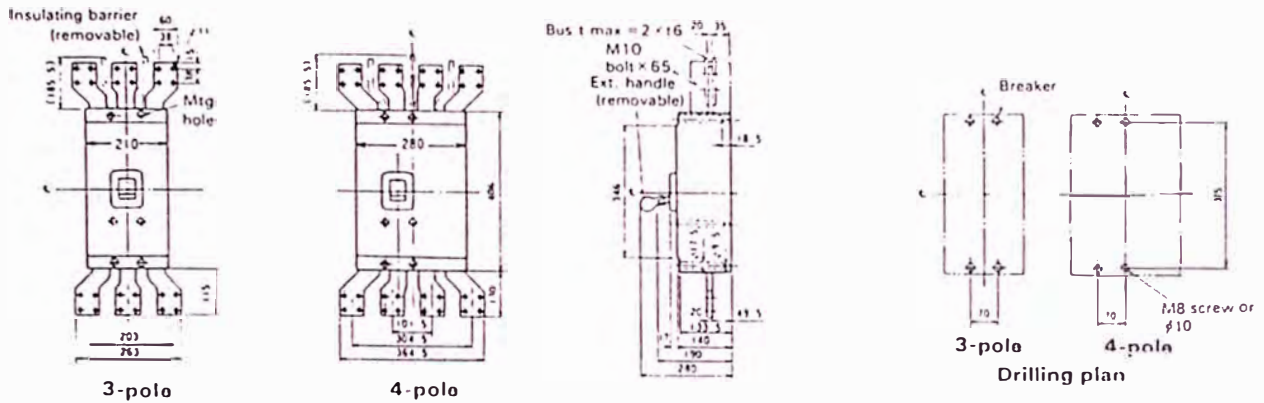
**Ambient Compensation**



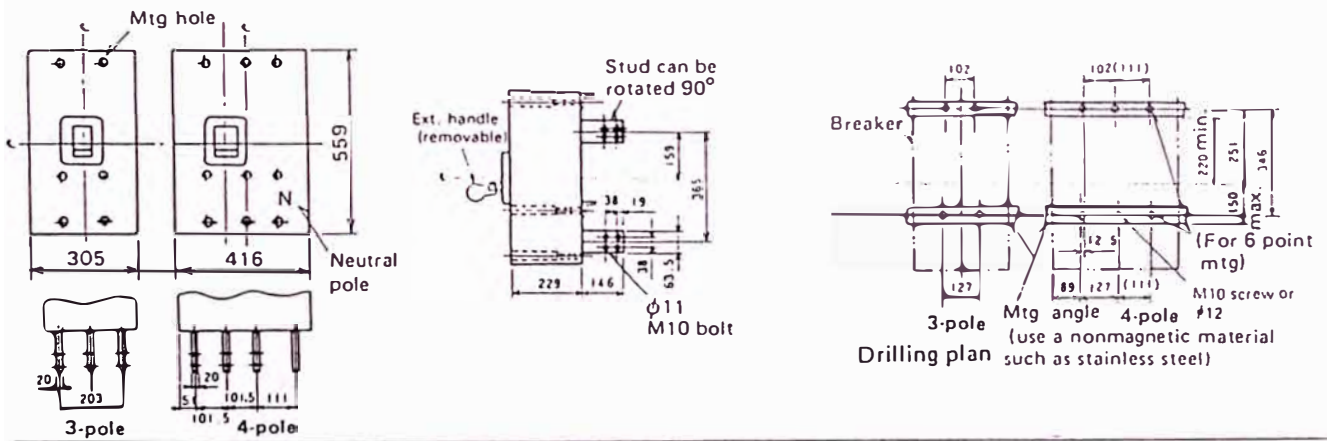
Types NF1000-SS, NF1250-SS, NF1000-SSD, NF1250-SSD



Types NF1600-SS, NF1600-SSD



Types NF2000-S, NFE2000-S





## Maximum Number of Accessories

### MCCBs

Table 6.7 Maximum Number of Internally Mounted Accessories (Lead Wire Flying)

Type	S	NF30-SS, NF50-SH NF60-SH, NF100-SS		NF50-HB	NF250-SE NF400-SS NF400-SE	NF630-SS NF630-SE NF800-SS NF800-SSD	NF1000-SS NF1250-SS NF1600-SS NF1000-SSD NF1250-SSD NF1600-SSD		NF2000-S NF2500-S NF3200-S NF4000-S	NFE2000-S NFE3000-S NFE4000-S			
		NF30-CB (*7)	NF50-CS, NF60-CS NF100-CS NF250-CS				NF400-CS	NF630-CS NF800-CS					
C	R, U			NF100-RB NFU100-C (*5)	NF225-RB NFU225-C	NF400-RB NF600-RB NF800-RA NFU400-C NFU600-C NFU800-C		NFU600-C (TD) NFU800-C (TD)					
M	Standard microswitch	MB30-CB MBE30-C MBE50-C (*7)		MB50-HB									
		MB30-SS MB50-SS MB50-CS MB100-SS MB225-SS											
Pole		3	2	3	3	2, 3, 4	3, 4	3, 4	3	3, 4			
Accessories		SS-5			V-15				X-10G				
AL													
AX	(*9) 												
SHT or UVT		(*6) 	(*6) 							(*8) 		(*8) 	
AL + AX	(*11) 												
AL + AX (Parallel mounting)													
SHT AL + or UVT			(*6) 			(*6) 			(*6) 	(*6) 	(*8) 		(*8) 
SHT AX + or UVT			(*6) 			(*6) 			(*6) 	(*6) 	(*8) 		(*8) 
SHT AL + AX + or UVT			(*6) 			(*6) 			(*6) 	(*6) 	(*8) 		(*8) 

- Notes: \*1. The standard mounting for the AL and AX is left side, and for the SHT and UVT it is right side.  
 \*2. Where automatic reset is performed on electrical operation, the number of mountable AL switches is decreased by one.  
 \*3. AL switches of the following types are decreased by one whether automatic reset on electrical operation is provided or not.  
 NF3200-S, NF4000-S (3 poles)  
 NF1600-S, NF2000-S (4 poles)  
 NFE2000-S - NFE4000-S, NF2500-S (drawout type)  
 \*4. The number in ○ shows the order of mounting.  
 \*5. UVT is not available for NFU100-C.  
 \*6. If a UVT is mounted, a voltage module is externally mounted. (The SHT has no voltage module)  
 \*7. Available only for lead-wire type.  
 \*8. If a UVT is mounted, a controller is externally mounted. (The SHT has no controller)  
 \*9. In case of MBE30-C, MBE50-C, no left hand side AL is available.  
 \*10. Available only for NF100-RB. Available only for lead-wire flying type.  
 \*11. Available only for NF30-CB, MB30-CB.



## ELCBs

Table 6.8 Maximum Number of Internally Mounted Accessories (Lead Wire Flying)



Type	S	NV30-SS NV50-SS NV60-SS NV100-SS	NV250-SS	NV400-SS		NV100-HB	NV225-SB	NV400-SB NV600-SB	NV800-SB NV1000-SB NV1200-SB	NV800-SA NV1000-SA NV1200-SA
		C	NV100-CS	NV250-CS	NV400-CS	NV30-CA NV50-CA NV60-CA (*1)			NV600-CA	
Accessories		SS-5			V-15	SS-5	V-15			
AL										
AX										
MG										
AL + AX										
AL + MG										
AX + MG										
AL + AX + MG										
EAL										
TBL										

Notes: \*1. Available only for lead-wire flying type

\*2. EAL and TBL are mountable independently of the AL, AX and MG mounting numbers

\*3. Mountable numbers are independent of whether the breaker has 2, 3, or 4 poles

\*4. Where automatic reset on electrical operation is provided, the number of AL switches that may be mounted is decreased by one

\*5. Microswitch for AX is SS5

## SHT (Voltage-Tripping Device)

### Coil Rating

Table 6.9

Type	Cutoff switch	Voltage (V)		Input (VA)	
		Standard voltage	Special voltage	AC	DC
NF30-SS, NF50-SH, NF50-CS, NF60-SH, NF60-CS MB30-SS, MB50-SS, MB50-CS NF100-SS, NF100-SH, NF100-CS, NF100-RS, MB100-SS NF160-SS, NF160-SH	Equipped	AC 100-120 200-240 380-450 (50 also 60Hz)	AC 24 48	120	50
NF250-SS, NF250-SH, NF250-CS, NF250-RS, MB225-SS NF50-HB, MB50-HB	None (30sec rating)		440-480 500-550	50	50
NF100-RB, NFU100-C NF225-RB, NFU225-C, NF400-RB, NFU400-C, NF600-RB, NFU600-C, NF800-RA, NFU800-C	Equipped	DC 100	DC 24 48	200	100
NF250-SE, NF400-SS, NF400-SE, NF400-CS, NF630-SS, NF630-SE NF630-CS, NF800-SS, NF800-SSD, NF800-CS, NF1000-SS NF1000-SSD, NF1250-SS, NF1250-SSD, NF1600-SS, NF1600-SSD	Equipped		125 200	600	50
NF2000-S, NF2500-S, NF3200-S, NF4000-S	Equipped *1			100	100
NFE2000-S, NFE3000-S, NFE4000-S, NFU600-C (TD), NFU800-C (TD)	Equipped *2			50	10

Notes: The SHT operating power supply must be large enough to maintain the operating voltage under load.

\*1. When DC use polarity must be considered (S1+).

\*2. When DC use polarity must be considered (S1-).

## UVT (Undervoltage Tripping Device)

### UVT Coil Ratings

Type	Voltage		Input (VA)	Voltage module	
	Standard voltage	Special voltage		Pickup voltage	Dropout voltage
NF30-SS, NF50-SH, NF50-CS, NF60-SH, NF60-CS MB30-SS, MB50-SS, MB50-CS	AC 100-110 200-220 400-440 (50 also 60Hz)	AC 110-120 DC 24 220-240 48 380-415 110 440-480 500-550 (50 also 60Hz)	5	Less than 85%	35 - 70% of the rated voltage
NF100-SS, NF100-SH, NF100-CS, NF100-RS, MB100-SS NF160-SS, NF160-SH, NF250-SS, NF250-SH, NF250-CS NF250-RS, MB225-SS	DC 100				
NF250-SE, NF400-SS, NF400-SE, NF400-CS, NF630-SS NF630-SE, NF630-CS, NF800-SS, NF800-SSD, NF800-CS NF1000-SS, NF1000-SSD, NF1250-SS, NF1250-SSD NF1600-SS, NF1600-SSD	AC 100-120 200-240 380-450 DC 100-110	AC 24 DC 24 48 48 440-480 120-125 500-550 (50 also 60Hz)	20	Less than 85%	35 - 70% of the rated voltage
NF50-HB, MB50-HB NF100-RB	60Hz AC 110 AC 220 AC 440	50Hz AC 240 AC 480			
NF225-RB, NFU225-C, NF400-RB, NFU400-C NF600-RB, NFU600-C, NF800-RA, NFU800-C NF2000-S, NF2500-S, NF3200-S, NF4000-S	50Hz AC 100 AC 200 AC 400	AC 120 DC 100 240 380 (50 also 60Hz)	25		
NFE2000-S, NFE3000-S, NFE4000-S NFU600-C (TD), NFU800-C (TD)	AC 100-120 200-240 380-450 (50 also 60Hz)	—	5		

Note: UVT voltage-control modules between NF250-SE and 1600-SS may also be made to order as delay models, having the trip time delayed by 100ms. The delay models have the same external shape as the nondelay models. (Specify, if required)

## Electrically Operated MCCBs & ELCBs

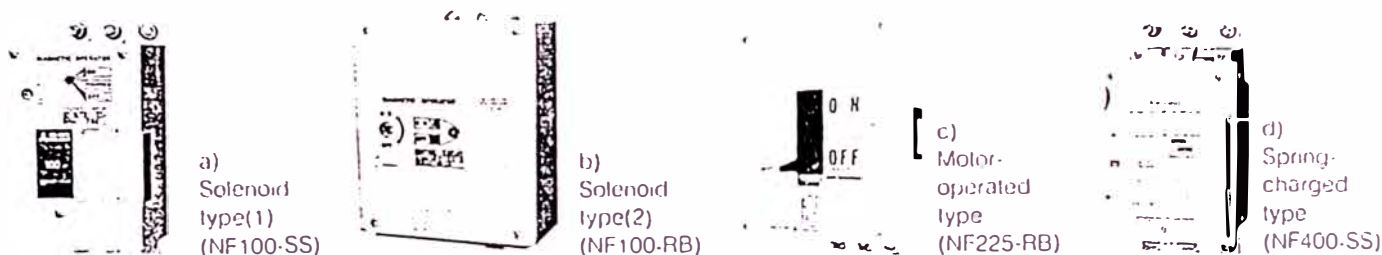


Fig. 6.65

Color: Munsell 5Y7.2

### Specifications

MCCB type	S Series	NF50-HB	NF100-SS NF100-SH	NF250-SS NF250-SH			NF2000-S NF2500-S NF3200-S NFE2000-S NFE3000-S NF4000-S	NF250-SE NF400-SS NF400-SE NF630-SS NF630-SE NF800-SS NF800-SSD	NF1000-SS NF1000-SSD NF1250-SS NF1250-SSD NF1600-SS NF1600-SSD	NF250-SE NF400-SS NF400-SE NF630-SS NF630-SE NF800-SS NF800-SSD	NF1000-SS NF1000-SSD NF1250-SS NF1250-SSD NF1600-SS NF1600-SSD			
	C Series	—	—	NF100-CS	NF250-CS	—	—	—	NF400-CS NF630-CS NF800-CS	—	NF400-CS NF630-CS NF800-CS	—		
R Series	—	NF100-RB	NF100-RS	NF250-RS	NF225-RB NF100-RB NF600-RB	NF800-RA	—	—	—	—	—			
U Series	—	NFU100-C	—	—	NFU225-C NFU400-C	NFU600-C NFU800-C	—	—	—	—	—			
M Series	—	MB50-HB	MB100-SS	MB225-SS	—	—	—	—	—	—	—			
ELCB type	NV-S Series	NV100-HB	NV100-SS	NV250-SS	NV225-SB NV400-SB NV600-SB NV600-CA	NV800-SB NV1000-SB NV1200-SB	—	NV400-SS	—	NV400-SS	—			
	NV-C Series	—	NV100-CS	NV250-CS	—	—	—	NV400-CS	—	NV400-CS	—			
Electrical-operation system		Solenoid type (2)	Solenoid type (1)		Motor-operated type				Spring-charged type					
Rated operating voltage (V) (allowable voltage range 85 - 110%)			100/110VDC, 100/110VAC, 200/220VAC *1 (125VDC, 240VAC)								OFF	ON	OFF	ON
Operating current (A,rms)	DC	100/110V	4.0(5.0) 4.0	5.0	7.5	3.0(8.0)	4.0(8.0)	6.0(20)	3.0(8.0)	4.0(8.0)	1.0(3.0)	8	1.0(3.0)	9
	AC	100/110V	4.5(4.5) 4.0	4.5	6.0	4.0(8.0)	7.0(14.0)	7.0(20)	4.0(8.0)	5.0(10.0)	1.0(3.0)	8	1.0(3.0)	8
		200/220V	3.0(3.0) 2.0	3.0	4.5	2.0(4.5)	3.5(7.0)	4.0(10)	2.0(4.5)	3.5(7.0)	0.5(1.5)	7	0.5(1.5)	7
Operating time (sec)	On operating	0.12 and less	0.1 and less		0.3 and less		0.5 and less	0.3 and less		0.05		0.07		
	Off operating	(Non-self-holding)	(Non-self-holding)		(Self-holding)		(Self-holding)	(Self-holding)		3 and less		(Self-holding)		
Transformer capacity required (VA)		600	600	700	400	700	1000	400	700	700				
Endurance voltage (V)		1500												

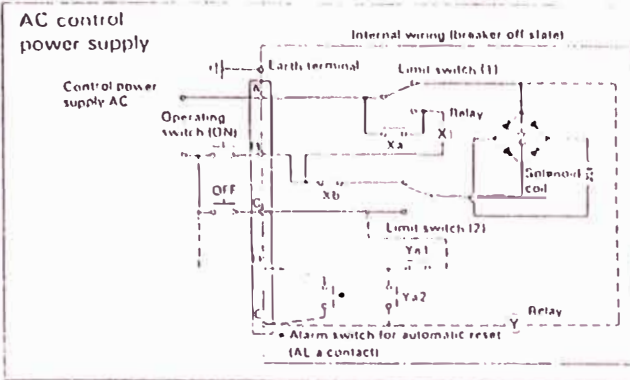
Notes: \*1. Voltages shown in parentheses are optional special voltages. For details, consult your Mitsubishi dealer.  
\*2. The values in parentheses ( ) shows starting current.

\*3. NFU100-C  
\*4. NV100-HB



## Control circuit

### Type 1 Solenoid Model



### DC control power supply

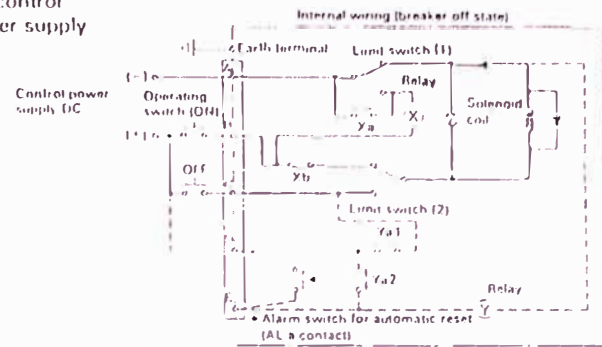
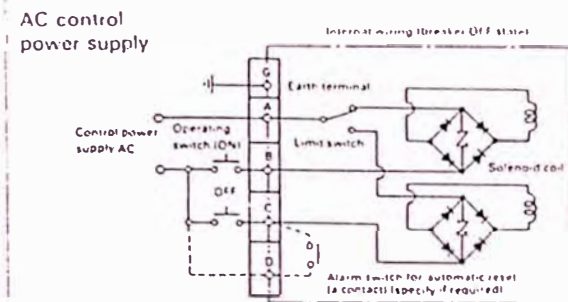


Fig. 1

### Type 2 Solenoid



### DC control power supply

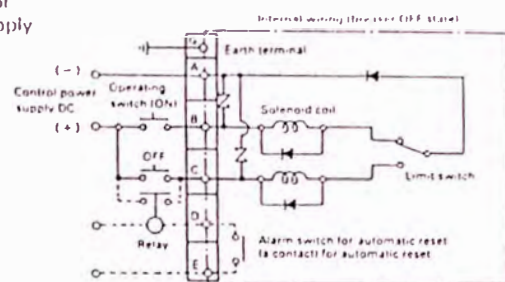
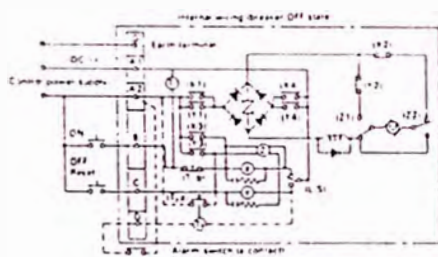


Fig. 2

### Motor Operated Type

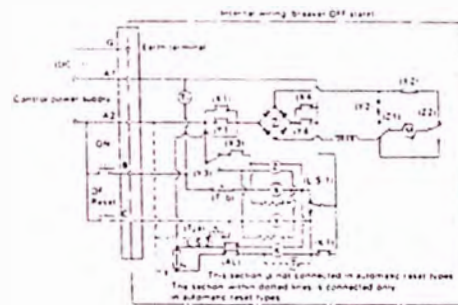
a) Control Circuits 1  
 NF225 SE - NF1500 SS - NF2000 S (JPI)  
 NF2500 S (except dismount type)  
 NF225 RB - NF300 RA  
 NFU225 C - NFU800 C



Key  
 M..... Motor rotor  
 X, Y..... Relay excitation coils  
 Z, K..... Kemp-relay excitation coils  
 IL, SI, IL S, II, IL S 21..... Limit switches  
 (X1)-(X4) (Y1)-(Y4) (Z1) (Z2) (K1) (K2)  
 (I1) (I2)..... Relay switches  
 T..... Antipumping timer  
 T<sub>1</sub>..... ON delay timer  
 Motor field coils  
 Surge absorber circuit  
 Surge absorber

b) Control Circuits 2

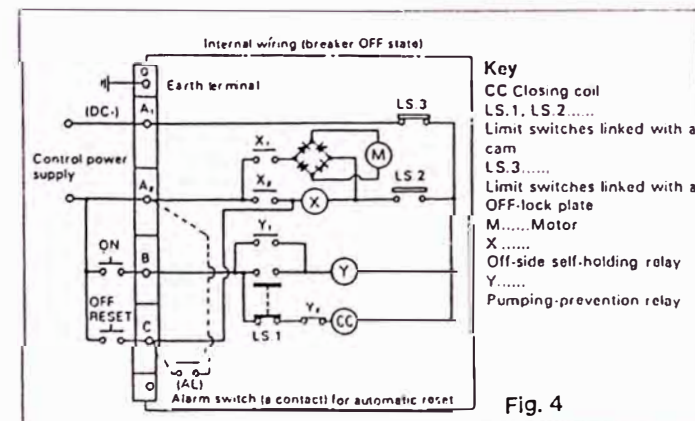
NF2000 S (4P), NF2500 S (dismount type)  
 NF3200 S, NF4000 S, NF6200 S  
 NF5300 S, NF6400 S



Notes 1 Automatic reset types have the additional wiring shown by the dotted lines in Fig. 6-70  
 2 Control circuit 2 has a split alarm switch (AL) regardless of whether the breaker is an automatic reset type or not

Fig. 3

### Spring-Charged Type



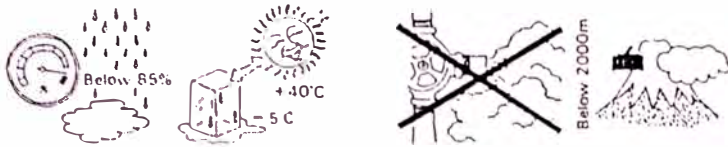
Key  
 CC Closing coil  
 LS.1, LS.2.....  
 Limit switches linked with a cam  
 LS.3.....  
 Limit switches linked with a OFF-lock plate  
 M..... Motor  
 X.....  
 Off-side self-holding relay  
 Y.....  
 Pumping-prevention relay

Fig. 4

# SERVICE ENVIRONMENT

## Service Environment

MCCBs and ELCBs are used for protection over a wide range and their service environments vary. Mitsubishi MCCBs and ELCBs are manufactured for the following normal service conditions



### Normal Service Conditions

● Ambient temperature for use (JIS standard)

MCCB -5 - 40°C

ELCB -5 - 40°C

The service-current drop ratio at special ambient temperature in excess of 40°C is:

50°C ..... 0.9 times

60°C ..... 0.7 times

● Relative humidity ..... 85% or less

● Altitude ..... 2000m or less

● Atmosphere ..... No large content of dust, smoke, corrosive gas, moisture, salt, etc.

