

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



**AUDITORÍA ELÉCTRICA DE LA PLANTA INDUSTRIAL  
PERUTALIA S.A.**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**VÍCTOR HUGO CORTEZ QUISPE**

PROMOCIÓN 1994-I

**LIMA-PERÚ**

**2005**

**Gracias:**

**A mis padres, que siempre me dieron  
su gran amor y por la inculcación de valores**

**A mis hermanos, que siempre me estuvieron apoyando,**

**A mi esposa por su invaluable apoyo y comprensión**

**A todos ellos les dedico este trabajo**

**“AUDITORÍA ELÉCTRICA DE PLANTA INDUSTRIAL  
PERUTALIA S.A”**

## **SUMARIO**

Este trabajo de Auditoria Eléctrica a la Planta Industrial PERUTALIA, se realizó con la finalidad de reducir los consumos energéticos sin afectar la producción.

Se empezó con el análisis de su opción tarifaria vigente con la información de sus recibos de consumos, también se tomaron las mediciones y registros para determinar la máxima demanda y la energía en un día característico de consumo.

También se analizó sobre el proceso de producción lo que determinó en el desplazamiento de cargas ya que se trataban de procesos independientes.

Todo este conjunto de datos analizados, determinó que la planta PERUTALIA tenía que realizar los siguientes cambios:

- Nueva opción tarifaria
- Desplazamiento de cargas para reducir la Potencia Contratada

Estas medidas determinan un gran ahorro energético como económico



## **INDICE**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>.MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	
1.1 Generalidades	2
1.1.1 Ubicación	2
1.1.2 Descripción de las Instalaciones	3
1.1.3 Régimen de trabajo	3
1.2 Descripción de las Instalaciones Eléctricas	4
1.2.1 Suministro de Energía Eléctrica	4
1.2.2 Potencia de Transformadores	4
1.2.3 Suministro de Emergencia	4
1.3 Definición de las Tarifas Eléctricas	5
<b>CAPITULO II</b>	
<b>CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b>	
2.1 Potencia Instalada	10
2.2 Registro histórico del consumo de Energía Eléctrica	10
2.3 Costo de Energía Eléctrica	11
2.4 Distribución de Cargas	12

## **CAPITULO III**

### **ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LAS INSTALACIONES**

3.1	Metodología del Análisis	20
3.2	Descripción del Diagrama de Carga	21
3.2.1	Máxima Demanda	22
3.2.2	Consumo de Energía	22
3.2.3	Energía Reactiva	23
3.3	Distribución del consumo de Energía y la Máxima Demanda	23
3.3.1	Distribución del consumo de Energía	23
3.3.2	Distribución de Máxima Demanda	23
3.4	Sistema de Iluminación.	26
3.5	Evaluación del Estado de las Instalaciones Eléctricas	27
3.5.1	Pérdida de Energía	27
a)	En Transformador	27
b)	Cables y conductores eléctricos en baja tensión	27
c)	Instalaciones eléctricas en General	28
3.6	Compensación Reactiva	28

## **CAPITULO IV**

### **DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS MEJORAS**

4.1	Opciones Tarifarias	32
4.1.1	Calificación del Consumo de Planta	32
4.1.2	Base de datos de costo tarifario de Energía Eléctrica	34
a)	Análisis técnico para la elección de la mejor opción tarifaria	34
4.1.3	Cambio de Tarifa Contratada	34

## VII

a) Alternativa 1	36
b) Alternativa 2	37
4.1.4 Aplicación de la Resolución de la Comisión de Tarifas Eléctricas para Horas Punta y días Domingo y feriados	46
4.2 Modulación de Carga	47
4.3 Control de operación del Ventilador	49
4.4 Control de Potencia Reactiva	50
4.5 Instalación de Variadores de Velocidad	52
4.6 Cambio de Sistema de arranque de Motores	53
4.7 Ahorro en el Sistema de Iluminación	54

### **CAPITULO V**

<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA</b>	<b>57</b>
-----------------------------	-----------

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **ANEXOS 1**

Mediciones en Subestaciones, transformadores, tableros, diagramas unifilares

#### **ANEXO 2**

Medidor Electrónico, Controlador de Máxima Demanda y Calaminas transparentes

#### **ANEXO 3**

Variadores de velocidad

#### **ANEXO 4**

Arrancadores Estáticos

#### **ANEXO 5**

Análisis de la tarifa por Potencia Contratada, modalidad estacional

### **BIBLIGRAFIA**

## **INTRODUCCIÓN**

En el presente estudio, se ha analizado y cuantificado la utilización de la energía consumida en las instalaciones de la Planta Industrial Alimentaria PERUTALIA S.A. debido a un alto costo en el consumo de energía eléctrica.