## Effects of Mounting Attitudes

Instantaneous tripping is negligibly affected by mounting attitude, for all types of MCCBs. Delay tripping is also negligibly affected in the thermal types, but in the hydraulic-magnetic types the core-weight effect becomes a factor. Use in the vertical position is recommended.

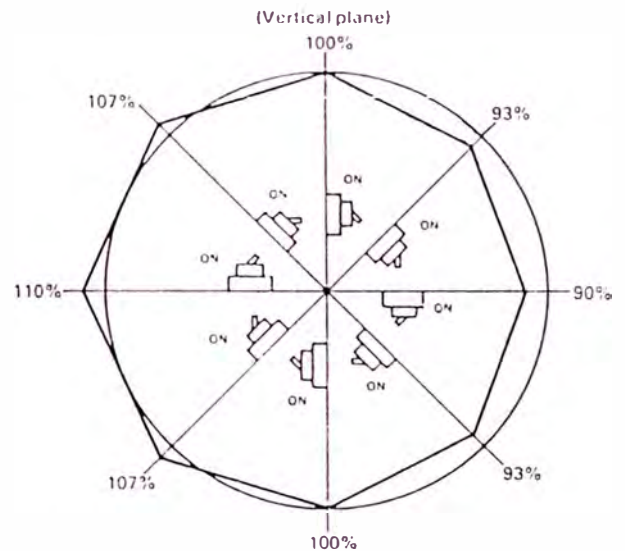


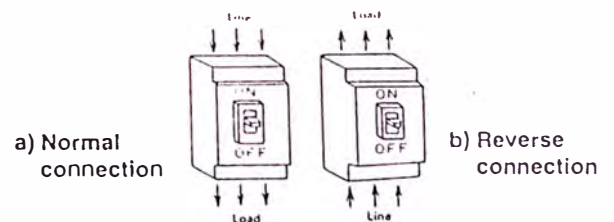
Fig. 5

MCCB	
Series	Type
S	NF30-SS, NF50-SH, NF50-HB, NF60-SH
C	NF30-CB, NF50-CS, NF60-CS, NF100-CS
M	MB30-CB, MB30-SS, MB50-SS, MB50-CS, MB50-HB
ELCB	
Series	Type
C	NV30-CA, NV50-CA, NV60-CA, NV100-CS
S	NV30-SS, NV50-SS, NV60-SS

## Connection for Line Side and Load Side

● In principle, reverse connection of an MCCB's power-source load should not be performed. However, MCCBs of 400A frame and higher can be connected in reverse.

● For ELCBs, reverse connection may not be used under any circumstances. If reverse connection is used, as the electromagnetic unit has a short-time rating, it can be damaged by continued voltage impression after tripping.

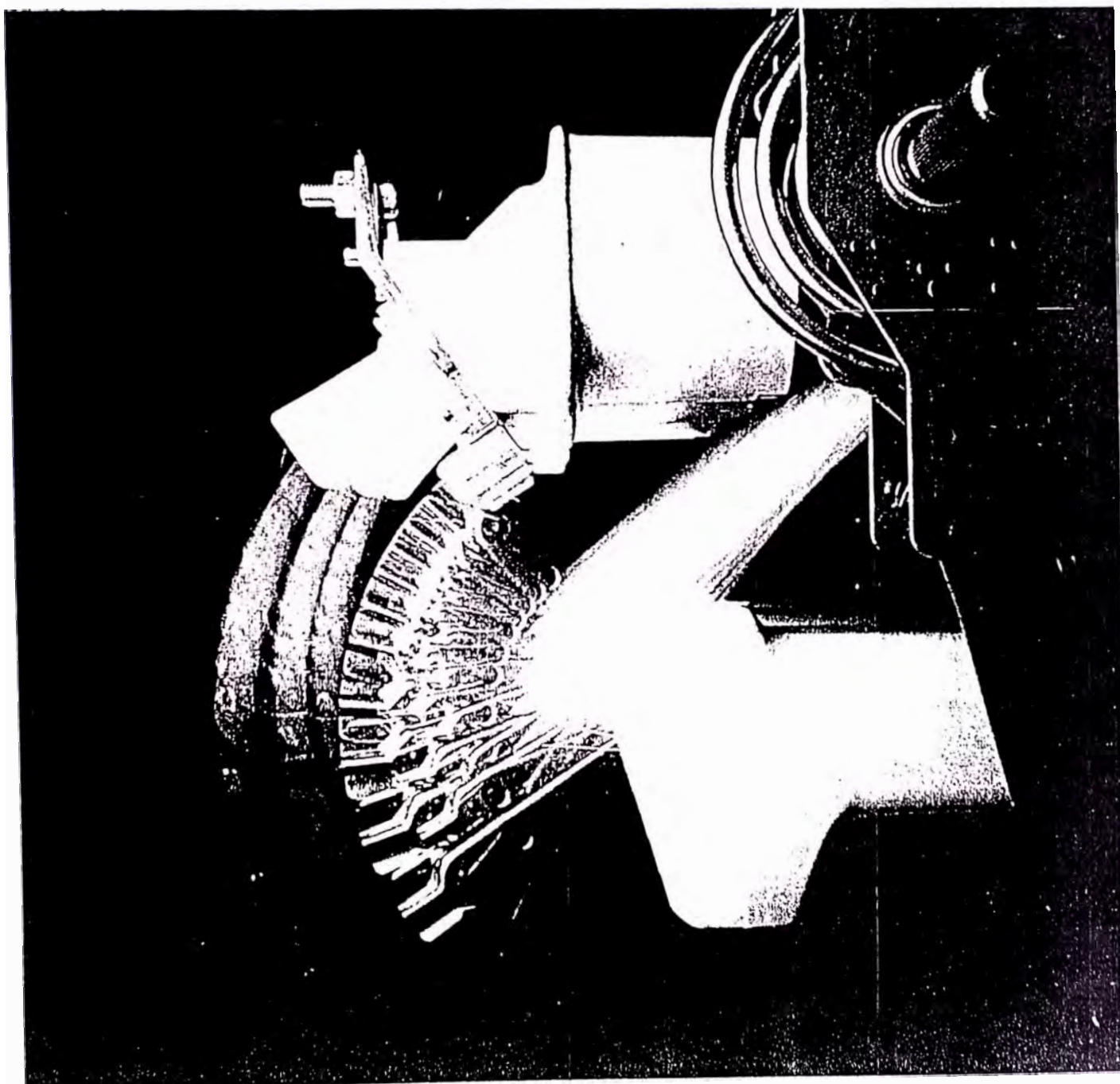


**Triple-pole Switch  
Disconnecter type NAL and  
Fuse-Switch-Disconnecter  
Type NALF  
for indoor installation**

12, 17,5 and 24 kV,  
400 A, 630 A and 1250 A

This edition supersedes earlier documentation

N H 5104 E





# SWITCH DISCONNECTOR type NAL

The switch-disconnector system NAL is based on a modular principle, and consists of the following elements:

## 1. THE BASIC UNIT

with chassis, insulators and current carrying parts. The pole distances are as follows:

12 kV	150 mm and 210 mm
17,5 kV	170 mm
24 kV	235 mm and 275 mm

## 2. K-MECHANISM

with one single spring. Closing or opening the switch is performed by charging the spring past the dead centre.

## 3. A-MECHANISM

with two springs. The opening spring is always charged before the switch can be closed by means of the closing spring. This means that a closed switch always has the opening spring charged, and the switch can be tripped open immediately by hand, electrically or by a fuse-striker system.

## 4. KS-MECHANISM

is a standard K-mechanism equipped with a latching mechanism type S for remote and distance operation. The precharged spring can be released electrically or pneumatically by a pump.

Note:

- the switching operation can not be completed by the operating handle.
- the spring has to be charged before each operation.

The KS combination is therefore suitable for remote operation in those cases where the spring mechanism can be charged manually.

## 5. FUSE BASES TYPE F

with or without automatic tripping of the switch by the fuse-link striker system. The fuse base can be mounted on both sides (i.e. opening side or pivot side of the switch). For the application of two fuse-

links in parallel, a special fuse base with 6 insulators can be supplied. This fuse base has standard fuse-link contacts (acc. to DIN 43625), and is only suitable for mounting on the pivot side of the switch.

## 6. EARTHING SWITCH TYPE E

with snap action spring mechanism. This can be mounted on the pivot side of the switch, or on the fuse base when the latter is on the pivot side of the switch.

## 7. MECHANICAL INTERLOCK

of the earthing switch. When the earthing switch is mounted on a fuse base, the interlocking system is dependent on the length of the fuse-link, and data on this is necessary when ordering. KS-mechanism can not be mechanically interlocked.

## 8. AUXILIARY SWITCH

can be mounted on all switch disconnectors and earthing switches.

## 9. SHUNT TRIP

can be mounted on all A-mechanisms.

The shunt trip shall always be connected over the auxiliary switch. For a under voltage release a special capacitor unit type KE and shunt trip is delivered.

## 10. OPERATION

- Manual operation type HE

NB! As the mechanism shaft does not pass through the switch from the mechanism on the right-hand side to the other, a special extension shaft is needed for operation of the mechanism from the left-hand side. The manual operation system can be equipped with a blocking coil.

- Motoroperation.

## TYPE-CHART

NAL							Switch disconnector, without operating mechanism.
	F						Fuse base <sup>1)</sup> .
		12-					Rated voltage 12 kV.
		17-					Rated voltage 17,5 kV
		24-					Rated voltage 24 kV
			4				Rated current 400 A
			6				Rated current 630 A
			12				Rated current 1250 A
				K			Snap action mechanism
				A			Stored spring energy mechanism
				KS			Latched snap action mechanism for remote operation. <sup>2)</sup>
					150		Pole distance 12 kV.
					210		Pole distance 12 kV.
					170		Pole distance 17,5 kV.
					235		Pole distance 24 kV.
					275		Pole distance 24 kV.
						R	Right hand side operation.
						L	Left hand side operation. <sup>3)</sup>
						E	Quick-make earthing switch with interlocking <sup>4)</sup>
NAL		17-	6	KS	170	L	Ordering example A.
NAL	F	24-	4	A	235	R	Ordering example B.

### Ordering example A:

Switch disconnector for 17,5 kV 630 A with latched snap action mechanism type KS, pole distance 170 mm.

The switch disconnector is left hand side operated and equipped with quick-make earthing switch type E, mechanically interlocked with the switch disconnector.

### Ordering example B:

Switch disconnector for 24 kV 400 A with stored spring energy mechanism type A equipped with fuse-base with fuse-tripping device, pole distance 235 mm. The switch disconnector is right hand side operated.

- Normally the switch disconnector is delivered with fuse base for pivot side mounting. Fuse base for opening side mounting must be separately specified.
- Closing - or opening operation must be carried out by a coil (ordering No. 54250/54257) or a pneumatic cylinder (ordering No. 54258).
- For left hand side operation, a shaft extension must be used (ordering No. 54353, 54355, 54357, 54358 or 54359).
- The earthing switch is normally delivered without mechanical interlocking. Additional price for interlocking, see ordering No. 54270/54278.

# TECHNICAL SPECIFICATIONS

## Switch disconnecter Type NAL

The switch disconnecter complies with VDE 0670 Part 2/3-66 and IEC Publ. 265-1968 concerning general purpose switches (Mehrzwecklastschalter). The switch disconnecters also comply with IEC Publ. 420 regarding correct cooperation between fuse-link and fuse-switch disconnecter.

Rated voltage	Un	kV	12			17,5			24		
Rated current	In	A	400	630	1250	400	630	1250	400	630	1250
Short circuit making capacity	I <sub>ma</sub>	kA	50	75	75	40	50	50	40	50	50
Peak withstand current	I <sub>dyn</sub>	kA	50	75	75	40	67	67	40	50 <sup>4)</sup>	50 <sup>4)</sup>
Short time current 1 sec.	I <sub>th</sub>	kA rms	20	30	30	16	—	—	16	20	20
Short time current 2 sec.	I <sub>th</sub>	kA rms	—	25	25	—	25	25	—	25	25
Mainly active load breaking <sup>2)</sup> capacity p.f. = 0,7	I <sub>1</sub>	A rms	400	630	1250	400	630	1250	400	630	1250
Max. breaking capacity p.f. = 0,25 (IEC 420)		A rms	1500	1500	—	800	800	—	800	800	—
Closed loop breaking capacity p.f. = 0,3	I <sub>2</sub>	A rms	1450	1450	1450	1250	1250	1250	1250	1250	1250
Transformer off-load breaking capacity p.f. = 0,15	I <sub>3</sub>	A rms	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Rated capacitive breaking capacity	I <sub>4</sub>	I <sub>6</sub>	A rms	125	125	125	45	45	45	45	45
Rated earth fault breaking capacity according to Fig.E VDE 0670/3 § 39 table 8, Fig.D		A rms	150	150	150	70	70	70	70	70	70
		A rms	100	100	100	40	40	40	40	40	40
Power frequency withstand voltage 50 Hz 1 min. to earth and between poles across isolating distance		kV	35			45			55		
		kV	45			60			70		
Impulse withstand voltage 1,2/50 us to earth and between poles across isolating distance		kV	75	75	75	95	95	95	125	125	125
		kV	85	85	85	110	110	110	145	145	145
Pole distance	P	mm	150-210			170			235-275		
Max. operating torque when closing K/A mech. opening K/A mech.		Nm	80-100 Nm K-mech: 80-100 Nm/A-mech: 3 Nm.								
		Nm									
Operating angle on the shaft		Degrees	120°								
Opening		ms	50			50			50		
Arcing time		ms	30			30			30		

## Earthing switch Type E<sup>1)</sup> for switch disconnecter Type NAL/NALF and Type EB

Rated voltage	Un	kV	12	17,5	24
Peak withstand current <sup>3)</sup>	I <sub>dyn.</sub>	kA	62/75	40/62	38/50
Short time current 1 sec	I <sub>th</sub>	kA rms	30	25	20
Short circuit making capacity <sup>3)</sup>	I <sub>ma</sub>	kA	62/75	40/62	38/50
Power frequency withstand voltage		kV rms	35	45	55
Impulse withstand voltage		kV	75	95	125
Pole distance	P	mm	150-210	170	235-275

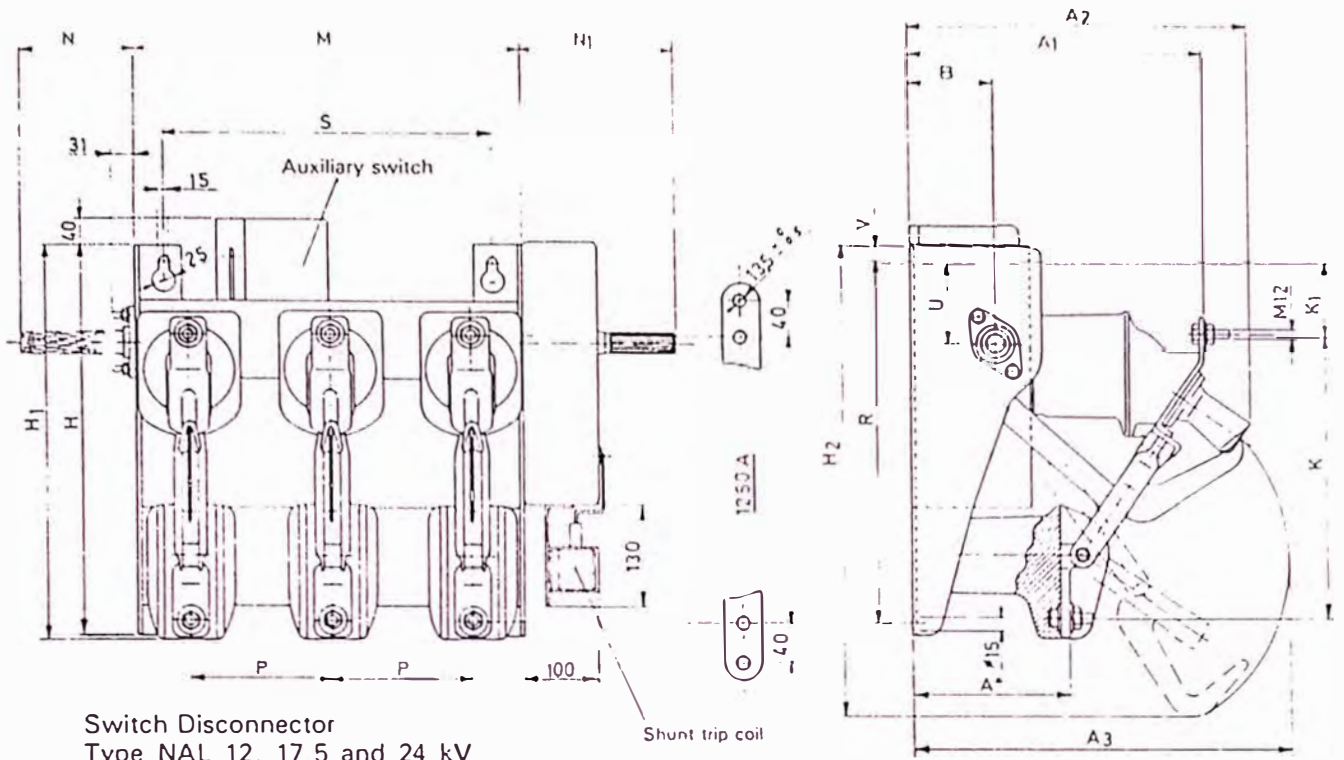
1) Mechanical interlocking can be fitted, but not for KS-mechanism.

2) I<sub>n</sub> = 400 and 630 A: Category B. I<sub>n</sub> = 1250 A: Category A.

3) When fed from the side of the switch disconnecter/earthing switch.

4) U<sub>n</sub> = 24 kV: Also available for I<sub>dyn</sub> = 67 kA.





Switch Disconnector  
Type NAL 12, 17,5 and 24 kV  
with mechanism

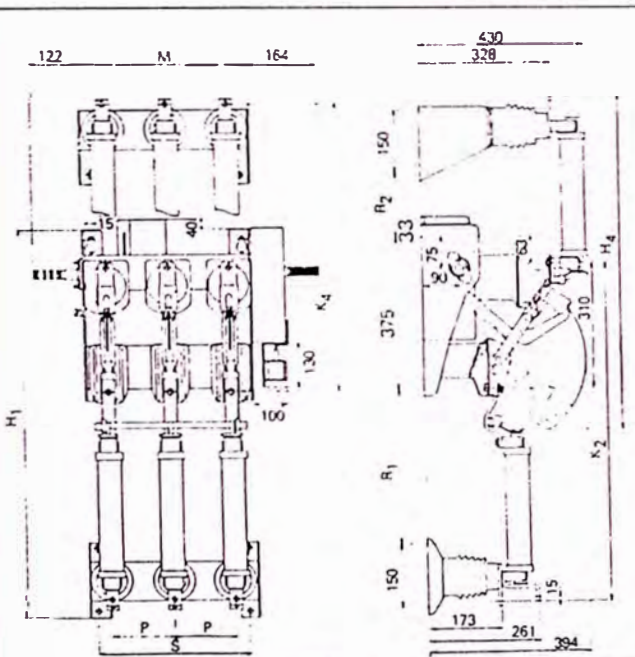
Shunt trip coil

Type	A	A1	A2	A3	B	H	H1	H2	K	K1	M	N	N1	P	R	S	U	V
NAL 12-A/K/KS, P=150	166	320	362	394	90	422	428	510	310	63	412	122	164	150	375	350	75	33
NAL 17,5-A/K/KS, P=170	225	375	418	511	98	534	577	600	441	87	452	"	"	170	500	395	90	18
NAL 24-A/K/KS, P=235	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	582	186	202	235	"	525	"	"
NAL 12-A/K/KS, P=210	166	320	362	394	90	422	428	510	310	63	532	122	164	210	375	470	75	33
NAL 24-A/K/KS, P=275	225	375	418	511	98	534	577	600	441	87	662	186	202	275	500	605	90	18

\* 1250 A : A dimension + 2 mm

Fig. 1.