Para determinar la distribución de los consumos de energía se instalaron registradores de potencia y energía en el alimentador principal y en los principales alimentadores derivados así como en las maquinas más importantes de la planta, obteniéndose Registros de Demanda, Potencia Reactiva, Factor de Potencia, Energía Activa, Energía Reactiva, Tensiones y Corrientes.

Adicionalmente se tomaron lecturas puntuales de los circuitos secundarios a fin de discriminar el consumo de las demás cargas, debido a que siendo individualmente de menor importancia, pero en su conjunto resultan de una carga apreciable.

De otro lado se han tomado mediciones físicas y obtenidos sus características de placa de los motores para llevar un mejor conocimiento de estos equipos.

Todo este conjunto de datos ha sido analizado, determinándose el factor de uso de cada carga versus el beneficio que representan.

También se ha incluido la tarifa a contratar más conveniente, dando una breve exposición de las particularidades de cada una de las opciones.

Finalmente se han descrito las observaciones y recomendaciones para lograr el objetivo de este estudio, esto es el ahorro de Consumo de Energía.

## **CAPITULO I MEMORIA DESCRIPTIVA**

En este informe que se realizó en el año 1995, se analizó las condiciones eléctricas en la que se encontraba trabajando la Planta Industrial PERUTALIA S.A., empresa dedicada a la producción de caramelos, chocolates, golosinas y panetones.

### **1.1 Generalidades**

En el presente estudio se analizó la demanda de la Planta Industrial PERUTALIA S.A., siendo la época de mayor demanda de energía eléctrica de acuerdo a sus registros históricos de consumo los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre.

Dado que la demanda se incrementa en estos meses es que se pone en funcionamiento todos los equipos (motores, horno eléctrico, calderos, equipos de refrigeración, cámaras frigoríficas) en su máxima potencia.

Esto motivo que debido a un alto costo de la energía eléctrica se realizará el estudio de la Máxima Demanda para la determinación de una opción tarifaria adecuada a las características de consumo tanto en periodos de alto y bajo consumo de energía eléctrica.

La obtención de la información fue proporcionada por los ingenieros y técnicos que laboran en dicha empresa, se tomo en cuenta también el proceso de fabricación de los productos, que es de acuerdo a las estaciones, ya que como se indico líneas arriba es mayor en la época de Fiestas de Navidad.

### **1.1.1 Ubicación**

La planta esta ubicado en la Av. Venezuela 2540 Lima 1, por la izquierda colinda con la fabrica D'onofrio, por lado derecho con la calle Alberto Reyes y por la parte posterior con la calle Luisa Beause.

### **1.1.2 Descripción de la Instalaciones**

La planta tiene un área de 1 200 m<sup>2</sup>. Las oficinas administrativas se encuentran en la parte frontal y en el tercer piso. Todas las instalaciones de estas oficinas son de material noble con buena iluminación.

Las principales Líneas de producción, son las siguientes:

- a) Línea de Chocolate
- b) Línea de Caramelo
- c) Línea de Cremino.
- d) Línea de Panetones
- e) Frutas y Confites

Además se dispone de otras áreas:

- f) Sala de calderos
- g) Sala de compresores
- h) Maestranza
- i) Almacenes
- j) Oficinas y computo

### **1.1.3 Régimen de trabajo**

El sistema de operación de la planta, dispone de tres turnos de trabajo, las cuales son utilizadas de acuerdo a los requerimientos de producción.

La distribución de los turnos de trabajos es como sigue:

Primer Turno	07:00 a 14:00 horas
Segundo Turno	14:00 a 21:00 horas
Tercer Turno	21:00 a 07:00 horas

Los diferentes turnos son utilizados de acuerdo a los requerimientos de la producción, en temporada de campaña (Septiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre) se llegan a implementar los tres turnos. Las oficinas administrativas laboran de lunes a viernes de 07:00 a 16:00 horas normalmente.

## **1.2 Descripción de las Instalaciones Eléctricas**

### **1.2.1 Suministro de Energía Eléctrica**

El suministro principal de energía eléctrica a PERUTALIA es en Media Tensión (10 kV), a través de la empresa concesionaria EDELNOR S.A. con las siguientes características:

- No de suministro	0081933
- Tarifa aplicada	MT4A
- Nivel de Tensión	10 kV
- Potencia Limite	426 kW

### **1.2.2 Potencia de Transformadores**

La planta cuenta con una Subestación de transformación, compuesto de dos transformadores conectados en paralelo, de las siguientes características:

Potencia : 400 kVA.

Tensión : 10/0.23 kV +/-2.5%

### **1.2.3 Suministro de Emergencia**

Para los casos de emergencia en el suministro de energía eléctrica, PERUTALIA cuenta con un Grupo Electrónico Diesel, de las siguientes características técnicas:

- Marca	Caterpillar
- Modelo	3408
- Potencia	300 kVA.
- Tensión Nom.	230 Voltios
- Cos Ø	0,8
- Frecuencia	60 Hz.
- Fases	Trifásico

### **1.3 Definición de las Tarifas Eléctricas**

A partir de Mayo de 1993 se ha adoptado para Clientes Regulados el sistema de libre elección de la opción tarifaria. Las nuevas tarifas eléctricas se presentan en opciones tarifarias que se aplicarán a solicitud del cliente, independientemente de la actividad económica que realizan en el predio, cumpliendo previamente con ciertos requisitos técnicos.

El sistema tarifario implementado permite el desarrollo de un mercado de libre competitividad en la generación y distribución de energía eléctrica, así como la factibilidad para los clientes de escoger el tipo de tarifa que más le convenga a excepción de los clientes denominados libres.

Las Transacciones comerciales que se presentan en el negocio eléctrico pueden ser de diferente tipo, según el cliente este catalogado como Cliente Libre o Cliente Regulado.

La atención a los Clientes Libres se efectúa a precio libremente acordado entre empresas y clientes y puede realizarse directamente a través de las empresas de generación o a través de una empresa distribuidora o una mezcla de ambas. La



Los clientes regulados sólo serán atendidos, a precios regulados, por una empresa distribuidora dada la existencia del monopolio natural. Para el suministro de energía a estos clientes, la empresa distribuidora contrata a precios regulados con una o más empresas de generación.

En todas las tarifas se ha establecido la facturación de un cargo fijo mensual que se aplica aun cuando el consumo sea nulo (CERO) o cuando el suministro esta cortado.

A continuación se detalla las diferentes opciones tarifarias en media tensión:

#### **Media Tensión: Tarifa MT1- Clientes Libres**

Son para suministros con tensiones mayor o igual de 10 000 voltios y con potencia mayores a 1 000 Kw.

Estas tarifas son las denominadas tarifas libres, es decir que los precios que se fijan son de acuerdo al Cliente y la Empresa Eléctrica y se toma en cuenta la distancia de alimentación hacia el predio del cliente.

Los clientes para este tipo de tarifa, requieren de una potencia contratada.

La facturación del cargo mensual por potencia contratada se obtendrá multiplicando los Kw por el precio unitario determinado.

La facturación de energía activa se obtendrá multiplicando el consumo registrado en cada periodo horario (de punta y fuera de punta) por su precio unitario.

#### **Media Tensión: Tarifa MT2 – 2E2P**

Esta tarifa se aplica a los clientes con suministro entre 440 y 10 000 voltios y con potencias menores que 1 000 Kw.