NHP 343070



Fuse-Switch Disconnector  
Type NALF 12 kV with  
mechanism

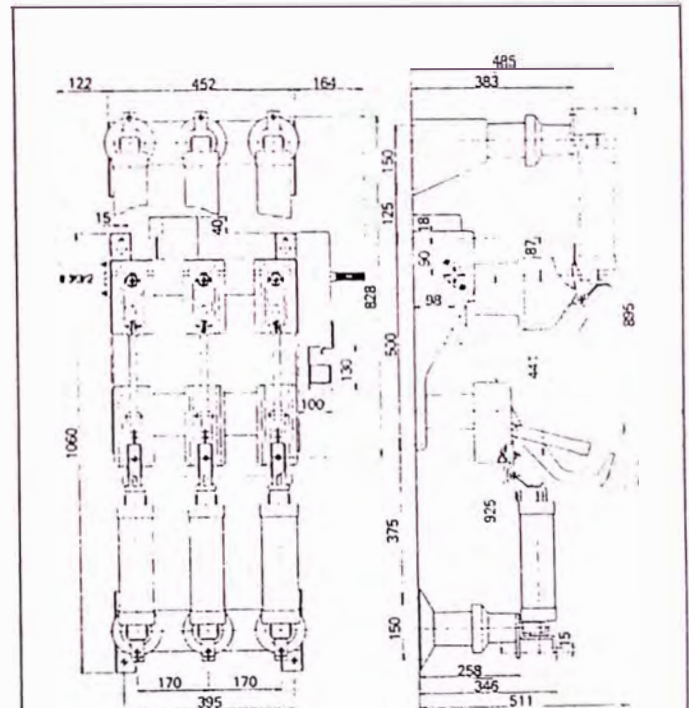
Fig. 2.

U	M	N	P	S
NALF12 P=150	122	164	150	328
NALF12 P=210	164	210	170	375

U	M	N	P	S
NALF12 P=150	122	164	150	328
NALF12 P=210	164	210	170	375

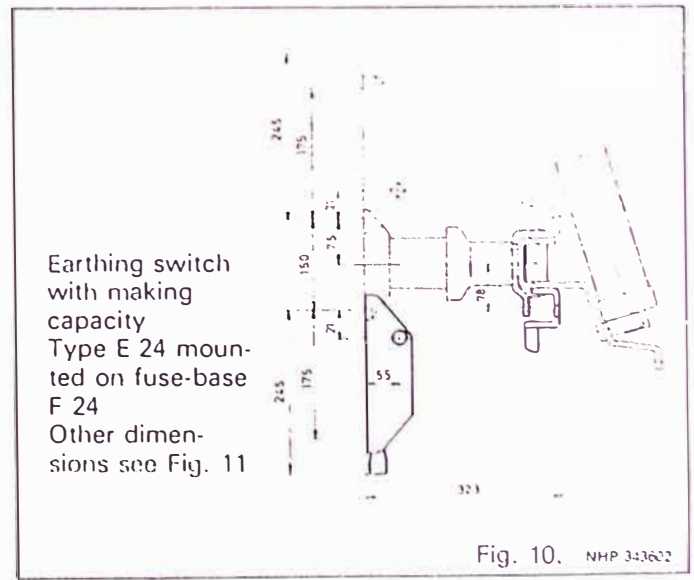
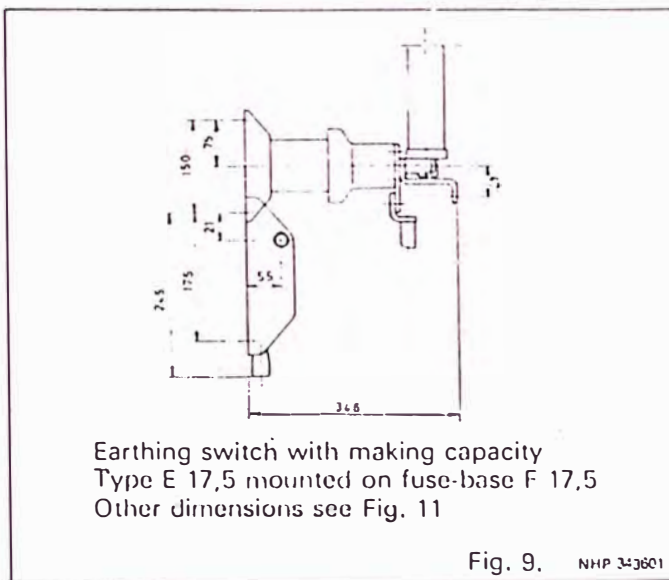
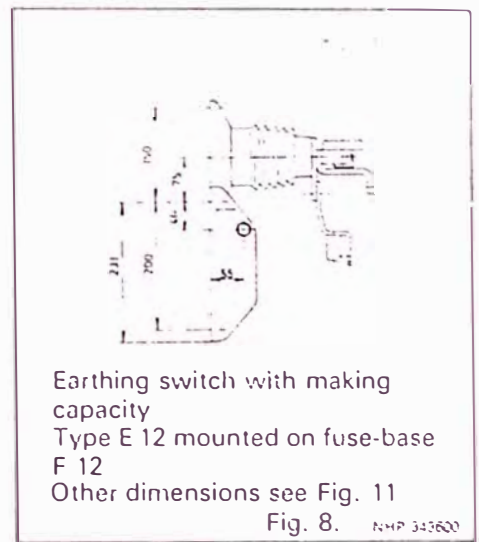
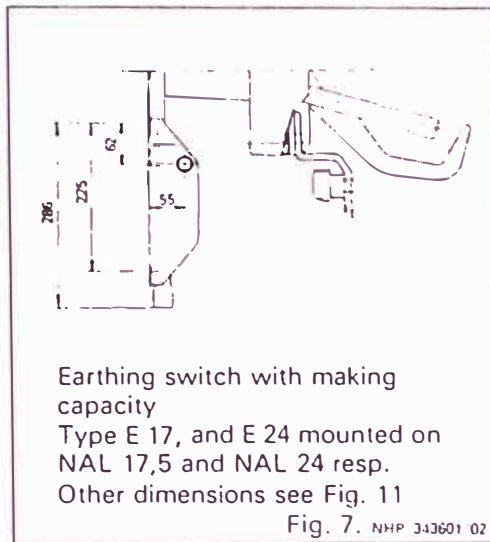
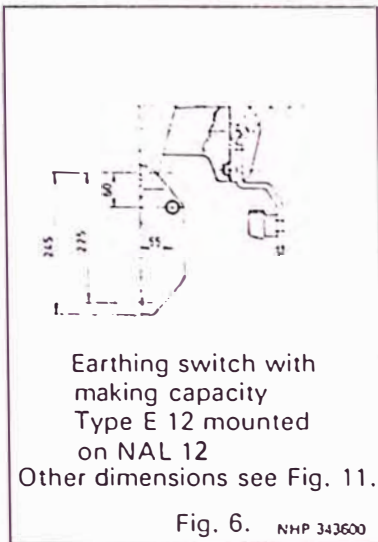
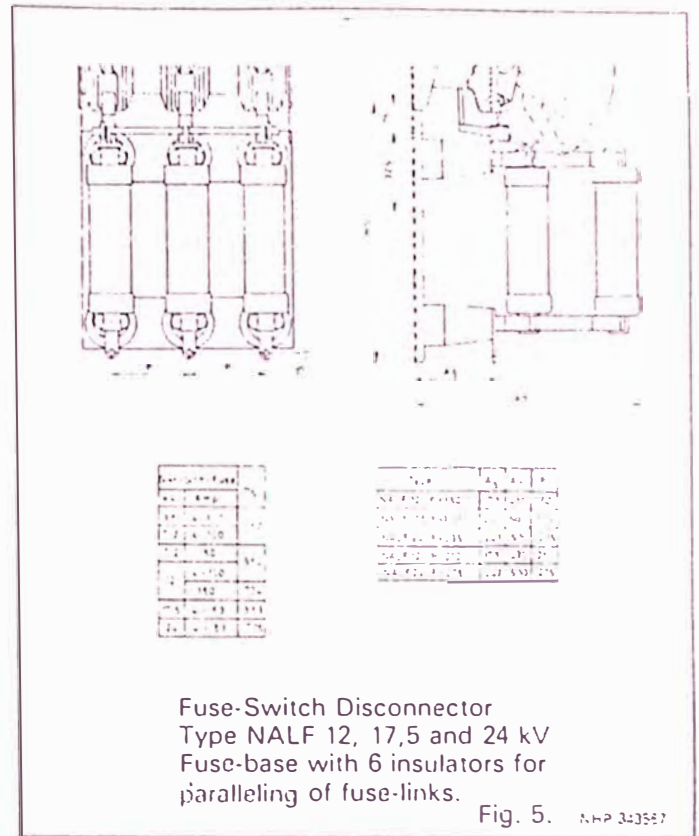
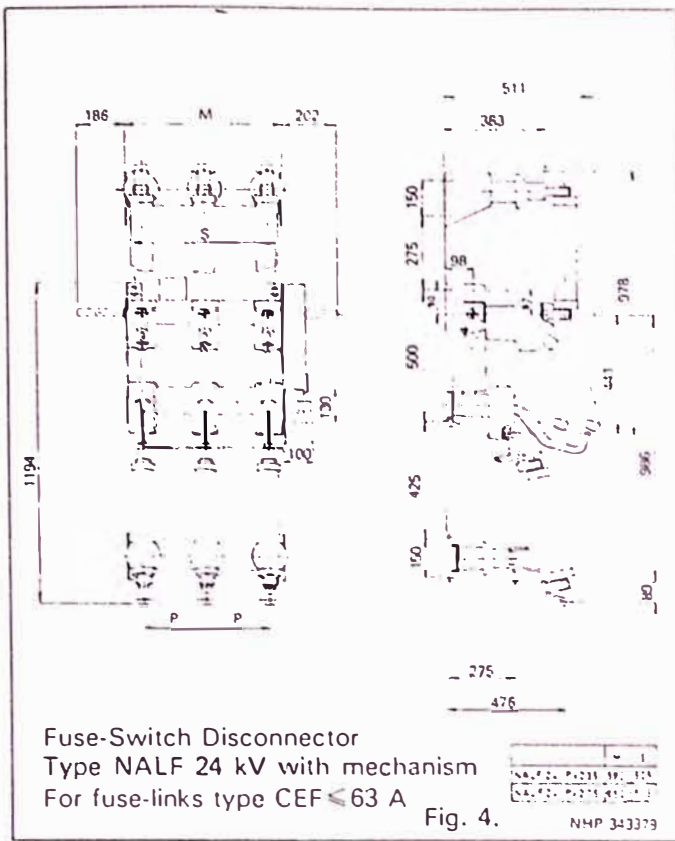
NHP 343381

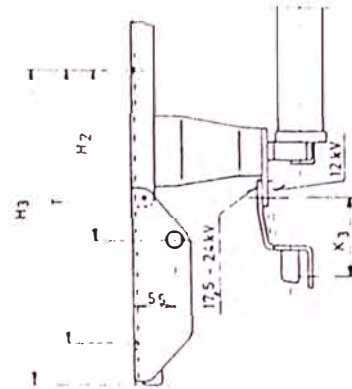
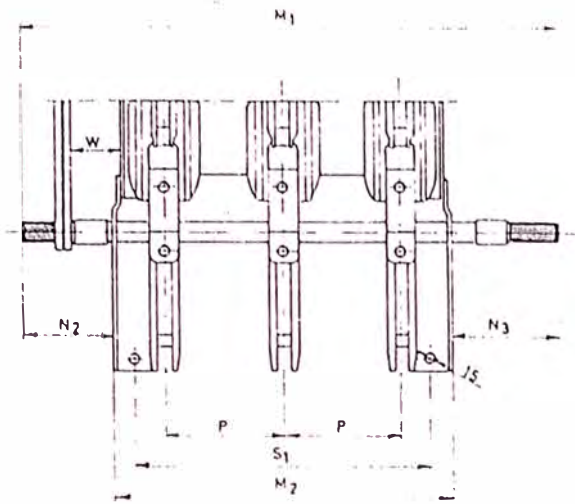


Fuse-Switch Disconnector  
Type NALF 17,5 kV with mechanism  
For fuse-links type CEF ≤ 63 A

Fig. 3.

NHP 343375





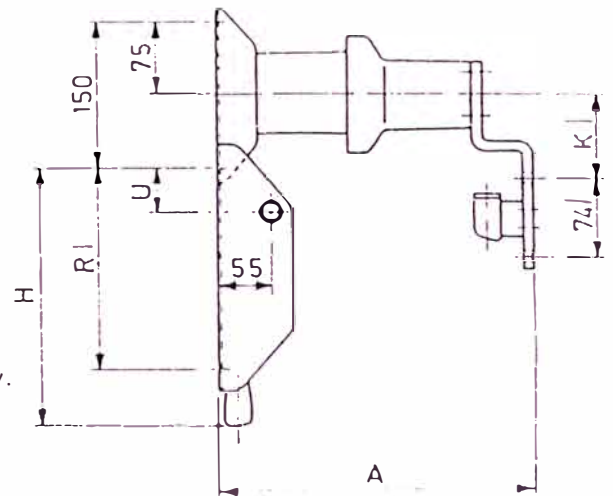
Type	H <sub>2</sub>	H <sub>3</sub>	K <sub>3</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	P	S <sub>1</sub>	T	W
E 12, P=150	208	393	100	681	428	114	139	150	350	375	60
E 17,5, P=170	268	332	100	721	468	114	135	170	395	375	60
E 24, P=235	351	575	100	933	558	151	17	235	525	500	120
E 12, P=210	208	393	100	801	528	114	139	210	470	375	60
E 24, P=275	351	575	100	1013	678	181	17	275	605	500	120

Earthing switch with making capacity  
Type E 12, E 17,5 and E 24 mounted  
on fuse-base with 6 insulators

Fig. 11.

NHP 343538

Type	A	H	K	R	U
EB 12	245	231	115	200	46
EB 17,5 - 24	310	245	90	175	21



Separately mounted earthing switch with making capacity.  
Type EB.  
Other dimensions see Fig. 11

Fig. 12.

NHP 343611

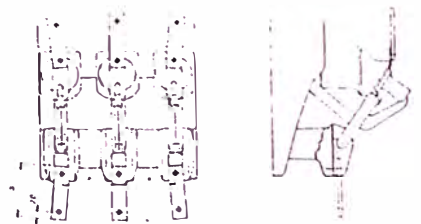
**NEBB**  
BROWN BOVERI

A/S Norsk Elektrisk & Brown Boveri  
Division Switchgear  
P. O. Box 108,  
3701 Skien, Norway

Printed in Norway 8008 - 1500 - 0  
Reprint 5. 8203 - 1500.  
Classification 040401 - 04

	A	A <sub>1</sub>	B	D	P
12 + V	166	320	115	140	52
24 + V	225	375	115	280	235

Fig. 13.



NHP 343534

Switch Disconnector Type NAL 12-24  
Geprüfte Anschlusszonen according to VDE 0101 § 18

Information given in this publication is generally applicable to equipment described.  
Changes may be made in future without notice.



# High voltage current limiting fuse-links

Type CEF

for indoor and outdoor use

Rates voltages 3,6/7,2–36 kV

Current ratings 6–160 A

This edition supersedes earlier documentation

N-H 5114 E



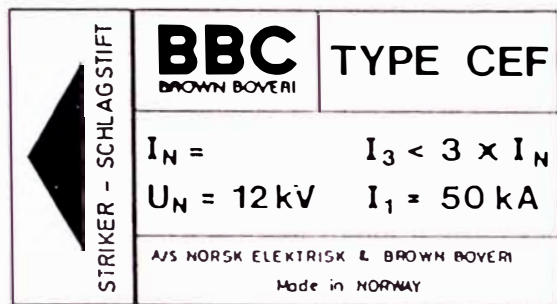
### 1) GENERAL

The new generation of fuse-links type CEF are designed and tested according to IEC Publication 282-1. Dimensionally the fuse-links are in accordance with DIN 43625. The fuse-links are certified at KEMA. BBC's new range of high voltage fuse-links have the following properties:

- Very low minimum breaking current
- Small power losses
- Low arc-voltage
- High breaking capacity

The low power losses, between 30% and 50% of what is normal for other high voltage fuse-links, make these fuse-links specially suitable in compact switchgear.

Most high voltage fuse-links of the current limiting type have a zone between the minimum melting current and the minimum breaking current where the fuse-links may fail to interrupt. For CEF fuse-links this zone is very narrow with a minimum breaking current of less than 3 times the rated current.

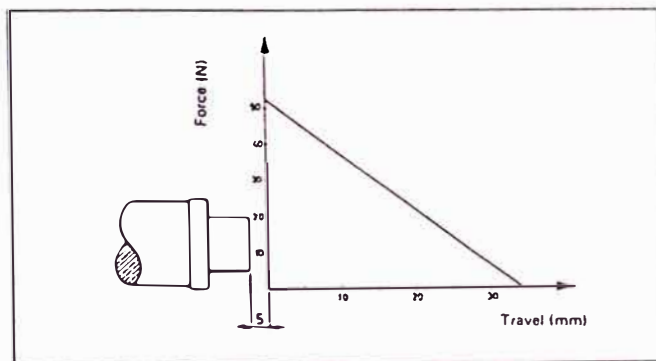


### 2) NAMEPLATE

The symbols on the nameplate have the following meaning:

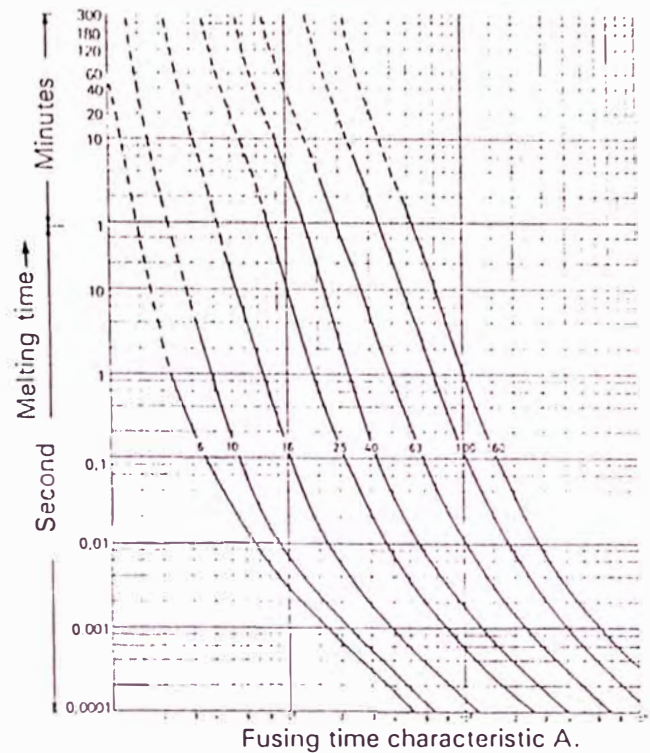
- $I_N$  = Rated current
- $U_N$  = Rated voltage
- $I_3$  = Minimum breaking current
- $I_1$  = Maximum short circuit current for which the fuse-link is tested.

An arrowhead indicates in which end of the fuse-link the indicator and the striker pin appears on fusion. Additionally this end contact of the fuse-link is specially marked.



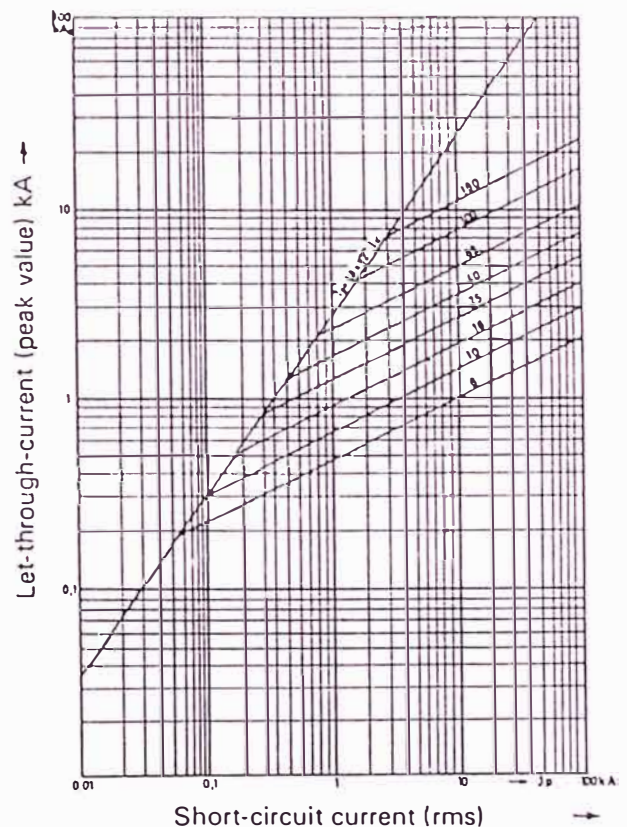
### 3) INDICATOR AND STRIKER PIN

The CEF fuse-link is equipped with a combined indicator and striker system, which is activated immediately when the fuse element melts. The force diagram is in accordance with the requirements of IEC 282-1 and DIN 43625.



### 4) MELTING TIMES

The characteristics are equal for all rated voltages and are recorded from cold condition. In the uncertain interrupting zone the curves are dotted.



### 5) CURRENT LIMITATION

CEF fuse-links are strongly current limiting. A large short circuit current will therefore not attain its full value. Above diagram shows the relation between the prospective short circuit current, and the peak value of the let-through current.

The strong current limitation results in a considerable reduction of the thermal and mechanical stress on the high voltage installation. In addition to the strongly reduced peak value of the current, the clearing time will also be highly reduced compared to that experienced if a circuit breaker was used to interrupt the fault.

## 6) OVERVOLTAGES

In order to be current limiting, the fuse-link must generate an arc-voltage exceeding the instantaneous value of the operating voltage. The over voltage generated by the CEF fuse-link is well below the maximum permissible value of IEC 282-1, which is 2,2 times the peak value of the rated voltage. In fact a CEF 24 kV fuse-link can be safely used in 17,5 kV and even in 12 kV networks.

## 7) CHOICE OF FUSE-LINKS

Choice of rated voltage  $U_N$ :

The rated voltage of the fuse-links must be equal to, or higher than the operating line voltage. By choosing  $U_N$  considerably higher than the line voltage, it must be ascertained that the maximum aec-voltage does not exceed the insulation level of the network.

Choice of rated current  $I_N$ :

To obtain the best possible current limitation, and thereby also protection,  $I_N$  must be chosen as low as possible compared to the rated current of the object to be protected. However, the following limitations must be taken into consideration:

- the largest load current must not exceed  $I_N$ .
- cooling conditions (e.g. in compact switchgear).
- starting currents of motor circuits.
- inrush current of off-load transformers.

For the choice of rated current of fuse-links for protection of transformers, the relation between the power-rating of the transformer, operating voltage and the rated current of the fuse-link is given in the table below. The same table indicates the highest rated current of the low voltage fuse-link (on the low voltage side of the transformer) which gives discrimination with the high voltage fuse-link. The low voltage fuse-link is of the type gL (VDE) or gI (IEC).

## 8) REPLACEMENT OF MELTED FUSE-LINKS

The fuse-link cannot be regenerated.

According to IEC Publication 282-1, all 3 fuse-links should be replaced, even if only 1 or 2 of the fuse-links in the three-phase system have operated. Exceptions are allowed when it can be verified that some of the fuse-links have not experienced any over-current.

Line voltage (kV)	TRANSFORMER RATINGS (kVA)																
	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
	HIGH VOLTAGE FUSE-LINKS $I_N$ (A)																
3	25	25	40	40	63	63	63	100	100	100	160	2x100	2x160				
5	16	25	25	25	40	40	63	63	63	100	100	100	160	2x100	2x160		
6	16	16	25	25	25	40	40	63	63	63	100	100	100	160	2x100	2x160	
10	10	16	16	16	25	25	25	40	40	63	63	63	100	100	100	160	2x100
12	10	16	16	16	16	25	25	25	40	40	63	63	63	100	100	160	160
15	10	10	16	16	16	16	25	25	25	40	40	63	63	63	100	100	2x100
20	10	10	10	16	16	16	16	25	25	25	40	40	63	63	63	100	100
24	10	10	10	10	16	16	16	16	25	25	25	40	40	63	63	63	100
30	10	10	10	10	10	16	16	16	16	25	25	25	40	40	40	2x40	2x40
36	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	25	25	25	40	40	2x40	2x40
Low voltage	LOW VOLTAGE FUSE-LINKS $I_N$ (A)																
220 V	80	100	125	160	200	250	250	315	400	500	630						
380 V	50	63	100	100	125	125	200	250	250	350	400	400	500	630			
500 V	40	50	80	80	100	100	160	160	200	250	350	350	400	500	630		

Choice of fuse-links for protection of transformers



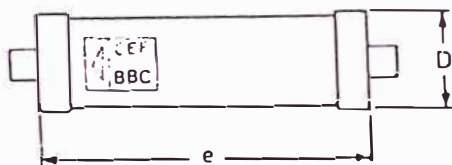
High voltage -- HBC fuse links						1 pole fuse base for indoor use		
Rated voltage kV	Rated current A	Type	List No. Indoor	List No. Outdoor	Weight kg	Type	List No.	Weight kg
3,6/7,2	6	CEF 3,6/7,2- 6	52711	52811	1,5	UCE 7,2	52501	3,4
	10	CEF 3,6/7,2- 10	52713	52813				
	16	CEF 3,6/7,2- 16	52714	52814				
	25	CEF 3,6-7,2- 25	52715	52815				
	40	CEF 3,6-7,2- 40	52716	52816				
	63	CEF 3,6-7,2- 63	52717	52817				
	100	CEF 3,6/7,2-100	52718	52818	2,6			
	160	CEF 3,6/7,2-160	52719	52819	3,8	UCE 12	52503	3,7
12	6	CEF 12- 6	52721	52821	2,3	UCE 12	52503	3,7
	10	CEF 12- 10	52723	52823				
	16	CEF 12- 16	52724	52824				
	25	CEF 12- 25	52725	52825				
	40	CEF 12- 40	52726	52826				
	63	CEF 12- 63	52727	52827				
	100	CEF 12-100	52728	52828	3,8			
	160	CEF 12-160	52729	52829	5,3	UCE 12 L	52505	4,2
17,5	6	CEF 17,5- 6	52731	52831	2,3	UCE 17,5	52507	3,7
	10	CEF 17,5- 10	52733	52833				
	16	CEF 17,5- 16	52734	52834				
	25	CEF 17,5- 25	52735	52835				
	40	CEF 17,5- 40	52736	53836	3,8			
	63	CEF 17,5- 63	52737	52837				
	100	CEF 17,5-100	52738	52838	5,3	UCE 24	52509	6,9
24	6	CEF 24- 6	52741	52841	3,0	UCE 24	52509	6,9
	10	CEF 24- 10	52743	52843				
	16	CEF 24- 16	52744	52844				
	25	CEF 24- 25	52745	52845				
	40	CEF 24- 40	52746	52846				
	63	CEF 24- 63	52747	52847	5,3			
	100	CEF 24-100	52748	52848	6,4	UCE 24 L	52511	7,4
36	6	CEF 36- 6	52750	52850	3,1	UCE 36	52513	7,6
	10	CEF 36- 10	52752	52852				
	16	CEF 36- 16	52753	52853				
	25	CEF 36- 25	52754	52854	6,4			
40	CEF 36- 40	52755	52855					

Note: For outdoor use, please specify when ordering.

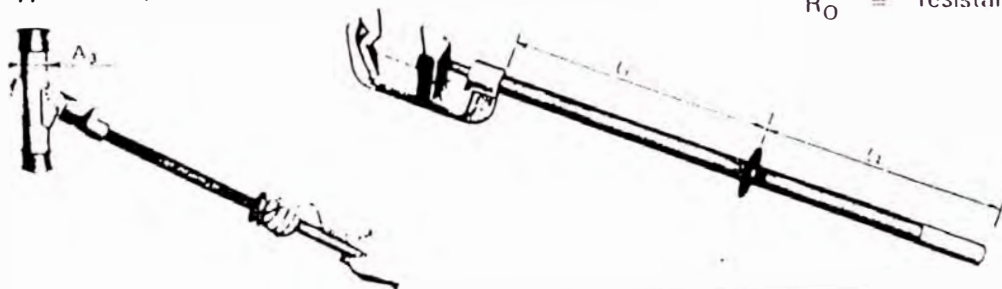


## Dimensions and data CEF

$U_N$	$I_N$	$e$	$D$	$I_1$	$I_3$	$W_N$	$V$	$R_0$
kV	A	mm	mm	kA	A	watt	kg	mohm
3,6/7,2	6	192	65	50	35	—	1,5	450
	10	192	65	50	55	15	1,5	125
	16	192	65	50	55	21	1,5	63,0
	25	192	65	50	72	25	1,5	31,0
	40	192	65	50	100	40	1,5	18,0
	63	192	65	50	190	44	1,5	7,71
	100	192	87	50	275	65	2,6	4,57
	160	292	87	50	480	110	3,8	2,90
12	6	292	65	50	35	—	2,3	670
	10	292	65	50	55	22	2,3	220
	16	292	65	50	55	31	2,3	110
	25	292	65	50	77	37	2,3	52
	40	292	65	50	105	70	2,3	27,5
	63	292	65	50	190	82	2,3	13,5
	100	292	87	50	275	96	3,8	6,85
	160	442	87	50	480	170	5,3	4,40
17,5	6	292	65	20	35	—	2,3	805
	10	292	65	20	55	42	2,3	290
	16	292	65	20	55	57	2,3	140
	25	292	65	25	72	55	2,3	71,5
	40	292	87	25	100	90	3,8	35,8
	63	292	87	25	210	108	3,8	18,0
	100	442	87	25	275	145	5,3	10,3
	24	6	442	65	25	35	—	3,0
10		442	65	25	55	57	3,0	390
16		442	65	25	55	63	3,0	210
25		442	65	25	72	74	3,0	97,0
40		442	65	25	110	120	3,0	46,5
63		442	87	25	210	140	5,3	24,0
100		537	87	25	300	193	6,4	13,7
36		6	537	65	20	35	—	3,7
	10	537	65	20	55	86	3,7	590
	16	537	65	20	55	95	3,7	295
	25	537	87	20	72	112	6,4	153
	40	537	87	20	100	180	6,4	71,6



OPERATING TONG FOR HT-HBC-FUSE-LINKS  
type CEF 3,6—36 kV.

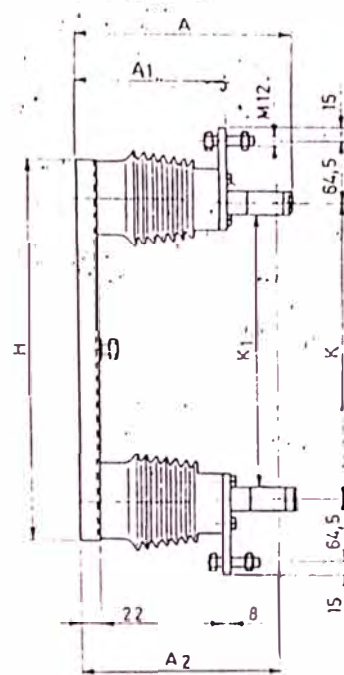
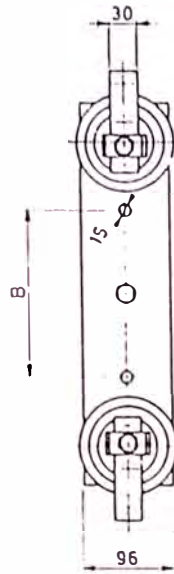


### Legends:

- $e$  = see figure
- $D$  = see figure
- $I_1$  = maximum short-circuit current tested
- $I_3$  = minimum breaking current
- $W_N$  = power loss at stationary rated current
- $V$  = weight
- $R_0$  = resistance at room temp.

List no.	Test voltage kV	Weight kg	Dimensions in mm		
			$L_1$	$L_2$	$A_3 \emptyset$
53006	100	2,2	700	600	30—90

FUSE BASE TYPE UCE



Type	Rated voltage kV	Current ratings A	Dimensions in mm						
			A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	H	K	K <sub>1</sub>	B
UCE 7,2	3,6/7,2	6-100	232	160	220	310	218	193	55
UCE 12	7,2	160	232	160	220	410	318	293	180
	12	6-100							
UCE 12L	12	160	232	160	220	570	468	443	300
UCE 17,5	17,5	6-63	312	240	300	410	318	293	180
UCE 24	17,5	100	312	240	300	570	468	443	300
	24	6-63							
UCE 24L	24	100	312	240	300	675	563	538	380
UCE 36	36	6-40	412	340	400	675	563	538	380



A/S Norsk Elektrisk & Brown Boveri  
 Division Switchgear,  
 P. O. Box 108,  
 3701 Skien, Norway

Printed in Norway 8003-3000-0  
 Reprint 3 - 8109 - 3000  
 Classification 040410

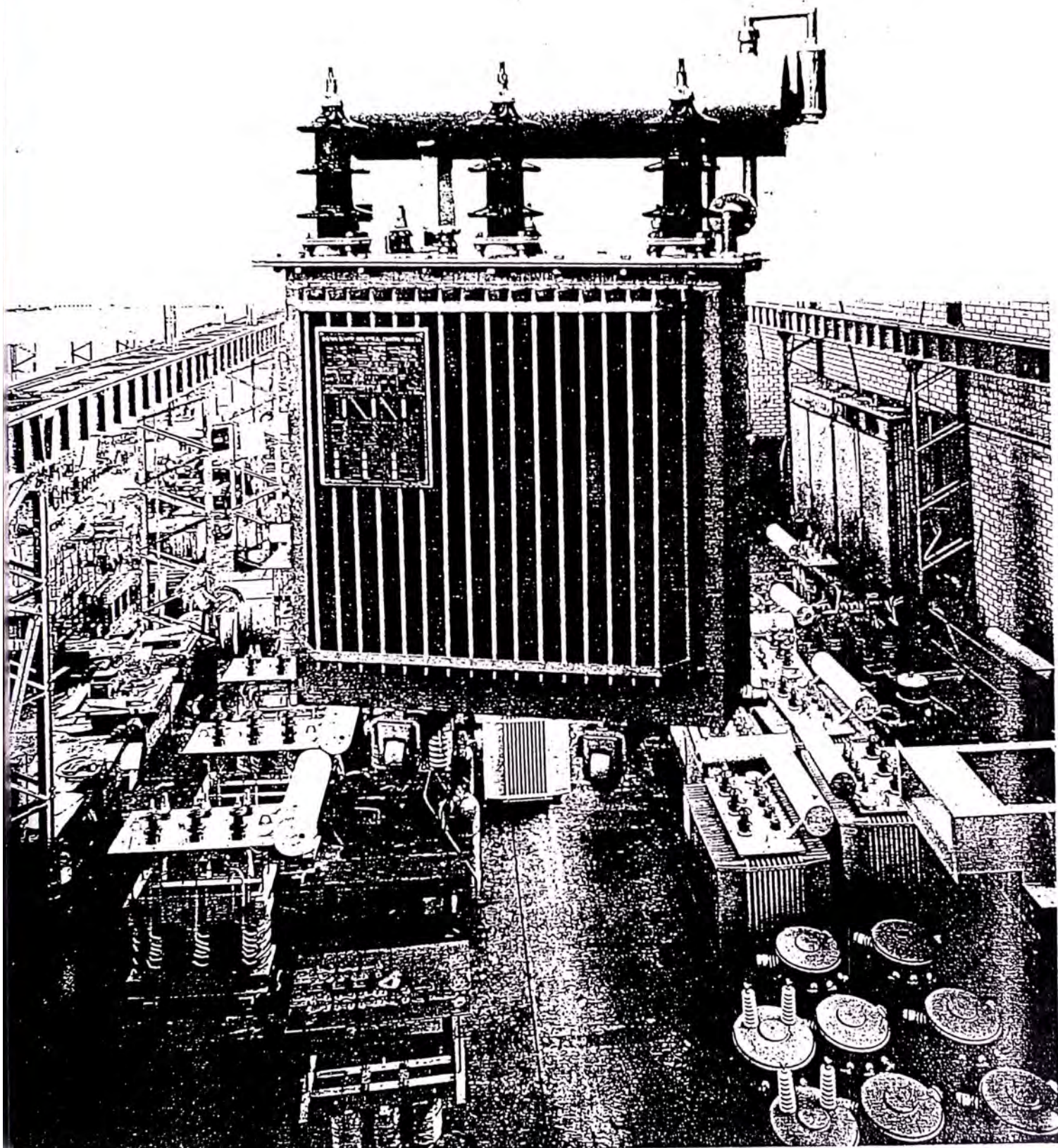
With compliments of

Information given in this publication is generally applicable to equipment described.  
 Changes may be made in future without notice.



# TRANSFORMADORES TRIFASICOS DE DISTRIBUCION SUMERGIDOS EN ACEITE

## THREEPHASE OIL-INMERSED DISTRIBUTION TRANSFORMERS



**sea Brown Boveri Industrial S.A.**

**ABB**  
ASEA BROWN BOVERI



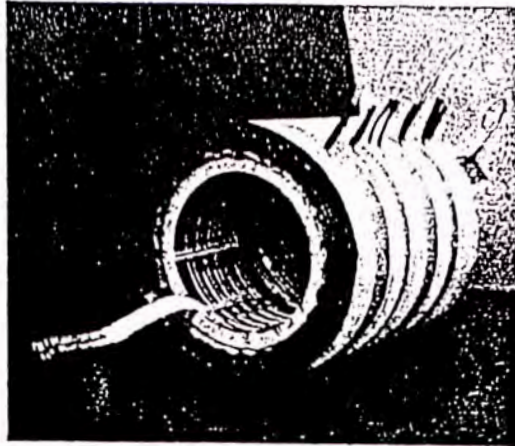
## Parte Activa

Los transformadores trifásicos de distribución BBC, tienen como principal característica el poseer una parte activa compacta. El núcleo de columnas ensamblado con láminas de acero al silicio de grano orientado y los arrollamientos de cobre, están reforzados con una estructura de caoba selecta.

La parte activa está fija a la tapa del transformador y tiene un interruptor en vacío para la compensación de variaciones en la tensión.

## Core and Coils

Threephase distribution transformers have a compact core and coils assembly as a principal characteristic. The columns core is made of high permeability grain oriented steel and the copper windings assembly are reinforced with select mahogany structure. The core and coils assembly is fixed to the transformer cover and has an off-load tap changer to compensate voltage side variations.



## Arrollamientos

Los arrollamientos de cobre electroлитico están conformados por bobinas concéntricas. Generalmente las bobinas de baja tensión están en el lado interior y las de alta tensión hacia el lado exterior. Los aislamientos son de papel y cartón duro impregnados en aceite de alta resistencia dieléctrica.

## Windings

Electrolytic copper windings are conformed by concentric coils. Generally low voltage coils are in internal side and the high voltage in the external side. Isolation is composed of oil impregnated paper and board of high dielectric strength.

## Tanque Conservador, Aisladores, Manija del Conmutador

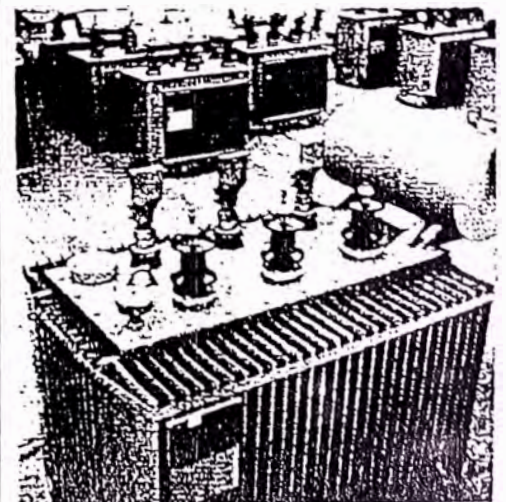
De acuerdo a las normas C.E.I. PUB. 76 nuestros transformadores trifásicos de distribución incluyen un tanque conservador de aceite que permite absorber las variaciones de nivel de aceite y reducir el contacto directo entre el aceite del tanque y el exterior.

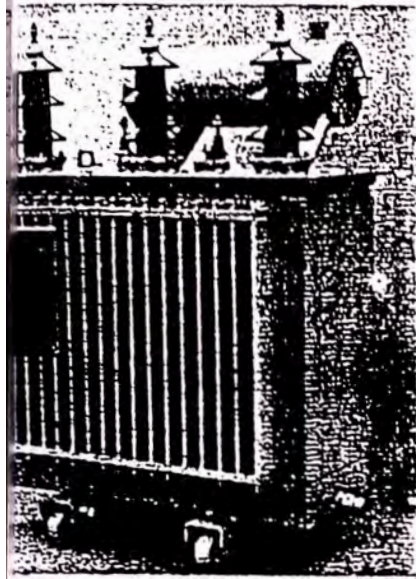
Los aisladores montados sobre la tapa, son de porcelana vitrificada. El mando del conmutador en vacío está ubicado sobre la tapa, entre los bornes de alta y baja tensión.

## Conservator tank, Bushings, Tap-Changer Handle.

According to I.E.C. PUB. 76 standards our threephase distribution transformers include an oil conservator tank to permit absorption of oil level variations and a reduced direct contact between transformer oil and air.

Cover mounted bushings are of vitrified porcelain. Off-load tap changer handle on the cover, between the H.V. and L.V. bushings.





## Accesorios Convencionales

Indicador de nivel de aceite.  
 Placa de características.  
 Válvula de vaciado y toma de  
 muestras de aceite.  
 Conexión a tierra del tanque.  
 Anillos de suspensión.

## Conventional Accessories

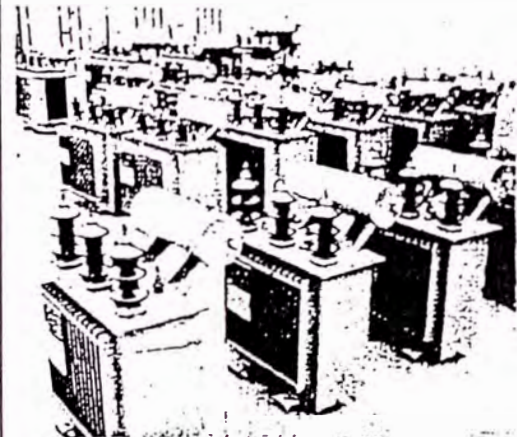
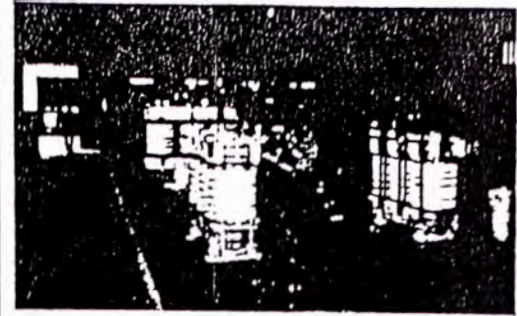
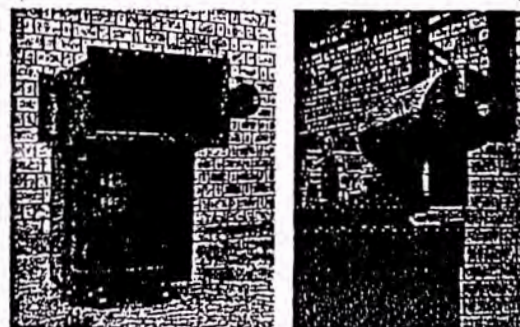
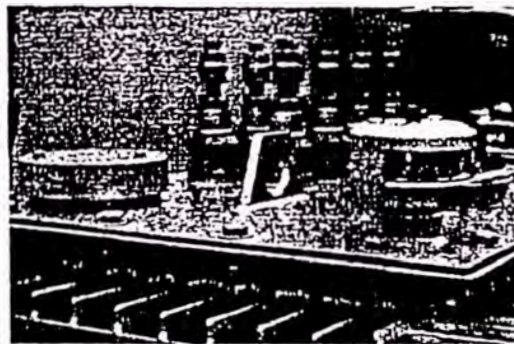
Oil level indicator.  
 Name plate.  
 Draining and sampling valve.  
 Lifting Lugs.  
 Ground pad tank.