El equipo de medición que requiere es 2E2P (tarifa horaria con medición doble de energía y contratación o medición de 2 potencias) que consiste en medir lo siguiente:

El equipo de medición que requiere es 2E2P (tarifa horaria con medición doble de energía y contratación o medición de 2 potencias) que consiste en medir lo siguiente:

- Máxima Demanda en horas punta
- Máxima Demanda en horas fuera de punta
- Energía activa en horas de punta
- Energía activa en horas fuera de punta
- Energía reactiva

El cliente requiere contratar una demanda máxima de potencia siendo la facturación de potencia de la siguiente manera:

- Cargo mensual por potencia contratada en horas punta
- Cargo mensual por exceso de demanda máxima de potencia contratada con respecto a la potencia contratada en horas de punta.

La facturación de energía activa se obtendrá multiplicando el consumo registrado en cada periodo horario (de punta y fuera de punta) por su precio unitario

### **Tarifa MT3 –2E1P**

Esta tarifa se aplica los clientes con suministros entre 440 y 10 000 voltios y con potencia menor de 1 000 kW.

El equipo de medición que requiere es 2E1P (tarifa con doble medición de energía y una potencia contratada) que consiste en medir lo siguiente:

- Máxima demanda total
- Energía activa en horas punta.
- Energía activa en horas fuera de punta.
- Energía Reactiva

El cliente requiere contratar una potencia máxima que para fines de facturación será calificado según su consumo como:

- Presente en punta, o
- Fuera de punta

La facturación del cargo mensual por potencia contratada se obtendrá multiplicando los kW por el precio unitario determinado según su calificación de consumo en el periodo Horas de Punta.

La facturación de energía activa se obtendrá multiplicando el consumo registrado en cada periodo horario (de punta y fuera de punta) por su precio unitario.

#### **Tarifa MT4 –1E1P**

Esta tarifa se aplica a los clientes con suministro en 440 y 10 000 voltios y con potencia menor de 1 000 kW.

El equipo de medición que requiere es 1E2P (tarifa con simple medición de energía y una potencia contratada) que consiste en medir lo siguiente:

- Máxima demanda total
- Energía activa total.
- Energía Reactiva

Cliente requiere contratar una potencia máxima que para fines de facturación será calificado según su propio consumo como:

- Presente en punta.
- Fuera de Punta

La facturación del cargo mensual por potencia contratada se obtendrá multiplicando los kW por el precio unitario determinado según su calificación de consumo en el periodo Horas de punta.

La facturación de energía activa se obtendrá multiplicando el consumo registrado en kWh, por su precio unitario.

La facturación de energía reactiva se obtendrá multiplicando el resultado de la diferencia del consumo registrado por el instrumento menos el treinta por ciento (30%) de la energía activa registrada por su precio unitario.

### **Clasificación del cliente**

Para la tarifa MT3 y MT4, el consumo será calificado como “presente en punta”, cuando el cociente entre la demanda media del cliente en horas de punta y su máxima demanda es mayor o igual a 0.5, se entiende por demanda media en horas de punta, al consumo de energía durante dichas horas, dividido por el número de horas de punta. Si no fuera así, el suministro deberá ser calificado como “fuera de punta”.

La Empresa Concesionaria califica como cliente presente en punta al usuario que cumple la relación siguiente para los meses analizados:

$$\text{Energía H.P. mes} / 150 * \text{MD mes} \geq 0.5$$

Donde:

H.P. Hora Punta (18:00 a 23:00 hora)

MD mes Máxima Demanda del mes (kW)

El periodo de “Hora Punta” está comprendido entre las 18:00 a 23:00 horas.

El periodo de “Horas Fuera de Punta” esta comprendido entre las 23:00 a 18:00 horas.

La empresa distribuidora esta obligada a aceptar la elección tarifaria seleccionada por el usuario. La opción tarifaria elegida tiene vigencia de un año.

## **CAPITULO II CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

### **2.1 Potencia Instalada**

La potencia instalada en las máquinas que son las mayores consumidoras de energía eléctrica, es de 535.2 kW aproximadamente, esta potencia esta distribuida en tal como se muestra en el Cuadro No 2.1 Potencia Instalada , y el Grafico No: 2.1 Distribución de Potencia por sección , de la siguiente manera:

<b>DESCRIPCION</b>	<b>POTENCIA</b>
Sección Chocolate	310 kW
Sección Hornos	47 kW
Sección Caramelos	43 kW
Sección Envolt. de Chocolate	12 kW
Horno Eléctrico	80 kW
Sección Confecciones	2.2 kW
Sección Cremino	41 kW
<b>TOTAL</b>	<b>535.2 kW</b>

Cuadro No: 2.1 Potencia Instalada

### **2.2 Registro histórico del consumo de Energía Eléctrica**

De acuerdo a los registros estadísticos se observa que PERUTALIA, tiene periodos mensuales con altos consumos de energía eléctrica, siendo los meses de

Agosto a Noviembre en las que operan algunas áreas de producción en dos o más turnos debido a la mayor demanda de productos por temporada.