## Accesorios Especiales

- Relé Buchholz.
- Desecador de aire.
- Ruedas.
- Cajuela AT/BT.
- Válvula de seguridad  
 (Convencional para 250 kVA y  
 más)

## Special Accessories

- Buchholz relay
- Dehydrater air
- Wheels
- Bushing protective box.
- Relief pressure device  
 (Conventional to 250 kVA &  
 above).



## Pruebas Eléctricas de Rutina

Todos los transformadores son  
 sometidos a las siguientes pruebas  
 de rutina:

- Control de relación de  
 transformación y polaridad.
- Medida de las pérdidas en el hierro  
 y cobre de la tensión de  
 cortocircuito.
- Prueba de tensión inducida.
- Prueba de tensión aplicada.
- Verificación de la calidad de  
 aceite.

## Routine Electric Tests

The following routine tests are  
 performed on each of our  
 transformers:

- Transformer voltage relation and  
 polarity control.
- No load, copper losses and short-  
 circuit voltage measurement.
- Induced voltage test.
- Applied voltage test.
- Oil quality control.



## Ejecución convencional

Nuestra ejecución convencional de transformadores trifásicos de distribución considera la fabricación de tanques ondulados (con aletas de refrigeración).

## Conventional execution

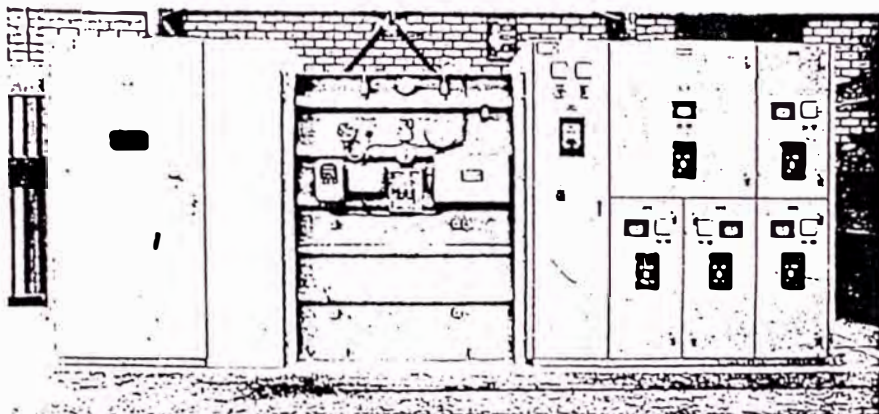
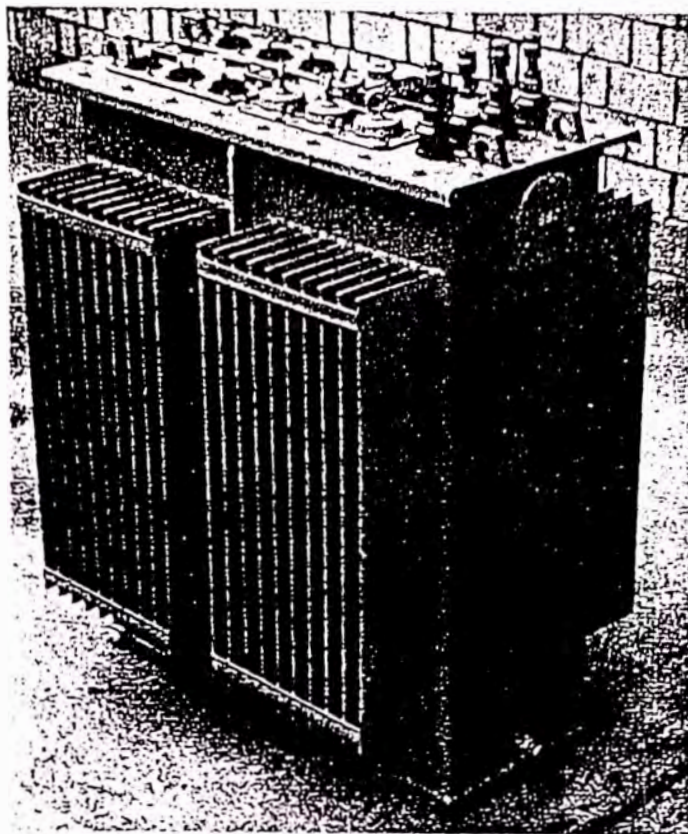
Our conventional execution of ree-phase distribution transformers consider the corrugated tank manufacture (with cooling fins).

## Ejecuciones especiales

Tipo pedestal (Gabinete).  
Tipo bóveda (Subterráneo).  
Tipo integrado.

## Special executions

Padmounted type.  
Underground type.  
Substation type.



BROWN BOVERI INDUSTRIAL CANEPA TABINI S.A., fabrica transformadores trifásicos de distribución en baño de aceite desde el año 1962.

Nuestra tecnología es el resultado directo de programas intensivos de investigación y desarrollo, así como de la capacitación de nuestro personal técnico.

Nuestro prestigio y experiencia en la fabricación de transformadores, nos obliga marchar a la vanguardia de la industria electromecánica de América.

BROWN BOVERI INDUSTRIAL CANEPA TABINI S.A., manufactures three phase oil-immersed distribution transformers since 1962.

Our technology is a direct result of an on going intensive research and development programme the same as the training of our technical personnel.

Our good name and experience in the manufacture of transformers obligate us to stay at the vanguard of the American Electromechanical Industry.

**Asa Brown Boveri Industrial S.A.**

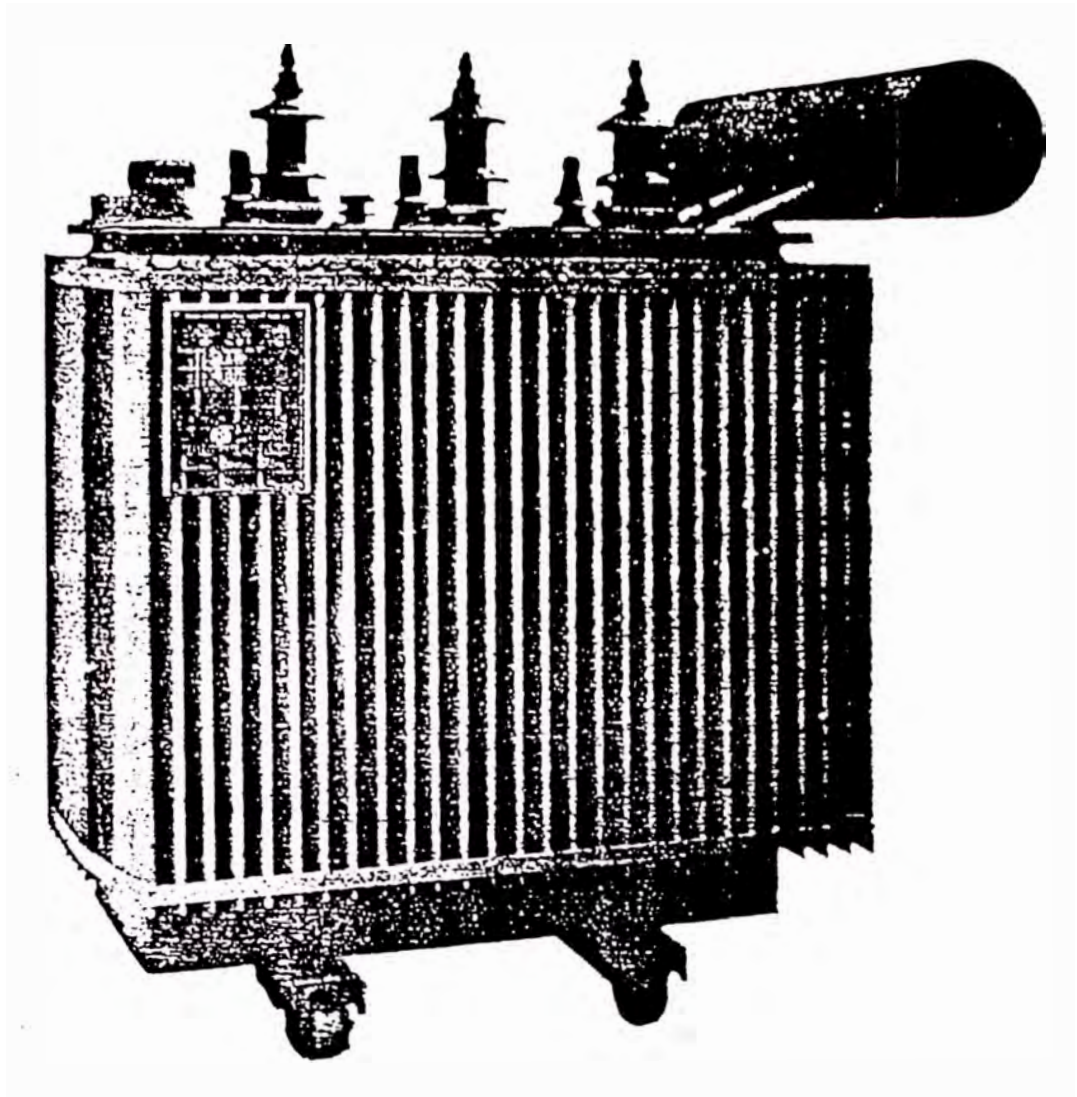
**ABB**  
ASEA BROWN BOVERI

Av. Argentina N° 3120 - Teléfono N° 527641 - Apartado Postal N° 3846  
Telefax: 0051-14-427672 - Telex: 20146 PE BBICT - LIMA - PERU

STRIA PERUANA

REGISTRO INDUSTRIAL 15-00653-C

Asea Brown Boveri Industrial S.A.



#### TRANSFORMADOR CONVENCIONAL DE DISTRIBUCION

Una de nuestras principales líneas es la fabricación de transformadores de distribución tipo convencional con tanque ondulado en baño de aceite.

Estos transformadores son construidos según las recomendaciones de las Normas C.E.I.; utilizando insumos de calidad rigurosamente controlada.

Son muy utilizados por las empresas de energía en la electrificación de ciudades así como por plantas industriales en sus centros de transformación.

Siguiendo las Normas Peruanas y las recomendaciones C.F.i.; hemos normalizado las siguientes potencias:

50; 100; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 640; 800;  
1000; 1250 y 1600 kVA.





Asea Brown Boveri Industrial S.A.

## TRANSFORMADORES TRIFASICOS

### GENERALIDADES

Nuestros transformadores trifásicos convencionales, en baño de aceite, son construídos según las normas CEI - NOP 10011.

### TANQUE

El tanque es de plancha de hierro soldada con superficie lateral ondulada. La tapa es construída con plancha de hierro reforzada y se fija al tanque mediante pernos. La parte activa del transformador está suspendida de la tapa, de modo que se puede levantar con esta (después de soltar los pernos) sin necesidad de abrir las conexiones internas.

### NUCLEO

El núcleo magnético está compuesto de columnas, de sección aproximadamente circular, dispuestas en un solo plano. Tanto las columnas como los yugos son fabricados con plancha de grano orientado laminada en frío y ensamblados convenientemente para obtener corriente y pérdidas en vacío reducidas.

### ARROLLAMIENTOS

Los arrollamientos están formados por bobinas redondas de cobre electrolítico, aislados cuidadosamente y dispuestos concéntricos con las columnas del núcleo, dejando normalmente al exterior el arrollamiento de alta tensión. Las fuerzas radiales ocasionadas por un cortocircuito son asumidas por el cobre y las fuerzas axiales por una adecuada construcción de los apoyos terminales del arrollamiento.

### BORNES

Todos los bornes pasantes son de porcelana, que se fijan sobre la tapa mediante pernos de anclaje. Los transformadores reciben normalmente tres bornes de alta tensión y tres de baja tensión, añadiéndose un cuarto borne para el punto neutro en el caso de conexión estrella o zig-zag.

### ACCESORIOS NORMALES

- a. Tanque conservador (opcional para transformadores de 320 kVA)
- b. Conmutador de tomas suplementarias.
- c. Válvula de seguridad para potencias a partir de 250 kVA, si el transformador es sin cajuela de protección de bornes y 320 con dicha cajuela.



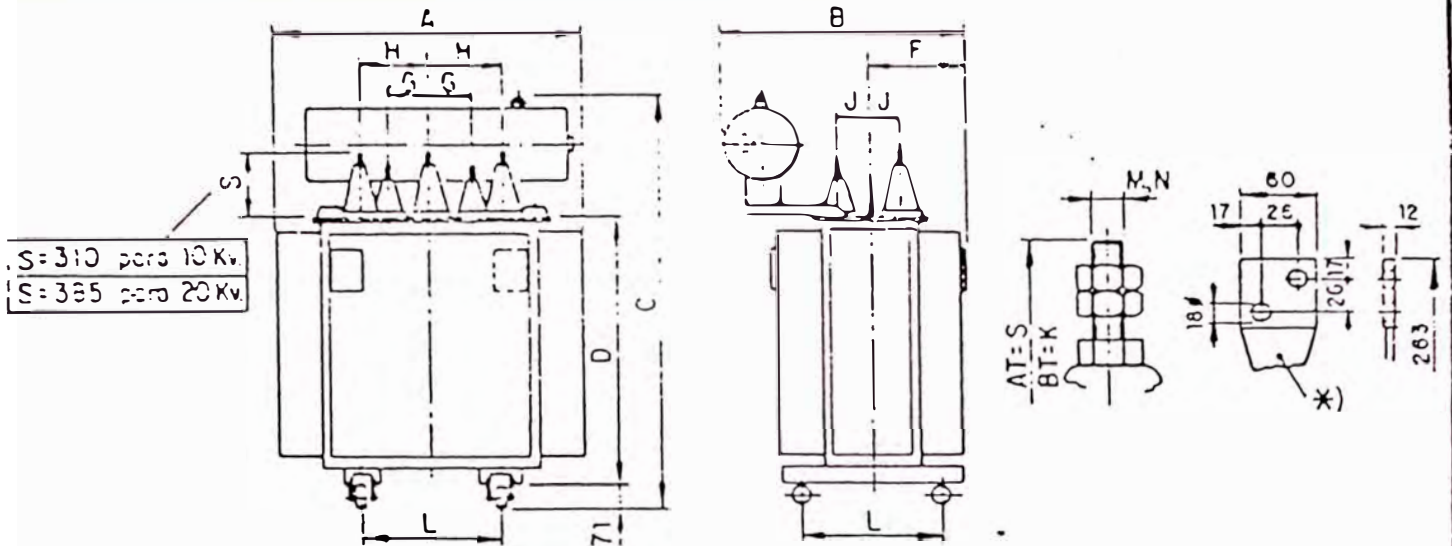
## Asea Brown Boveri Industrial S.A.

- d. Medidor de nivel de aceite.
- e. Grifo de vaciado y toma de muestras de aceite.
- f. Ganchos de suspensión para levantar la parte activa o el transformador completo.
- g. Borne de conexión a tierra.
- h. Placa de características.
- i. Dotación de aceite.

### ACCESORIOS ESPECIALES

- a. Termómetro bimetálico.
- b. Ruedas orientables en planos perpendiculares.
- c. Relé Buchholz.
- d. Desecador de aire.
- e. Cajuela para protección de bornes.

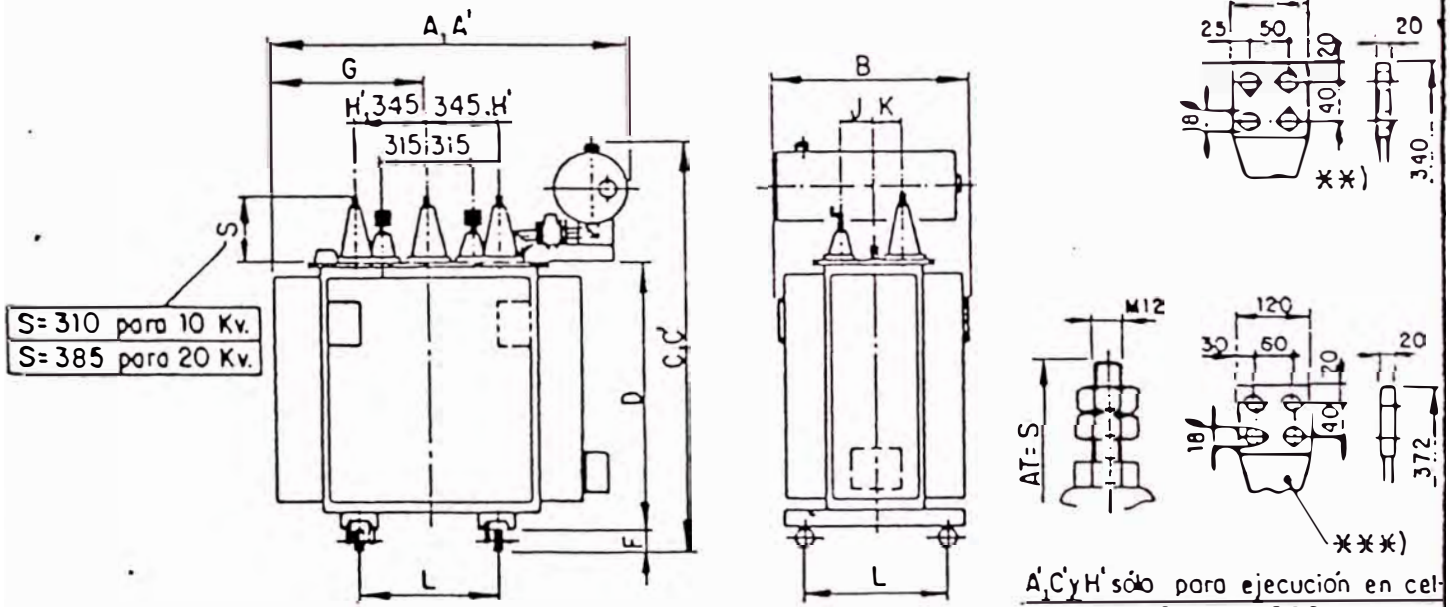




S=310 para 10 Kv.  
S=385 para 20 Kv.

Dimensiones aproximadas en mm.

Potencia kVA.	A	B	C	D	F	G	H	J	K	L	Conexiones		Peso Aceite Kg	Peso Total Kg
											BT.	A.T.		
50	870	795	1410	615	240	195	310	90	138	420	M12	M.12	153	496
100	970	890	1470	878	330	280	345	100	178	420	M20	M.12	216	704
160÷200	1180	980	1605	1013	400	300	345	110	178	470	M20	M.12	310	1044
250÷320	1340	1000	1670	1075	410	300	345	130	*	470	*	M.12	400	1384



S=310 para 10 Kv.  
S=385 para 20 Kv.

A', C y H' sólo para ejecución en cel-  
do hasta 12 Kv a 1000 m.s.n.m. y  
sin Relé Buchholz

E=Ejecución Especial: BT > 1500A. Dimensiones aproximadas en mm.

Potencia kVA.	A	A'	B	C	C'	D	F	G	H'	J	K	L	Conex. BT.	Peso Aceite Kg	Peso Total Kg
400÷500	1710	1535	1070	1900	1750	1190	71	665	315	155	150	570	*	540	1900
640÷800	1950	1670	1090	1915	1795	1233	71	830	315	160	160	570	*,**	680	2600
1000÷1250	2100	1870	1180	2190	2050	1475	88	905	345	175	175	670	**	900	3560
1600	2150	—	1080	2300	—	1585	88	970	—	200	200	820		1095	4120
1000÷1250E	2150	1925	1210	2190	2050	1475	88	970	345	180	230	820		1090	3910
1600 E	2200	—	1150	2350	—	1585	88	1020	—	200	250	900	***)	1410	4765
2000	2200	—	1150	2350	—	1585	88	1020	—	200	250	900		1370	4970

Fecha 20-12-85

Reemplaza a: YPCT491027

NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA ALUMBRADO DE INTERIORES.  
Valores recomendados (1)

Área	Lux mantenidos en servicio	Área	Lux mantenidos en servicio
Fabricación de aeroplanos:		Armerías:	
Partes de almacenaje.		Taladrado .....	100
Producción .....	500	Exposiciones .....	300
Inspección .....	1000	Galerías de arte:	
Fabricación de conjuntos		General.....	100
Taladrado, remachado y atornillado .....	300	Sobre las pinturas (iluminación suplementaria) .....	500
Casetas de roclado .....	300	Montaje:	
Trabajo de láminas de aluminio y plantillas; moldeo y acabado de pequeñas partes para el fuselaje, secciones de las alas, recubrimiento, etc.	500	Basto .....	200
Soldadura		Medio .....	500
Iluminación general.....	300	Fino .....	1000
Iluminación suplementaria.	1000	Extra fino .....	3000
Primer montaje			(2)
Tren de aterrizaje, fuselaje, secciones de las alas, cabina y otras grandes partes .....	300	Auditorios:	
Montaje final		Sólo público .....	100
Colocación de los motores, hélices, secciones de las alas y tren de aterrizaje..	300	Exposiciones .....	300
Inspección de los aparatos montados y su equipo ....	500	Automóviles:	
Reparaciones de máquinas-herramientas .....	1000	Espacios de aparcamiento....	20
		Salas de exposición (véase también escaparates) .....	500
		Fabricación de automóviles:	
		Línea de montaje .....	1000
		Montaje del chasis .....	300
		Fabricación del cuerpo	
		Partes .....	300
		Montaje .....	300
		Acabado e Inspección .....	2000
			(2)

(1) De « Manual de Iluminación de la IES ».

(2) Lámparas suplementarias se usan frecuentemente en combinación con la iluminación general que producen una iluminación no inferior a 200 lux, para conseguir el nivel de iluminación requerido para el trabajo.

(3) Cuando hay superficies especulares en el campo de visión, si se quieren reducir las reflexiones molestas son necesarios mantillos de gran superficie y bajo brillo.

(4) Cuando en las escuelas se usan los encerados con fines de demostración, se necesitan niveles mayores de los indicados.

(\*) Margen de 1500 a 3000 lux.

(\*) Margen de 3000 a 7000 lux.

(\*) Margen de 700 a 1500 lux.

(\*) Margen de 300 a 700 lux.

Área	Lux mantenidos en servicio	Área	Lux mantenidos en servicio	Área	Lux mantenidos en servicio	Área	Lux mantenidos en servicio
<b>Panaderías:</b>		<b>Fabricación y envuelta de dulces</b>	500	<b>Productos arcillosos y cementos:</b>		<b>plex (horizontal) (30 cm sobre el suelo)</b>	50
Sala de mezclado	200	Decoración especial a mano	500	Molido, prensas de filtrado, sala del horno	50	Parte trasera de todos los paneles de conmutación (vertical)	100
Cara de los estantes (iluminación vertical)	100	<b>Envasado de conservas:</b>		Moldeo, prensado, lavado y ajuste	200	Alumbrado de emergencia, todas las áreas	30
Interior de las mezcladoras (mezclad. verticales)	500	Recepción		Cobreado, vitrificado y esmalinado	300	Salas de tribunales	200
Sala de fermentación	100	Selección de las materias primas	200	<b>Industria del lavado y del planchado:</b>		<b>Productos lácteos:</b>	
Sala de producción	100	Tomates	1000	Comprobación y selección	200	Industria de la leche fluida	
Pan	200	Selección de colores (salas de corte)	1000	Lavado seco y húmedo y vaporización	100	Hervidores	100
Productos dulces fermentados	300	<b>Preparación</b>		Inspección y limpieza de manchas	2000	Almacenado de botellas	100
Sala de pruebas	100	Selección preliminar			(*)	Selección de botellas	500
Sala del horno	200	Albaricoques y melocotones	500	Planchado		Lavado de botellas	3000
Rellenos y otros ingredientes	300	Tomates	1000	Mecánico	300		(*)
Decorado y helado		Acetunas	1250	Manual	500	Lavado de latas	200
Mecánico	200	Cortado y deshuesado	350	Recepción y distribución	100	Equipo de refrigeración	200
Manual	500	Selección final	1000	Reparación y reforma	2000	Llenado e inspección	500
Escalas y termómetros	300	<b>Enlatado</b>			(*)	Calibradores (enfrente)	300
Sala de envolver	200	Envasado por cinta continua	1000	<b>Industria textil:</b>		Laboratorios	500
Almacén	100	Enlatado por inmersión	1000	Cortado, inspección y cosido		Plataforma de carga	100
Sala de envíos	200	Enlatado a mano	200	Géneros claros	300	Paneles de medidores (enfrente)	300
<b>Bancos:</b>		Acetunas	500	Géneros medios	1000	Pasteurizadores	200
Vestíbulo	200	Examen de las muestras enlatadas	1500	Géneros oscuros	3000	Sala de recepción	200
Cajas y oficinas	500		(*)		(*)	Escalas	300
Peluquerías y salones de belleza	500	<b>Manejo de los recipientes</b>		Planchado, tratado de la tela (tela aceitosa, etc.)		Separadores	200
<b>Encuadración:</b>		Inspección	1500	Géneros claros	300	Almacén refrigerado	100
Plegado, montaje, empastado, etcétera	200	Cierre	100	Géneros medios	500	Tanques	
Cortado, punzonado y cosido	300	Colocación de etiquetas y envasado	200	Géneros oscuros	1000	Interiores claros	100
Repujado	300	Almacén	50	<b>Salas de clubs y residencias:</b>		Interiores oscuros	1000
<b>Cervecerías:</b>		<b>Trabajos químicos:</b>		Salas de estar y lectura	200	Termómetros (enfrente)	300
Local de mezclado	50	Hornos manuales, tanques de hervido, secadores estacionarios, cristallizadores estacionarios y por gravedad	50	Auditorios	100	Cuhas	500
Hervido, lavado de barriles y llenado	100	Hornos mecánicos, generadores y alambiques, secadores mecánicos, evaporadores, filtración, cristallizadores mecánicos, blanqueo	100	Plantas de destilación y lavado de carbones:		Sala de pesado	100
Embotellado	200	Tanques de cocción, extractores, filtros, nitradores, células electrolíticas	200	Rotura, cribado y lavado	100	Salas de baile	50
<b>Dulcerías:</b>		<b>Templos:</b>		Recogida	3000	Muelles, terminales y estaciones:	
Departamento de cajas	200	Auditorios	100		(*)	Sala de espera	200
Departamento del chocolate		Aulas dominicales	200	<b>Construcción (Interior)</b>		Despacho de billetes	
Descascarillado, aventado, extracción de grasas, triturado y refinado, allmentación	100	Púlpito (iluminación suplementaria)	200	General	100	General	200
Lavado de los granos; selección, inmersión, envasado y arrollado	200	Vidrieras artísticas		General		Taquillas (iluminación suplementaria)	500
Molido	500	Color claro	200	<b>Salas de control:</b>		Salones de descanso y para fumadores	200
Producción de crema		Color medio	1000	Cara vertical de los paneles de conmutadores		Oficina de comprobación del equipaje	200
Mezclado, cocinado y moldeado	200	Color oscuro	2000	Simplex o selección de operador de doble cara		Almacén	50
Pastillas de goma y de gelatina	200		(*)	Tipo A. Gran sala de control centralizada a 1,7 metros sobre el suelo	500	Público	50
Decorado manual	500		(*)	Tipo B. Salas de control ordinarias a 1,7 m del suelo	300	Plataformas	50
<b>Dulces duros</b>			(*)	Selección de cara doble lejos del operador	250	Lavabos	100
Mezclado, cocido y moldeado	200		(*)	Paneles de banco (nivel horizontal)	300	<b>Paneles de despacho:</b>	
Cortado y selección	500		(*)	Área del interior de los paneles de conmutación dú-		Plano horizontal (nivel del pupitre)	500
						Cara vertical del panel (1,2 m sobre el suelo, enfrente del operador)	
						Salas de despacho de carga clasificada	500
						Sala de despacho secundaria	300



NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA ALUMBRADO DE INTERIORES.  
Valores recomendados. (Continuación)

Área	Lux mantenidos en servicio	Área	Lux mantenidos en servicio
Salas de dibujo:		Garajes, automóviles y camiones:	
Trabajo cercano prolongado, dibujo artístico y diseño detallado	500	Almacenaje	
Fabricación de material eléctrico:		Vivo	100
Impregnado	300	Muerto	20
Aislado y arrollado de bobinas	1000	Reparación, lavado, servicio.	500
Ensayo	500	Trabajos en vidrio:	
Mecanizado (véase talleres mecánicos)		Salas de mezcla y de hornos, máquinas de prensado, de lehr, y de soplado de vidrio	100
Montado (véase Montaje)		Moldeo, corte de vidrio a medida, plateado	300
Reconocimiento (véase Inspección)		Moldeo fino, biselado, grabado, decoración, pulido	500
Ascensores de carga y de pasaje	100	Inspección	1000
Grabado	1000	Confección de prendas:	
Explosivos:	(*)	Planchado, unión, selección	
Hornos manuales, tanques de ebullición, secadores fijos, cristalizadores fijos y de gravedad	50	Géneros claros	200
Hornos mecánicos, generadores y alambiques, secadores mecánicos, evaporadores, cristalizadores mecánicos por filtración	100	Géneros medios	500
Tanques de cocido, extractores, filtros, nitradores	200	Géneros oscuros	1000
Granjas:		Cortado, punteado, ajustado e inspección	
Lechería	100	Géneros claros	300
Sala de bomba contra incendios	100	Géneros medios	1000
Molinos harineros:		Géneros oscuros	2000
Moldeo, cribado, purificado	400	(*)	
Empaquetado	300	Hangares aeroplanos:	
Verificación del producto	400	Almacenaje	100
Cedazos de limpieza, ascensores de personal, pasillos, inspección de recipientes	200	Reparación y servicio	500
Talleres de forja (y soldadura).	100	Confección de sombreros:	
Fundiciones:		Teñido, endurecido, trenzado, limpieza y refinado	
Templado (hornos)	100	Claro	200
Limpieza	200	Medio	500
Fabricación de ánimas		Oscuro	1000
Finas	500	Formado, encolado, alisado, rebordeado, acabado y planchado	
Medias	250	Claro	300
Moldeo y desmenuzado	300	Medio	500
Inspección		Oscuro	1000
Fina	1000	Cosido	
Semifina	500	Claro	300
Medio	300	Medio	1000
Moldeo		Oscuro	2000
Medio	500	(*)	
Grande	300	Viviendas:	
Vertido, clasificación, carga de la cúpula, sacudido	100	Alumbrado general	
Almacenaje	100	Receptor, escaleras, rellenos, comedor, dormitorio, cuarto de baño	50
Distribución y recepción	300	Cocina	100
		Tareas visuales determinadas	
		Lectura	
		Periodos prolongados (tipos pequeños)	400
		Periodos ocasionales (tipos mayores)	200

NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA ALUMBRADO DE INTERIORES.  
Valores recomendados. (Continuación)

Área	Lux mantenidos en servicio	Área	Lux mantenidos en servicio
Estudio		Salas privadas y de guardia	
Lectura de partituras de piano		General	50
Superiores	400-1000	Lectura	200
Medios	200	Salas de limpieza	200
Elementales	100	Solariums	300
Escritura	200	Esterilización, central	300
Cosido		Quirófano	
Géneros oscuros (detalles finos, bajo contraste)	150 ó más	General	500
Periodos prolongados (géneros entre claros y medios)	800	Mesa de operaciones	18000
Ocasional (géneros claros)	400	Terapia	
Ocasional (hilos gruesos, grandes puntadas, gran contraste entre el hilo y el tejido)	200	Física	150
Trabajos de cocina		Ocupacional	300
Inmensión, batería, centro de preparación de comida	400	Sala de tratamiento	
Lavandería		General	300
Finas, tabla de planchar, plancha	400	Mesa de reconocimiento	500
Arreglo personal		Rayos X	
Toiletones y cuartos para vestirse	200	Radiografía y fluoroscopia	100
Afeitado		Cuarto oscuro	100
Espejo del lavabo	400	Sala de espera	100
Trabajos manuales		Oficina y entrevistas	300
Banco de trabajo	400	Hoteles:	
Mesa de juego		Vestíbulo	200
Para juego de cartas	100	Comedor	100
Pin-pong recreativo	200	Cocina	200
Hospitales:		Salas de visita (iluminación suplementaria)	300
Sala de emergencia		Corredores	100
General	500	Salas de escritura (iluminación suplementaria)	300
Local	2000	Fabricación de hielo (sala del motor y del compresor)	100
Sala de examen	500	Inspección:	
Laboratorios		Basta	200
Trabajo de precisión	1000	Mediana	500
Sala general	300	Fina	1000
Mesas de trabajo	500	Extrafina	2000
Depósito de cadáveres y autopsia		(*)	
Sala de autopsia	300	Trabajo en hierro y acero:	
Mesa de autopsia	2000	Hogar abierto	
Depósito de cadáveres, general	200	Patio de almacenaje	50
Estación de niñeras		Piso de carga	100
General	200	Hamaca de vertido	
Pupitre y tablas	300	Hoyos de escorias	200
Salas de crianza		Plataformas de mando	200
General	200	Patio de moldeo	50
Examen y tratamiento	500	Bóveda caliente	200
Obstetricia		Almacén de bóveda caliente	100
Sala de alumbramiento	500	Sótanos de comprobación	50
Mesa de alumbramiento	2000	Reparación de calesas y puertas	200
Farmacia		Patio de desmontado	100
General	300	Patio de almacenaje de so-	
Mesa de trabajo	500	bras	100
		Edificio del mezclador	200
		Edificio de calcinación	100
		Triturador	50
		Vertedero de cenizas	50



NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA ALUMBRADO DE INTERIORES.

Valores recomendados. (Continuación)

Área	Lux mantenidos en servicio	Área	Lux mantenidos en servicio
Hierro fino, hierro basto, planchas, barras y molinos de rebarbeo .....	100	Claro .....	300
Salas de calderas, de producción de energía, de fundición y de hornos .....	100	Medio .....	1000
Laminadores de plancha y de cinta, en caliente .....	100	Oscuro .....	2000
Estirado de cinta en frío, tubos, ralles, varillas y alambre .....	100	( <sup>1</sup> )	
Laminadores comerciales y de planchas ezalladas		Bibliotecas:	
Laminadores de plancha en caliente .....	200	Sala de lectura	
( <sup>1</sup> )		Tareas visuales difíciles...	500
Prensas para hojalata		Tareas visuales ordinarias..	300
Departamento de máquinas para arrollado de cinta en caliente y estañado....	100	Estantes	
Arrollado de cinta en frío..	200	Abiertos al público .....	300
Inspección		Cerrados al público .....	100
Troceado de plancha negra, hierro bruto y hierro fino.	300	Reparación de libros y encuadernación .....	300
Hojalata y otras superficies brillantes .....	500	Catalogación .....	300
( <sup>1</sup> )		Archivo de tarjetas .....	300
Talleres de reparación (véase Talleres de maquinaria)	100	Pupitres para comprobación de entradas y salidas.....	300
Herrerías .....	100	Calabozos .....	100
Laboratorios químicos y físicos) .....	300	Talleres mecánicos:	
Talleres de carpintería y modelado (véase trabajo de madera)	2000	Trabajos bastos de banco y de máquina .....	200
( <sup>1</sup> )		Trabajo medio de banco y máquinas automáticas ordinarias, afinado basto, acabado fino y pulido .....	300
Lavanderías:		Trabajo fino de banco y máquina ordinaria o automática, afinado medio y pulido..	1000
Lavado .....	200	Trabajo extrafino de banco y de máquina, afinado, trabajo fino .....	2000
Planchado, pesado, enlizado, marcado .....	200	( <sup>1</sup> )	
Acabado de máquina y planchado, selección .....	300	Empaquetado de carne:	
Planchado cuidadoso a mano.	500	Matadero .....	100
Manufacturas de cuero:		Limpieza, cortado, cocido, trituración, enlatado, empaquetado .....	200
Calderas .....	50	Museos:	
Lavado, curtido y estrado..	100	General.....	100
Cortado, descarnado e hinchado .....	200	Objetos especiales (iluminación suplementaria) .....	500
Acabado y acoplamiento ...	300	Oficinas:	
Trabajo del cuero:		Tareas visuales difíciles: audición y cuenta, trabajo con máquinas comerciales, transcripcón y tabulación, contabilidad, dibujo, diseñado.	500
Planchado, arrollado y lustrado		Tareas visuales ordinarias: trabajo general de oficina (excepto las tareas enunciadas anteriormente), trabajo de oficina privada, correspondencia general, salas de conferencia, salas de archivos activos, salas de correo.	300
Claro .....	300	Tareas visuales casuales: salas de archivos inactivos, recibidores, escaleras, lavabos y otras áreas de servicio.....	100
Medio .....	500		
Oscuro .....	1000		
Clasificación, emparejado, cortado, montado y cosido			

NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA ALUMBRADO DE INTERIORES.

Valores recomendados. (Continuación)

Área	Lux mantenidos en servicio	Área	Lux mantenidos en servicio
Tareas visuales simples: pasillos y corredores.....	50	Industrias de impresión:	
Empaquetado y envasado en cajas .....	100	Fundición de tipos	
Fábricas de pintura:		Confección de la matriz....	1000
General.....	200	Ensamblaje de la fundición (selección) .....	500
Comparación de las mezclas con las muestras.....	1000	Fundición manual .....	300
Talleres de pintado:		Fundición mecánica .....	200
Inmersión, rociado, flameado, borrado, pintado manual ordinario y acabado artístico, marcado .....	200	Fotografía	
Pintado manual fino y acabado .....	500	Plancha y película secas... 20000	
Pintado manual extrafino y acabado (cuerpos de automóviles, cajas de plano, etc.) .....	1000	( <sup>1</sup> )	
( <sup>2</sup> )		Plancha húmeda .....	30000
Manufactura de cajas de papel:		( <sup>2</sup> )	
Claro .....	200	Impresión sobre metal....	20000
Oscuro .....	500	( <sup>2</sup> )	
Almacenaje .....	50	Electrolipia	
Manufactura de papel:		Moldes, rotación, acabado, nivelado de moldes, ajustado .....	1000
Batidores, triturado, calandrado .....	100	Bloqueado, estañado .....	300
Acabado, cortado, ajustado, máquinas de fabricación de papel .....	300	Nitquelado electrolítico, lavado, reforzado .....	200
Cortado manual, extremo húmedo de la máquina de fabricación de papel .....	300	Fotografado	
Máquina de arrollar papel inspección y laboratorios....	500	Grabado, preparación ....	200
Segundo arrollado .....	1000	Bloqueo .....	300
Almacenaje .....	50	Probado, rotación, acabado.	500
Nitquelado .....	100	Extendido de tinta, enmascarado .....	1000
Pulido y bruñido .....	200	Prensas.....	300
Oficina de correos:		Piedras de prueba.....	1000
Vestíbulo .....	200	( <sup>2</sup> )	
Selección, despacho, etc.....	500	Lectura de la prueba.....	1000
Almacenaje .....	100	Inspección del color .....	1000
Sala de archivos .....	300	( <sup>1</sup> )	
Escaleras .....	100	Composición mecánica .....	1000
Corredores .....	50	( <sup>1</sup> )	
Plantas de producción de energía, sala de máquinas, calderas:		Oficinas profesionales:	
Calderas, manejo de carbón y cenizas, salas de acumuladores .....	50	Salas de espera .....	200
Equipo auxiliar, conmutadores de aceite, transformadores, motores, insufladores, compresores .....	200	Salas de consulta.....	300
(Véase también Salas de control y despacho)		Salas de examen (iluminación suplementaria) .....	1000
		Sillones dentales (iluminación suplementaria) .....	2000
		Recepción y distribución .....	100
		Residencias (véase Viviendas)	
		Restaurantes, comedores, cafeterías	
		Área para comer .....	100
		Muestra de alimentos .....	500
		Cocinas .....	200
		Géneros de goma (mecánicos):	
		Preparación de existencias	
		Plastificación, triturado y Branbury .....	200
		Calandrado .....	300
		Preparación del producto (corte del suministro y estrado de mangueras) .....	300
		Productos extrusionados ....	300

NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA ALUMBRADO DE INTERIORES.

Valores recomendados. (Continuación)

Área	Lux mantenidos en servicio	Área	Lux mantenidos en servicio
Productos moldeados y curados .....	500	Prensas, cizalladoras, trabajo medio de banco .....	300
Inspección .....	1000	Punzonadoras .....	250
Envasado .....	200	Inspección de hojalata .....	500
Almacén .....	50	Trazado .....	1000 (*)
Fabricación de neumáticos y tubos de goma:		Confección de calzado (cuero):	
Preparación de suministros		Cortado y punteado	
Plastificación, triturado y Branbury .....	200	Mesas de corte .....	200
Calandrado .....	300	Marcado, perforación de ojales, raspado, selección empalado y contado .....	200
Preparación del producto (corte de suministros y formación de cuentas) .....	300	Materiales claros .....	1000
Máquinas de formación de tubos .....	200	Materiales oscuros .....	2000 (*)
Fabricación de neumáticos		Punteado	
Neumáticos sólidos .....	200	Materiales claros .....	300
Neumáticos hinchables .....	500	Materiales oscuros .....	2000 (*)
Departamento de curado		Fabricación y acabado	
Cámara y recubrimiento .....	500	Clavadores, instaladores de suelas, batidores y ensambladores de viras, ajustadores, viradores, alhornadores, bordeadores, calzadores, rodadores, cruces, limpieza, roclado, soplado, pulido, estampado, ribeteadores	
Inspección final		Materiales claros .....	200
Cámara .....	500	Materiales oscuros .....	1000
Recubrimiento .....	1000	Almacenaje, empaquetado y distribución .....	100
Envoltura .....	200	Confección de calzado (goma):	
Almacén .....	50	Lavado, recubrimiento, mezcla en molino .....	100
Escuelas:		Barnizado, vulcanizado, calandrado, cortado de la parte superior y de la suela .....	300
Aulas (sobre los pupitres y encerados) .....	300 (*)	Cilindrado de las suelas, revestimiento, fabricación y procesos de acabado .....	500
Salas de estudio, de lectura, de arte, oficinas, bibliotecas, talleres y laboratorios .....	300	Escaparates:	
Aulas para alumnos de visión parcial o que deban aproximarse mucho para leer sobre pupitres y encerados) .....	500	Áreas con alrededores de gran brillantez	
Salas de dibujo, de impresión y de costura .....	500	Muestras generales .....	2000 (*)
Salas de recepción, gimnasios y salas de natación .....	200	Muestras notables .....	5000 (*)
Auditorios (no para estudio), cafeterías, cuartos de armarios, corredores, lavabos, pasillos con armarios, escaleras .....	100	Áreas con alrededores de brillo medio	
Corredores abiertos y salas de almacenes .....	50	Muestras generales .....	1000 (*)
Espacio de servicio:		Muestras notables .....	2000 (*)
Escaleras .....	100	Áreas con alrededores de bajo brillo	
Ascensores; carga y pasaje .....	100	Muestras generales .....	1000 (*)
Corredores .....	50	Muestras notables .....	2000 (*)
Almacenaje (véase almacenaje y salas de suministros)		Áreas con alrededores de bajo brillo	
Lavabos .....	100	Muestras generales .....	1000 (*)
Trabajos de plancha metálica:		Muestras notables .....	2000 (*)
Máquinas en general, trabajo de banco ordinario .....	200		

NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA ALUMBRADO DE INTERIORES.