Teniendo como fuente las facturas de EDELNOR desde Julio de 1994 a Junio de 1995 para el análisis del consumo de energía eléctrica, cuyo resumen se muestra en el Cuadro No 2.2: Facturación.

De dicho análisis se tiene lo siguiente:

#### **Máxima Demanda:**

La mayor Máxima Demanda fue en el mes de Noviembre con un valor de 540 kW y la mínima fue en el mes de Febrero con un valor de 352 kW, estas demandas se observan en el Gráfico No 2.1: Registro Histórico de la Máxima Demanda

Todas ellas producidas en Horas Punta según las facturas eléctricas, lo cual no es cierto. De las mediciones efectuadas dichas máximas demandas se dan en horas fuera de punta ya que el modo de operación de la planta así lo demuestra.

#### **Energía Activa:**

El mayor consumo de energía activa se produjo en el mes de Noviembre de 1994 siendo del orden de 186 600 kWh

#### **Energía Reactiva**

El consumo de energía es bajo, ya que la empresa cuenta con un sistema de compensación con condensadores conectados permanentemente al sistema eléctrico, cuya capacidad no satisface para los meses en que la planta esta operando con alta carga; tal es así que en mes de Noviembre de 1994 se tuvo un consumo de energía reactiva mayor al 30% del consumo de energía activa, por lo que paso a ser facturable pero con un costo no muy representativo.

### 2.3 Costo de Energía Eléctrica

El consumo de energía eléctrica de PERUTALIA es facturado con tarifa MT4A, cuyos cargos unitarios en base a una tasa de cambio de 2.24 nuevos soles por dólar, incluido el IGV, es como sigue:

- Cargo Fijo : 1.27 US\$
- Cargo por Potencia contratada o máxima demanda leída:
  - Presente en Punta 10.0 US\$/kW-mes
  - Presente en Fuera de Punta 6.17 US\$/kW-mes
- Energía Activa 0.0436 US\$/kWh
- Energía Reactiva 0.0148 US\$/kVARh

### 2.4 Distribución de cargas

La distribución de cargas de acuerdo a los ambientes que se tienen en la Planta Industrial PERUTALIA, es como se muestra en los Cuadros No 2.3: Cargas de la Planta Perutalia.

## ESTADISTICA DE FACTURACION DE ENERGIA ELECTRICA Y ANALISIS TARIFARIO

### BASE DE DATOS ACTUAL

**DIRECCION** : AVENIDA VENEZUELA 2560  
**USUARIO** : PERUTALIA S.A.  
**SUMINISTRO** : 1300552  
**TIPO DE TARIFA** : MT4-A  
**POTENCIA LIMITE** : 426KW  
**POTENCIA CONT. H.P**  
**POTENCIA MAX. CONT.**

### DATOS DE FACTURACION DE ENERGIA ELECTRICA

MES\CONCEPTO	MD HP	MD FP	MD F.	E.A HP	E.A F.P	E.A MES	ER L (1)	ER F (1)	F.P (1)
	kW (1)	kW (1)	kW (1)	kWh (1)	kWh (1)	kWh (2)	kVARh	kVARh	
JULIO 1994	504.00		531.00	27,720	110,880	138,600	44,230	2,650	0.953
AGOSTO 1994	504.00		531.00	32,880	131,520	164,400			
SETIEMBRE 1994	492.00		528.00	31,800	127,200	159,000			
OCTUBRE 1994	480.00		528.00	28,440	113,760	142,200			
NOVIEMBRE 1994	540.00		543.00	37,320	149,280	186,600	57,660	1,680	0.955
DICIEMBRE 1994	528.00		543.00	24,960	99,840	124,800			
ENERO 1995	441.12		543.00	18,789	75,154	93,943			
FEBRERO 1995	352.56		543.00	13,290	53,159	66,449			
MARZO 1995	401.52		543.00	17,488	69,953	87,441			
ABRIL 1995	421.20		543.00	17,139	68,555	85,694			
MAYO 1995	454.08		543.00	22,200	88,801	111,001			
JUNIO 1995	438.72		534.00	16,436	65,742	82,178			
PROMEDIO MES	463.10		537.75	24,039	99,353	123,391.89			
TOTAL AÑO				240,385	993,534	1,233,919			