Valores recomendados. (Continuación)

Área	Lux mantenidos en servicio	Área	Lux mantenidos en servicio
Muestras generales .....	500 (*)	Estrellado y acuchillado en la carda	
Muestras notables .....	1000 (*)	Géneros grises .....	200
Fabricación de jabón:		Géneros color tostado .....	500
Edificios de alambiques, cortado, escamas y polvo de jabón .....	100	Inspección	
Estampado, envuelta y empaquetado, llenado y empaquetado de jabón en polvo .....	200	Géneros grises (giro manual), Géneros color tostado (movimiento rápido) .....	500
Escaleras .....	100	Enganche automático .....	1000
Acero (Véase hierro y acero)		Tejido .....	500
Triturado y cribado de piedra:		Arrastre manual .....	1000
Tubos de transporte por cinta, espacios de minas de línea principal, salas de tolvas, interior de recipientes, sala de primer triturado, trituradores auxiliares, parte inferior de recipientes .....	50	Hilaturas de seda y rayón	
Cribas .....	100	Empapado, tejido provisional y acondicionamiento o situación del torcido .....	100
Manufactura de batería de acumuladores:		Arrollado, torcido, rebobinado en conos, devanado y cortado	
Moldeo de rejillas .....	200	Hilados claros .....	300
Salas de almacenaje y suministros:		Hilados oscuros .....	700
Materiales voluminosos bastos .....	50	Torcido (sistema de seda o de algodón)	
Materiales medios .....	100	En napa, en cabos correderos, en carrete, en estrella, en torcido de estrella .....	500
Materiales finos que requieren cuidado .....	200	Arrastre sobre lizos y peines .....	1000
Interior de almacenes:		Tejido	
Áreas de circulación .....	200	Sobre lizos y pelnes .....	100
Áreas de venta general .....	500 (*)	En torcidos, después de la guarnición .....	200
Vitrinas (escaparates de pared) .....	1000 (*)	En tela tejida .....	300
Muestras notables .....	2000 (*)	Hilaturas de lana y de baja calidad	
Salas de suministros .....	100	Apertura .....	150
Fabricación de estructuras de acero .....	100	Selección .....	1000 (*)
Refinado de azúcar:		Mezclado y recogida .....	150
Selección .....	300	Cardado, pelnado, repelnado y emparrillado .....	350
Inspección del color .....	1000	Estirado	
Ensayo:		Blanco .....	250
Basto .....	200	Coloreado .....	500
Fino .....	300	Retorcido continuo de hilar)	
Instrumentos extrafinos, escalas, etc. .....	1000	Blanco .....	250
Hilanderías textiles:		Coloreado .....	400
Hilaturas de algodón		Retorcido (selfactina)	
Apertura, mezcla, recogida .....	150	Blanco .....	200
Cardado y estirado .....	250	Coloreado .....	400
Torcido, hilado y devanado .....	200	Torcido	
Urdido en la carda .....	200	Blanco .....	250
		Coloreado .....	500
		Arrollado	
		Blanco .....	200
		Coloreado .....	400
		Urdido	
		Blanco .....	200
		Blanco (en el peine) .....	750
			(*)

NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA ALUMBRADO DE INTERIORES.

Valores recomendados. (Continuación)

Área	Lux mantenidos en servicio	Área	Lux mantenidos en servicio
Coloreado .....	400	Tapizados (automóviles, coches, muebles).....	300
Coloreado (en el pelne) ...	750	Vehículos:	
( <sup>1</sup> )		Aeroplanos.....	300
Tejido		Matrículas de automóviles ..	5
Blanco .....	400	Autobuses.....	150-300
Coloreado .....	800	Tranvías, coches urbanos, coches de transporte rápido.	200-300
Sala de géneros grises		Coches de ferrocarriles para pasajeros	
Desmolido .....	1000	Lectura y escritura .....	200-400
( <sup>2</sup> )		Comedor.....	150
Cosido.....	2000	Áreas sociales .....	150
( <sup>3</sup> )		Bar .....	100
Plegado .....	400	Estribos y vestíbulos .....	100
Acabado húmedo		Especios (cara anterior) ...	50
Abatanado .....	250	Coches de ferrocarriles para correo	
Blanqueo .....	250	Soportes de los sacos de correspondencia y paquetes de cartas .....	300
Raspado .....	250	Almacenaje de correspondencia .....	50
Secado .....	250	Almacén .....	50
Teñido .....	1000	Soldadura:	
( <sup>4</sup> )		Iluminación general.....	300
Acabado seco		Iluminación suplementaria... 10000	
Despelusado .....	400	Trabajo de la madera:	
Cortado .....	1000	Serrado basto y trabajo de banco .....	300
( <sup>5</sup> )		Encolado, cepillado, enarenado grueso, trabajo mecánico y de banco de calidad media, encolado, revestido, fabricación de barriles.....	500
Acondicionamiento.....	400	Trabajo fino mecánico y de banco, enarenado fino y acabado .....	1000
Planchado .....	400		
Inspección (en perchas) ...	3000		
Plegado .....	400		
Teatros y cinematógrafos:			
Auditorios			
Durante el intermedio .....	50		
Durante el espectáculo....	1		
Salones .....	50		
Vestíbulo .....	200		
Productos del tabaco:			
Secado, pelado, general .....	100		
Clasificación y selección .....	1000		
Lavabos .....	100		

NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA ALUMBRADO DE EXTERIORES.

Valores recomendados (<sup>1</sup>)

Área	Lux mantenidos en servicio	Área	Lux mantenidos en servicio
Edificios:		Sala de reparaciones	
Construcción general .....	100	General.....	200
Trabajo de excavación .....	20	Áreas de trabajo, servicio, reparación y lavado .....	500
Exteriores de edificios y monumentos, iluminación con proyectores:		Muelles de carga .....	50
Alrededores brillantes		Interior de los coches de carga	100
Superficies claras .....	100	Patios para almacenaje de madera .....	10
Superficies medias y oscuras .....	200	Parques de estacionamiento ...	50
Alrededores oscuros		Muelles:	
Superficies claras .....	50	Carga .....	50
Superficies medias y oscuras .....	100	Pasaje.....	50
Tableros de periódicos y de anuncios:		Patios de cárcel .....	50
Alrededores brillantes		Alumbrado protector	
Superficies brillantes .....	500	Límites	
Superficies oscuras.....	1000	Técnica de proyección brillante (aislada) .....	1,5
Alrededores oscuros		Técnica de alumbrado general (no aislado) .....	2
Superficies claras.....	200	Entradas	
Superficies oscuras.....	500	Activas (para peatones y/o vehículos).....	20
Carbonera (de protección).....	2	Inactivas (en general cerradas empujadas poco frecuentemente).....	5
Excavaciones .....	20	Lugares o estructuras vitales	
Banderas, iluminación abundante.....	300	( <sup>4</sup> )	
Jardines:		Alrededores de edificios ...	5
Estatuaria (blanca o coloreada)	5-10	Alrededores de áreas de embarco activas .....	20
Lechos de flores, rocallas, etc. .	2-4	Áreas inactivas generales .	2
Árboles .....	2-4	Canteras .....	50
Fondo (vallas, enrejados, muros, matorrales, etc.).....	1-2	Muelles de ferrocarriles	
Sendas .....	( <sup>2</sup> )	Recepción .....	2
Escaleras .....	( <sup>3</sup> )	Clasificación .....	3
Estanque y lagos (agua clara)	( <sup>4</sup> )	Astilleros:	
Fuentes (chorro simple) .....	( <sup>5</sup> )	General.....	50
Estaciones de servicio de gasolina:		Vías y áreas de fabricación..	100
Patío.....	100	Chimeneas con anuncios .....	200
Poste de gasolina y caja ...	300	Patios de almacenaje (exterior)	10
		Tanques de agua con anuncios	200

(<sup>1</sup>) Del Manual de Iluminación de la IES.

(<sup>2</sup>) Lámparas de incandescencia de 15 W cada 6-7,5 m.

(<sup>3</sup>) Lámpara de incandescencia de 15 W.









(<sup>4</sup>) 20 W/m<sup>2</sup> de superficie de agua (lámparas de incandescencia).

(<sup>5</sup>) 40 W/m de altura (lámparas de incandescencia).









(<sup>6</sup>) Este valor debe mantenerse en todos los puntos.



COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN Y OTROS DATOS









Luminaria	Distribución	Separación y factor de mantenimiento	Techo	75 %			50 %			30 %	
			Paredes	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
			Índice del local	Coeficientes de utilización							
 1. Reflector forma cúpula R.L.M.		No debe exceder de $1,0 \times h$	0,6	0,37	0,31	0,27	0,36	0,31	0,27	0,31	0,27
			0,8	0,45	0,41	0,38	0,45	0,40	0,37	0,40	0,37
			1,0	0,49	0,45	0,42	0,49	0,45	0,42	0,45	0,42
			1,25	0,53	0,49	0,46	0,53	0,49	0,46	0,48	0,46
		M b 0,75 m 0,65 p 0,55	1,5	0,56	0,53	0,49	0,55	0,52	0,49	0,51	0,49
			2,0	0,61	0,58	0,55	0,60	0,57	0,55	0,56	0,55
			2,5	0,66	0,63	0,60	0,64	0,62	0,60	0,61	0,60
			3,0	0,67	0,65	0,62	0,66	0,64	0,62	0,63	0,61
			4,0	0,71	0,68	0,66	0,69	0,67	0,65	0,66	0,64
			5,0	0,72	0,70	0,67	0,71	0,68	0,67	0,67	0,66
Inf.	0,88	0,88	0,88	0,85	0,85	0,85	0,82	0,82			
 2. Cúpula profunda R.L.M.		No debe exceder de $1,0 \times h$	0,6	0,35	0,31	0,28	0,34	0,31	0,28	0,30	0,28
			0,8	0,43	0,39	0,37	0,42	0,39	0,37	0,39	0,37
			1,0	0,46	0,44	0,42	0,46	0,44	0,42	0,43	0,42
			1,25	0,50	0,47	0,45	0,49	0,49	0,45	0,46	0,45
		M b 0,75 m 0,65 p 0,55	1,5	0,53	0,50	0,47	0,51	0,49	0,47	0,49	0,47
			2,0	0,56	0,54	0,51	0,56	0,54	0,51	0,53	0,51
			2,5	0,61	0,58	0,56	0,59	0,57	0,56	0,56	0,56
			3,0	0,62	0,60	0,57	0,61	0,58	0,57	0,58	0,56
			4,0	0,64	0,62	0,61	0,63	0,61	0,60	0,60	0,59
			5,0	0,65	0,63	0,61	0,64	0,62	0,61	0,61	0,60
Inf.	0,78	0,78	0,78	0,75	0,75	0,75	0,73	0,73			
 3. Reflector de luz estrecho		No debe exceder de $0,6 \times h$	0,6	0,43	0,40	0,39	0,42	0,40	0,39	0,40	0,38
			0,8	0,51	0,50	0,49	0,50	0,49	0,48	0,49	0,46
			1,0	0,55	0,54	0,53	0,54	0,53	0,52	0,53	0,52
			1,25	0,59	0,58	0,57	0,58	0,56	0,55	0,56	0,55
		M b 0,75 m 0,60 p 0,40	1,5	0,61	0,60	0,58	0,59	0,58	0,58	0,58	0,57
			2,0	0,64	0,63	0,62	0,63	0,62	0,61	0,61	0,60
			2,5	0,68	0,65	0,64	0,66	0,65	0,64	0,64	0,63
			3,0	0,69	0,67	0,65	0,67	0,66	0,64	0,64	0,64
			4,0	0,70	0,68	0,67	0,68	0,67	0,66	0,66	0,65
			5,0	0,71	0,70	0,68	0,69	0,67	0,67	0,67	0,66
Inf.	0,84	0,84	0,84	0,81	0,81	0,81	0,78	0,78			
 4. Reflector de haz medio o ancho		No debe exceder de $1,0 \times h$	0,6	0,40	0,36	0,34	0,39	0,36	0,34	0,36	0,33
			0,8	0,48	0,45	0,43	0,47	0,44	0,43	0,44	0,42
			1,0	0,52	0,50	0,48	0,51	0,49	0,47	0,49	0,47
			1,25	0,55	0,53	0,52	0,55	0,52	0,51	0,52	0,51
		M b 0,75 m 0,65 p 0,50	1,5	0,58	0,56	0,53	0,56	0,55	0,53	0,55	0,53
			2,0	0,62	0,60	0,58	0,61	0,59	0,57	0,58	0,57
			2,5	0,66	0,63	0,61	0,64	0,62	0,61	0,62	0,61
			3,0	0,67	0,65	0,62	0,66	0,64	0,62	0,63	0,62
			4,0	0,69	0,67	0,66	0,67	0,65	0,64	0,65	0,64
			5,0	0,70	0,68	0,67	0,69	0,67	0,65	0,66	0,64
Inf.	0,84	0,84	0,84	0,81	0,81	0,81	0,78	0,78			

COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN Y OTROS DATOS. (Continuación)









Luminaria	Distribución	Separación y factor de mantenimiento	Techo	75 %			50 %			30 %	
			Paredes	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
			Índice del local	Coeficientes de utilización							
 5. Reflector pesado haz ancho		No debe exceder de $1,1 \times h$	0,6	0,37	0,34	0,31	0,36	0,34	0,31	0,34	0,31
			0,8	0,45	0,42	0,41	0,44	0,41	0,40	0,41	0,39
			1,0	0,48	0,46	0,45	0,49	0,45	0,44	0,45	0,44
			1,25	0,52	0,50	0,48	0,51	0,49	0,48	0,49	0,48
		M b 0,80 m 0,72 p 0,65	1,5	0,55	0,52	0,51	0,54	0,51	0,50	0,51	0,50
			2,0	0,57	0,56	0,54	0,57	0,55	0,53	0,55	0,53
			2,5	0,62	0,59	0,57	0,60	0,58	0,57	0,57	0,56
			3,0	0,63	0,61	0,58	0,62	0,59	0,58	0,59	0,58
			4,0	0,64	0,62	0,61	0,63	0,61	0,60	0,60	0,59
			5,0	0,66	0,64	0,62	0,64	0,62	0,61	0,62	0,60
Inf.	0,78	0,78	0,78	0,75	0,75	0,75	0,73	0,73			
 6. Difusor R.L.M.		No debe exceder de $1,0 \times h$	0,6	0,27	0,23	0,20	0,26	0,23	0,20	0,22	0,20
			0,8	0,34	0,30	0,28	0,33	0,29	0,27	0,29	0,27
			1,0	0,37	0,34	0,31	0,36	0,33	0,31	0,32	0,30
			1,25	0,40	0,37	0,34	0,39	0,36	0,34	0,35	0,33
		M b 0,70 m 0,60 p 0,45	1,5	0,42	0,39	0,37	0,40	0,38	0,36	0,37	0,36
			2,0	0,46	0,43	0,41	0,45	0,42	0,40	0,41	0,40
			2,5	0,49	0,47	0,44	0,48	0,46	0,44	0,44	0,43
			3,0	0,51	0,49	0,46	0,49	0,47	0,46	0,46	0,44
			4,0	0,53	0,51	0,49	0,51	0,49	0,48	0,48	0,47
			5,0	0,54	0,53	0,51	0,53	0,51	0,49	0,49	0,48
Inf.	0,69	0,69	0,69	0,65	0,65	0,65	0,62	0,62			
 7. Difusor platinado R.L.M.		No debe exceder de $0,8 \times h$	0,6	0,38	0,36	0,35	0,38	0,36	0,35	0,38	0,35
			0,8	0,46	0,45	0,44	0,45	0,44	0,43	0,44	0,42
			1,0	0,49	0,49	0,48	0,49	0,48	0,47	0,48	0,47
			1,25	0,53	0,52	0,51	0,52	0,51	0,50	0,51	0,49
		M b 0,60 m 0,50 p 0,40	1,5	0,55	0,54	0,53	0,53	0,53	0,52	0,53	0,51
			2,0	0,57	0,57	0,56	0,57	0,56	0,55	0,55	0,54
			2,5	0,61	0,59	0,58	0,59	0,58	0,57	0,57	0,56
			3,0	0,62	0,61	0,59	0,60	0,59	0,58	0,58	0,57
			4,0	0,63	0,62	0,61	0,61	0,60	0,59	0,59	0,58
			5,0	0,64	0,63	0,62	0,62	0,61	0,60	0,60	0,59
Inf.	0,75	0,75	0,75	0,72	0,72	0,72	0,70	0,70			
 8. Lente prismática haz medio		No debe exceder de $0,8 \times h$	0,6	0,25	0,22	0,20	0,24	0,22	0,20	0,22	0,20
			0,8	0,31	0,28	0,26	0,29	0,28	0,26	0,28	0,26
			1,0	0,34	0,31	0,29	0,32	0,31	0,29	0,30	0,28
			1,25	0,36	0,33	0,32	0,34	0,33	0,31	0,32	0,30
		M b 0,70 m 0,60 p 0,50	1,5	0,38	0,35	0,34	0,36	0,34	0,33	0,34	0,32
			2,0	0,40	0,39	0,38	0,39	0,37	0,36	0,37	0,35
			2,5	0,43	0,41	0,40	0,42	0,40	0,39	0,38	0,38
			3,0	0,45	0,43	0,42	0,44	0,41	0,40	0,40	0,40
			4,0	0,48	0,45	0,44	0,47	0,43	0,42	0,42	0,41
			5,0	0,50	0,47	0,46	0,48	0,46	0,45	0,45	0,44
Inf.	0,59	0,59	0,59	0,57	0,57	0,57	0,55	0,55			











COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN Y OTROS DATOS. (Continuación)

Luminaria	Distribución	Separación y factor de mantenimiento	Techo	75 %			50 %			30 %	
			Paredes	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
				Índice del local	Coeficiente de utilización						
 9. Pantalla Industrial 2 lámparas 40 W		No debe exceder de $1,0 \times h$	0,6	0,38	0,32	0,28	0,37	0,32	0,28	0,31	0,28
			0,8	0,47	0,42	0,39	0,46	0,41	0,38	0,40	0,37
			1,0	0,51	0,47	0,44	0,50	0,47	0,43	0,46	0,43
			1,25	0,55	0,51	0,48	0,54	0,51	0,47	0,50	0,47
			Inf.	0,88	0,88	0,88	0,85	0,85	0,85	0,82	0,82
		M b 0,65 m 0,55	1,5	0,58	0,54	0,51	0,57	0,53	0,51	0,52	0,50
			2,0	0,63	0,60	0,57	0,62	0,59	0,56	0,58	0,55
			2,5	0,68	0,64	0,61	0,66	0,64	0,61	0,63	0,60
			3,0	0,70	0,67	0,63	0,68	0,65	0,63	0,64	0,62
			Inf.	0,88	0,88	0,88	0,85	0,85	0,85	0,82	0,82
 10. Pantalla directa con celosía		No debe exceder de $1,0 \times h$	0,6	0,33	0,28	0,26	0,32	0,28	0,26	0,28	0,26
			0,8	0,39	0,36	0,34	0,39	0,35	0,34	0,35	0,34
			1,0	0,43	0,40	0,38	0,42	0,40	0,38	0,39	0,38
			1,25	0,46	0,43	0,41	0,45	0,43	0,41	0,42	0,41
			Inf.	0,71	0,71	0,71	0,69	0,69	0,69	0,67	0,67
		M b 0,65 m 0,55 p 0,45	1,5	0,48	0,46	0,43	0,47	0,45	0,43	0,45	0,43
			2,0	0,52	0,50	0,47	0,51	0,49	0,47	0,48	0,47
			2,5	0,55	0,53	0,51	0,54	0,52	0,51	0,52	0,51
			3,0	0,57	0,55	0,52	0,56	0,53	0,52	0,53	0,52
			Inf.	0,71	0,71	0,71	0,69	0,69	0,69	0,67	0,67
 11. Pantalla a prueba de polvo y vapores		No debe exceder de $1,0 \times h$	0,6	0,29	0,26	0,23	0,28	0,26	0,23	0,25	0,23
			0,8	0,35	0,32	0,31	0,35	0,32	0,30	0,32	0,30
			1,0	0,38	0,36	0,34	0,38	0,36	0,34	0,35	0,34
			1,25	0,41	0,39	0,37	0,41	0,39	0,37	0,38	0,37
			Inf.	0,67	0,67	0,67	0,65	0,65	0,65	0,63	0,63
		M b 0,70 m 0,65 p 0,55	1,5	0,44	0,41	0,39	0,42	0,41	0,39	0,40	0,39
			2,0	0,46	0,45	0,42	0,46	0,44	0,42	0,44	0,42
			2,5	0,50	0,48	0,46	0,49	0,47	0,46	0,46	0,46
			3,0	0,51	0,49	0,47	0,50	0,48	0,47	0,48	0,46
			Inf.	0,67	0,67	0,67	0,65	0,65	0,65	0,63	0,63
 12. Lámpara de mercurio de 3 kW		No debe exceder de $1,0 \times h$	0,6	0,38	0,32	0,28	0,37	0,32	0,28	0,31	0,28
			0,8	0,47	0,42	0,39	0,46	0,41	0,38	0,41	0,38
			1,0	0,51	0,47	0,43	0,50	0,47	0,43	0,46	0,43
			1,25	0,55	0,51	0,47	0,54	0,51	0,47	0,49	0,47
			Inf.	0,89	0,89	0,89	0,86	0,86	0,86	0,83	0,83
		M b 0,70 m 0,60 p 0,50	1,5	0,58	0,54	0,51	0,56	0,53	0,51	0,52	0,51
			2,0	0,63	0,59	0,56	0,62	0,59	0,56	0,58	0,56
			2,5	0,67	0,64	0,61	0,66	0,63	0,61	0,63	0,61
			3,0	0,69	0,67	0,64	0,67	0,65	0,63	0,64	0,63
			Inf.	0,89	0,89	0,89	0,86	0,86	0,86	0,83	0,83









COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN Y OTROS DATOS. (Continuación)

Luminaria	Distribución	Separación y factor de mantenimiento	Techo	75 %			50 %			30 %	
			Paredes	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
				Índice del local	Coeficientes de utilización						
 13. Empotrado abierto		No debe exceder de $0,8 \times h$	0,6	0,40	0,37	0,35	0,39	0,37	0,35	0,37	0,35
			0,8	0,48	0,46	0,45	0,47	0,45	0,44	0,44	0,43
			1,0	0,52	0,50	0,50	0,51	0,49	0,49	0,48	0,48
			1,25	0,55	0,54	0,53	0,54	0,53	0,51	0,51	0,50
			Inf.	0,80	0,80	0,80	0,77	0,77	0,77	0,75	0,75
		M b 0,70 m 0,60 p 0,55	1,5	0,58	0,56	0,54	0,55	0,54	0,53	0,53	0,52
			2,0	0,60	0,59	0,57	0,59	0,58	0,56	0,57	0,55
			2,5	0,65	0,62	0,60	0,62	0,61	0,59	0,59	0,58
			3,0	0,66	0,64	0,61	0,64	0,62	0,61	0,61	0,60
			Inf.	0,80	0,80	0,80	0,77	0,77	0,77	0,75	0,75
 14. Empotrado en celosía		No debe exceder de $0,8 \times h$	0,6	0,32	0,28	0,25	0,32	0,28	0,25	0,28	0,25
			0,8	0,40	0,36	0,34	0,39	0,35	0,33	0,35	0,33
			1,0	0,43	0,39	0,37	0,42	0,39	0,37	0,39	0,36
			1,25	0,46	0,43	0,41	0,45	0,43	0,41	0,43	0,40
			Inf.	0,73	0,73	0,73	0,70	0,70	0,70	0,68	0,68
		M b 0,70 m 0,60 p 0,55	1,5	0,48	0,45	0,43	0,47	0,45	0,43	0,45	0,42
			2,0	0,52	0,50	0,48	0,51	0,49	0,47	0,49	0,46
			2,5	0,56	0,54	0,52	0,55	0,53	0,51	0,53	0,50
			3,0	0,57	0,55	0,53	0,56	0,54	0,52	0,54	0,51
			Inf.	0,73	0,73	0,73	0,70	0,70	0,70	0,68	0,68
 15. Empotrado cubierto con vidrio acostillado		No debe exceder de $1,0 \times h$	0,6	0,28	0,24	0,22	0,27	0,24	0,22	0,24	0,22
			0,8	0,34	0,31	0,29	0,33	0,30	0,29	0,30	0,29
			1,0	0,37	0,34	0,33	0,36	0,34	0,32	0,33	0,32
			1,25	0,39	0,37	0,36	0,38	0,37	0,35	0,37	0,35
			Inf.	0,61	0,61	0,61	0,59	0,59	0,59	0,57	0,57
		M b 0,70 m 0,60 p 0,55	1,5	0,42	0,39	0,37	0,40	0,38	0,37	0,38	0,37
			2,0	0,44	0,43	0,40	0,43	0,42	0,40	0,42	0,41
			2,5	0,47	0,45	0,43	0,46	0,45	0,43	0,44	0,43
			3,0	0,49	0,47	0,45	0,47	0,46	0,45	0,45	0,44
			Inf.	0,61	0,61	0,61	0,59	0,59	0,59	0,57	0,57
 16. Tubo simple descubierta		No debe exceder de $1,0 \times h$	0,6	0,32	0,27	0,23	0,32	0,26	0,23	0,25	0,23
			0,8	0,40	0,35	0,31	0,39	0,34	0,30	0,34	0,30
			1,0	0,44	0,39	0,36	0,43	0,39	0,35	0,36	0,35
			1,25	0,48	0,43	0,40	0,46	0,42	0,39	0,41	0,39
			Inf.	0,93	0,93	0,93	0,87	0,87	0,87	0,83	0,83
		M b 0,75 m 0,65 p 0,55	1,5	0,52	0,47	0,43	0,50	0,46	0,42	0,45	0,42
			2,0	0,57	0,52	0,48	0,55	0,51	0,47	0,50	0,46
			2,5	0,62	0,56	0,52	0,59	0,55	0,51	0,54	0,51
			3,0	0,65	0,59	0,54	0,62	0,57	0,54	0,56	0,53
			Inf.	0,93	0,93	0,93	0,87	0,87	0,87	0,83	0,83

COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN Y OTROS DATOS. (Continuación)

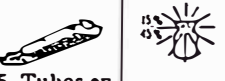



Luminaria	Distribución	Separación y factor de mantenimiento	Techo										
			Paredes	75 %			50 %			30 %			
				50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%		
			Índice del local	Coeficientes de utilización									
 17. Tubo cubierto con vidrio		No debe exceder de $1,0 \times h$	0,6	0,23	0,19	0,17	0,23	0,18	0,16	0,17	0,16		
			0,8	0,29	0,25	0,22	0,28	0,24	0,21	0,23	0,21		
			1,0	0,32	0,28	0,25	0,31	0,28	0,25	0,26	0,24		
			1,25	0,36	0,32	0,29	0,34	0,30	0,27	0,29	0,26		
			1,5	0,40	0,35	0,31	0,37	0,33	0,30	0,13	0,29		
		M b 0,75 m 0,65 p 0,55	2,0	0,43	0,39	0,35	0,41	0,37	0,34	0,35	0,32		
			2,5	0,47	0,42	0,39	0,44	0,40	0,37	0,38	0,36		
			3,0	0,49	0,45	0,41	0,46	0,42	0,39	0,40	0,38		
			4,0	0,52	0,48	0,45	0,49	0,45	0,43	0,43	0,41		
			5,0	0,54	0,51	0,47	0,51	0,47	0,45	0,44	0,43		
Inf.	0,74	0,74	0,74	0,67	0,67	0,67	0,61	0,61					
 18. Cuatro tubos descubiertos		No debe exceder de $1,0 \times h$	0,6	0,27	0,25	0,19	0,26	0,22	0,19	0,20	0,18		
			0,8	0,35	0,29	0,26	0,33	0,28	0,25	0,27	0,24		
			1,0	0,38	0,34	0,30	0,36	0,32	0,29	0,30	0,28		
			1,25	0,43	0,38	0,34	0,40	0,36	0,32	0,33	0,31		
			1,5	0,46	0,41	0,37	0,43	0,39	0,35	0,37	0,33		
		M b 0,75 m 0,65 p 0,55	2,0	0,50	0,46	0,42	0,47	0,43	0,40	0,40	0,38		
			2,5	0,55	0,50	0,46	0,51	0,47	0,44	0,44	0,42		
			3,0	0,58	0,53	0,49	0,53	0,49	0,46	0,46	0,44		
			4,0	0,62	0,57	0,53	0,57	0,53	0,51	0,50	0,48		
			5,0	0,64	0,60	0,56	0,59	0,55	0,52	0,51	0,49		
Inf.	0,88	0,88	0,88	0,78	0,78	0,78	0,70	0,70					
 19. Globo de vidrio		No debe exceder de $1,2 \times h$	0,6	0,24	0,19	0,16	0,22	0,18	0,15	0,16	0,14		
			0,8	0,29	0,25	0,22	0,27	0,23	0,20	0,21	0,19		
			1,0	0,33	0,28	0,26	0,30	0,26	0,24	0,24	0,21		
			1,25	0,37	0,32	0,29	0,33	0,29	0,26	0,26	0,24		
			1,5	0,40	0,36	0,31	0,36	0,32	0,29	0,29	0,26		
		M b 0,75 m 0,70 p 0,65	2,0	0,45	0,40	0,36	0,40	0,36	0,33	0,32	0,29		
			2,5	0,48	0,43	0,39	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33		
			3,0	0,51	0,46	0,42	0,45	0,41	0,38	0,37	0,34		
			4,0	0,55	0,50	0,47	0,49	0,45	0,42	0,40	0,38		
			5,0	0,57	0,53	0,49	0,51	0,47	0,44	0,41	0,40		
Inf.	0,79	0,79	0,79	0,67	0,67	0,67	0,58	0,58					
 20. Tubos suspendidos con paneles de vidrio		No debe exceder de $1,2 \times h$	0,6	0,26	0,21	0,18	0,22	0,19	0,16	0,16	0,15		
			0,8	0,31	0,26	0,24	0,27	0,24	0,22	0,21	0,19		
			1,0	0,34	0,30	0,28	0,30	0,27	0,25	0,24	0,22		
			1,25	0,38	0,34	0,31	0,34	0,30	0,28	0,26	0,25		
			1,5	0,41	0,37	0,33	0,36	0,33	0,30	0,28	0,27		
		M b 0,70 m 0,60 p 0,50	2,0	0,45	0,41	0,38	0,40	0,36	0,34	0,31	0,30		
			2,5	0,49	0,45	0,42	0,42	0,41	0,37	0,34	0,33		
			3,0	0,51	0,48	0,44	0,44	0,44	0,39	0,36	0,34		
			4,0	0,55	0,51	0,49	0,47	0,45	0,43	0,38	0,37		
			5,0	0,57	0,53	0,51	0,49	0,46	0,44	0,40	0,38		
Inf.	0,81	0,81	0,81	0,64	0,64	0,64	0,52	0,52					

COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN Y OTROS DATOS. (Continuación)



Luminaria	Distribución	Separación y factor de mantenimiento	Techo										
			Paredes	75 %			50 %			30 %			
				50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%		
			Índice del local	Coeficientes de utilización									
 21. Tubos en el techo con paneles de vidrio		No debe exceder de $1,0 \times h$	0,6	0,24	0,20	0,17	0,23	0,19	0,16	0,18	0,16		
			0,8	0,30	0,26	0,23	0,28	0,24	0,22	0,24	0,21		
			1,0	0,33	0,29	0,27	0,31	0,28	0,26	0,27	0,25		
			1,25	0,36	0,32	0,29	0,34	0,31	0,28	0,29	0,27		
			1,5	0,39	0,35	0,32	0,36	0,33	0,31	0,31	0,30		
		M b 0,70 m 0,60 p 0,50	2,0	0,42	0,39	0,36	0,40	0,37	0,35	0,35	0,33		
			2,5	0,46	0,43	0,40	0,43	0,40	0,38	0,38	0,37		
			3,0	0,48	0,45	0,42	0,44	0,42	0,40	0,40	0,38		
			4,0	0,51	0,48	0,45	0,47	0,45	0,43	0,43	0,41		
			5,0	0,52	0,50	0,47	0,49	0,46	0,45	0,43	0,42		
Inf.	0,70	0,70	0,70	0,62	0,62	0,62	0,57	0,57					
 22. Tubos suspendidos con paneles de vidrio acostillado		No debe exceder de $1,2 \times h$	0,6	0,27	0,24	0,22	0,24	0,22	0,21	0,21	0,19		
			0,8	0,33	0,30	0,29	0,29	0,27	0,26	0,25	0,23		
			1,0	0,36	0,34	0,32	0,32	0,30	0,29	0,28	0,26		
			1,25	0,39	0,37	0,35	0,36	0,33	0,32	0,30	0,28		
			1,5	0,43	0,40	0,37	0,38	0,35	0,34	0,31	0,30		
		M b 0,65 m 0,55 p 0,50	2,0	0,46	0,43	0,41	0,41	0,38	0,37	0,34	0,32		
			2,5	0,50	0,46	0,44	0,43	0,41	0,39	0,36	0,35		
			3,0	0,52	0,49	0,46	0,45	0,43	0,41	0,37	0,36		
			4,0	0,55	0,52	0,50	0,47	0,45	0,41	0,38	0,37		
			5,0	0,56	0,54	0,52	0,49	0,47	0,45	0,40	0,38		
Inf.	0,75	0,75	0,75	0,60	0,60	0,60	0,49	0,49					
 23. Tubos en el techo con paneles de vidrio acostillado		No debe exceder de $0,9 \times h$	0,6	0,25	0,21	0,19	0,22	0,20	0,19	0,18	0,17		
			0,8	0,30	0,28	0,27	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21		
			1,0	0,33	0,31	0,30	0,29	0,27	0,26	0,25	0,24		
			1,25	0,36	0,34	0,32	0,31	0,30	0,28	0,26	0,26		
			1,5	0,38	0,36	0,34	0,33	0,31	0,30	0,28	0,27		
		M b 0,65 m 0,55 p 0,50	2,0	0,40	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,31	0,29		
			2,5	0,43	0,41	0,39	0,37	0,36	0,34	0,32	0,31		
			3,0	0,45	0,43	0,40	0,39	0,37	0,36	0,33	0,32		
			4,0	0,47	0,44	0,43	0,40	0,38	0,37	0,34	0,33		
			5,0	0,48	0,46	0,44	0,41	0,39	0,38	0,35	0,34		
Inf.	0,62	0,62	0,62	0,56	0,56	0,56	0,51	0,51					
 24. Tubos suspendidos con celosía		No debe exceder de $1,2 \times h$	0,6	0,26	0,23	0,20	0,23	0,21	0,19	0,19	0,17		
			0,8	0,31	0,28	0,27	0,28	0,26	0,24	0,23	0,20		
			1,0	0,35	0,32	0,30	0,31	0,28	0,27	0,26	0,24		
			1,25	0,38	0,35	0,33	0,34	0,31	0,30	0,28	0,27		
			1,5	0,41	0,38	0,35	0,36	0,34	0,32	0,30	0,28		
		M b 0,70 m 0,65 p 0,60	2,0	0,44	0,42	0,39	0,39	0,37	0,35	0,32	0,31		
			2,5	0,48	0,45	0,42	0,42	0,39	0,38	0,34	0,33		
			3,0	0,50	0,49	0,44	0,43	0,41	0,39	0,35	0,34		
			4,0	0,53	0,50	0,48	0,46	0,43	0,42	0,37	0,36		
			5,0	0,54	0,52	0,50	0,47	0,45	0,43	0,39	0,37		
Inf.	0,75	0,75	0,75	0,61	0,61	0,61	0,50	0,50					



COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN Y OTROS DATOS. (Continuación)

Luminaria	Distribución	Separación y factor de mantenimiento	Techo	75 %			50 %			30 %	
			Paredes	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
			Índice del local	Coeficientes de utilización							
25. Tubos en el techo con celosía		No debe exceder de $0,9 \times h$	0,6	0,24	0,21	0,19	0,21	0,19	0,18	0,19	0,17
			0,8	0,30	0,27	0,25	0,26	0,24	0,23	0,23	0,21
			1,0	0,32	0,30	0,28	0,29	0,27	0,25	0,25	0,24
			1,25	0,35	0,33	0,31	0,31	0,29	0,28	0,27	0,26
			Inf.	0,63	0,63	0,63	0,56	0,56	0,56	0,52	0,52
		M b 0,70 m 0,65 p 0,60	1,5	0,38	0,35	0,32	0,32	0,31	0,29	0,29	0,27
			2,0	0,40	0,38	0,36	0,35	0,35	0,32	0,31	0,29
			2,5	0,43	0,40	0,39	0,38	0,36	0,34	0,32	0,32
			3,0	0,45	0,42	0,40	0,39	0,37	0,35	0,33	0,32
			Inf.	0,63	0,63	0,63	0,56	0,56	0,56	0,52	0,52
26. Globo de iluminación superior		No debe exceder de $1,2 \times h$	0,6	0,20	0,16	0,13	0,16	0,13	0,11	0,10	0,09
			0,8	0,24	0,20	0,18	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12
			1,0	0,28	0,24	0,21	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13
			1,25	0,31	0,27	0,24	0,26	0,22	0,20	0,17	0,15
			Inf.	0,63	0,63	0,63	0,56	0,56	0,56	0,52	0,52
		M b 0,70 m 0,65 p 0,60	1,5	0,34	0,30	0,27	0,28	0,24	0,22	0,19	0,17
			2,0	0,38	0,34	0,31	0,31	0,27	0,25	0,21	0,19
			2,5	0,42	0,38	0,35	0,34	0,30	0,28	0,23	0,22
			3,0	0,45	0,41	0,37	0,36	0,32	0,30	0,25	0,23
			Inf.	0,78	0,78	0,78	0,57	0,57	0,57	0,42	0,42
27. Vidrio o plástico		No debe exceder de $1,2 \times h$	0,6	0,18	0,14	0,12	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07
			0,8	0,22	0,19	0,17	0,17	0,15	0,13	0,10	0,09
			1,0	0,26	0,22	0,19	0,20	0,17	0,15	0,12	0,10
			1,25	0,29	0,25	0,22	0,22	0,19	0,17	0,14	0,12
			Inf.	0,67	0,67	0,67	0,49	0,49	0,49	0,33	0,33
		M b 0,60 m 0,50 p 0,40	1,5	0,32	0,28	0,25	0,24	0,21	0,19	0,15	0,14
			2,0	0,35	0,32	0,29	0,27	0,24	0,21	0,17	0,15
			2,5	0,39	0,35	0,32	0,29	0,26	0,24	0,19	0,18
			3,0	0,42	0,38	0,35	0,31	0,28	0,27	0,20	0,19
			Inf.	0,71	0,71	0,71	0,49	0,49	0,49	0,33	0,33
28. Indirecta Cuenco profundo		No debe exceder de $1,2 \times h$	0,6	0,16	0,13	0,11	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05
			0,8	0,20	0,16	0,15	0,15	0,13	0,11	0,08	0,07
			1,0	0,23	0,20	0,17	0,17	0,14	0,13	0,10	0,08
			1,25	0,26	0,23	0,20	0,20	0,17	0,15	0,11	0,10
			Inf.	0,69	0,69	0,69	0,46	0,46	0,46	0,28	0,28
		M b 0,70 m 0,60 p 0,50	1,5	0,29	0,26	0,22	0,22	0,19	0,17	0,12	0,11
			2,0	0,32	0,29	0,26	0,24	0,21	0,19	0,13	0,12
			2,5	0,36	0,32	0,30	0,26	0,24	0,22	0,15	0,14
			3,0	0,38	0,35	0,32	0,28	0,25	0,24	0,16	0,15
			Inf.	0,69	0,69	0,69	0,46	0,46	0,46	0,28	0,28

COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN Y OTROS DATOS. (Continuación)

Luminaria	Distribución	Separación y factor de mantenimiento	Techo	75 %			50 %			30 %	
			Paredes	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
			Índice del local	Coeficientes de utilización							
29. Indirecta Cuenco plateado		No debe exceder de $1,2 \times h$	0,6	0,17	0,14	0,12	0,13	0,11	0,09	0,07	0,06
			0,8	0,21	0,17	0,16	0,16	0,14	0,12	0,09	0,08
			1,0	0,24	0,21	0,18	0,18	0,15	0,14	0,11	0,09
			1,25	0,27	0,24	0,21	0,21	0,18	0,16	0,12	0,11
			Inf.	0,71	0,71	0,71	0,46	0,46	0,46	0,27	0,27
		M b 0,65 m 0,60 p 0,55	1,5	0,30	0,27	0,23	0,23	0,20	0,18	0,13	0,12
			2,0	0,33	0,30	0,27	0,25	0,22	0,20	0,14	0,13
			2,5	0,37	0,33	0,31	0,27	0,25	0,23	0,16	0,15
			3,0	0,39	0,36	0,33	0,29	0,26	0,25	0,17	0,16
			Inf.	0,71	0,71	0,71	0,46	0,46	0,46	0,27	0,27
30. Armadura metálica		No debe exceder de $1,2 \times h$	0,6	0,15	0,11	0,10	0,09	0,08	0,06	0,04	0,03
			0,8	0,19	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,06	0,04
			1,0	0,22	0,19	0,16	0,14	0,12	0,10	0,07	0,05
			1,25	0,26	0,22	0,19	0,17	0,14	0,13	0,08	0,07
			Inf.	0,67	0,67	0,67	0,43	0,43	0,43	0,25	0,25
		M b 0,60 m 0,50 p 0,40	1,5	0,28	0,24	0,21	0,19	0,16	0,14	0,09	0,08
			2,0	0,32	0,28	0,25	0,21	0,18	0,17	0,11	0,10
			2,5	0,35	0,31	0,29	0,23	0,21	0,19	0,12	0,11
			3,0	0,38	0,34	0,31	0,25	0,22	0,21	0,13	0,12
			Inf.	0,67	0,67	0,67	0,43	0,43	0,43	0,25	0,25

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Curso de Ahorro de Energía MEM
- Tarifas Eléctricas Luz del Sur SAA
- Código Nacional de Electricidad- MEM
- Manual de alumbrado Westinghouse
- Notas de Seminario de Monitoreo de sistemas eléctricos- T.J. Castro SA