#### Cuadro No 2.2 Facturación

(1) : DATOS DE MEDICIONES REALIZADAS Y/O CALCULADOS

(2) : DATOS DE CONSUMOS HISTORICOS

Donde

**MD HP** : MAXIMA DEMANDA EN HORA PUNTA  
**MD FP** : MAXIMA DEMANDA EN HORA FUERA DE PUNTA  
**MD F** : MAXIMA DEMANDA FACTURADA  
**E.A. HP** : ENERGÍA ACTIVA EN HORA PUNTA  
**E.A. HFP** : ENERGÍA ACTIVA EN HORA FUERA DE PUNTA

**ER L** : ENERGÍA REACTIVA LEÍDA  
**ER F** : ENERGÍA REACTIVA FACTU  
**FP** : FACTOR DE POTENCIA



**PRODUCCION**

<b>CARGA</b>	<b>POT. INST.(kW)</b>
Descargadores de Cacao	5.46 kW
Molino de pasta para cacao	21.0 HP
Tanque agitador	2.21 kW
Mezcladora automática	20 kW
Rosca cacao	2.0 kW
Rosca leche	2.0 kW
Salida pasta	3.0 kW
Molino de azúcar	15.0 kW
Depósito de leche	2.0 kW
Depósito de azúcar	2.0 kW
Depósito de cacao	2.0 kW
Salida leche	9.5 kW
Salida azúcar	9.5 kW
Salida cacao	9.5kW
Agitador de leche	5.0 kW
Agitador de azúcar	5.0 kW
Agitador cacao	5.0 kW
Mezclado pasta	8.0 kW
Bomba gosso	2.0 kW
Bomba de agua	5.0 kW
Refinadora de 350 Kg/h	60 HP
Refinadora de 150 Kg/h	50 HP
Mezcladora de rodillos	7.5 HP.
Mezcladora de rodillos	4.5 HP
Conca (700 Kg.)	16.0 HP
Conca (700 Kg.)	12.5 HP
Conca (3,000 Kg.)	33 kW
Conca (3,000 Kg.)	6.6 kW
Conca (1,000 Kg.)	2.5 kW.
Temperadora (4,000 Kg/hora)	10.1 kW
Tanque acoplado (agitador)	4.0 HP
Bomba de agua	1.32 kW
Tanque agitador	1.00 HP
Tanque agitador	1.5 kW
Rompedora de nueces	0.5 kW
Línea semiautomática de moldeado	11.35 HP
Extractor de aire "A"	0.32 HP
Extractor de aire "B"	2.4 HP
Extractor de aire "C"	2.4 HP
Túnel de enfriamiento	10 HP
Ventilador	0.5 HP
Ventilador	0.5 HP
Bomba frigidaire	3.0 HP

Cuadro No 2.3: Cargas de la Planta PERUTALIA

Continua...

**SECCION: ENVOLTURAS**

Maquina Envolvedora	0.8 kW
Maquina Envolvedora	0.88 kW
Maquina Envolvedora	0.5 HP
Maquina Envolvedora	1.5 HP
Maquina Envolvedora	1.5 HP
Maquina Envolvedora	1.5 HP
Maquina Envolvedora	1.0 HP
Maquina Envolvedora	1.5 HP
Maquina Envolvedora	0.75 HP
Maquina Envolvedora	0.25 HP
Maquina Envolvedora	0.125 HP
Faja transportadora de chocolate	1.16 kW
Faja transportadora de chocolate	1.16 kW
Compresor para Cámara Frigorif.	12 HP
Compresor para Cámara Frigorif.	12 HP
Tostadora	3.15 kW
Tostadora	1.5 kW
Máquina Envolvedora	1.08 kW
Compresora	9 kW
Compresora	9 kW

Cuadro No 3: Cargas de la Planta PERUTALLA

Continua..

## SECCION : CAMELOS

### Ubicación : Producción

Vaccum para cocinar jarabe	5.5 kW
Salvomet (para mezclar jarabe)	0.37 kW
Vaccum de jarabe al vacío	9.00 kW
Paila batidora a Vapor doble fondo	1.33 kW
Paila batidora a Vapor doble fondo	1.32 kW
Paila batidora	2.89 HP
Bomba de relleno	0.45 HP
Filonadora para masa de caramelo	0.63 HP
Cordenadora para masa de caramelo	0.60 HP
Moldeadora para masa de caramelo	0.66 kW
Bomba de relleno	0.25 kW
Finoladora para masa de caramelo	0.75 kW
Cordenadora para masa de cara melo	0.75 kW
Moldeadora para masa de caramelo	0.75 kW

### Ubicación : Envoltura

Envolvedora	0.4 / 1.4 kW
Envolvedora	2 HP
Envolvedora	0.83 kW
Envolvedora	0.44 kW
Envolvedora GD-2500	2.0 HP
Envolvedora GD (2400)	1.8 HP
Filonadora para masa de caramelos	0.8 HP
Cordonadora	0.7 HP
Mezcladora	0.75 HP
Bastonadora para masa blanda	0.36 kW
Cordonadora	0.5 kW
Cortadora de disco para turrón	1.5 HP
Batidora	1.75 HP
Estiradora de azúcar	3.0 HP

Cuadro No 3: Cargas de la Planta PERUTALIA

Continua..

**Ubicación: Enfriado**

Faja transportadora de enfriado	0.5 HP
Faja transportadora de enfriado	0.31 HP
Ventilador	1.6 HP
Ventilador	1.6 HP
Faja transportadora de enfriado	0.25 kW
Empaquetadora de toffe	0.6 HP
Empaquetadora de toffe	0.2 HP
Envolvedora para toffe	2.4 HP
Extractor de aire (techo)	1.0 HP

**Ubicación : Confecciones**

Línea de embolsado	0.15 HP
Línea de embolsado	0.5 HP
Línea de embolsado	0.3 HP
Envasadora de chicles y toffe	2.11 HP
Envasadora (Simionato) 6 motores	0.4 HP
	0.4 HP
	0.4 HP
	0.2 HP
	0.25 HP
	0.37 kW

**Ubicación : Turrón**

Paila cocinadora	2.2 CV
Paila cocinadora	2.2 CV
Paila cocinadora	2.2 CV
Paila cocinadora	2.2 CV
Paila cocinadora	2.2 CV

Cuadro No 3: Cargas de la Planta PERUTALIA

### DISTRIBUCION DE POTENCIA INSTALADA DE PLANTA PERUTALIA

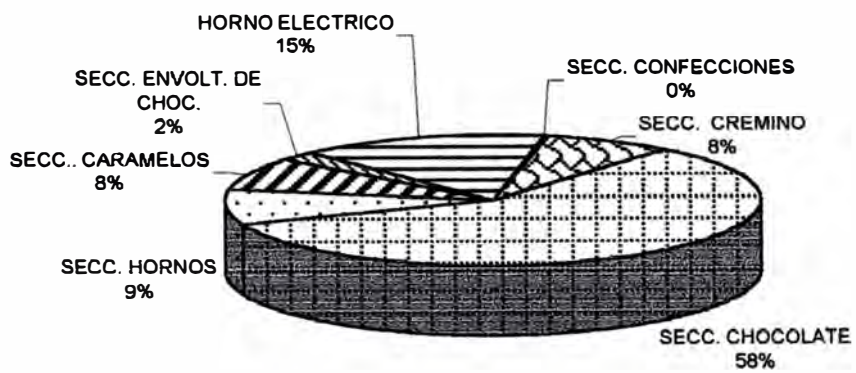


Gráfico No 2.1: Distribución de Potencia

**EVOLUCIÓN HISTORICA DEL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA  
PERUTALIA S.A.  
AÑO 1994/1995**

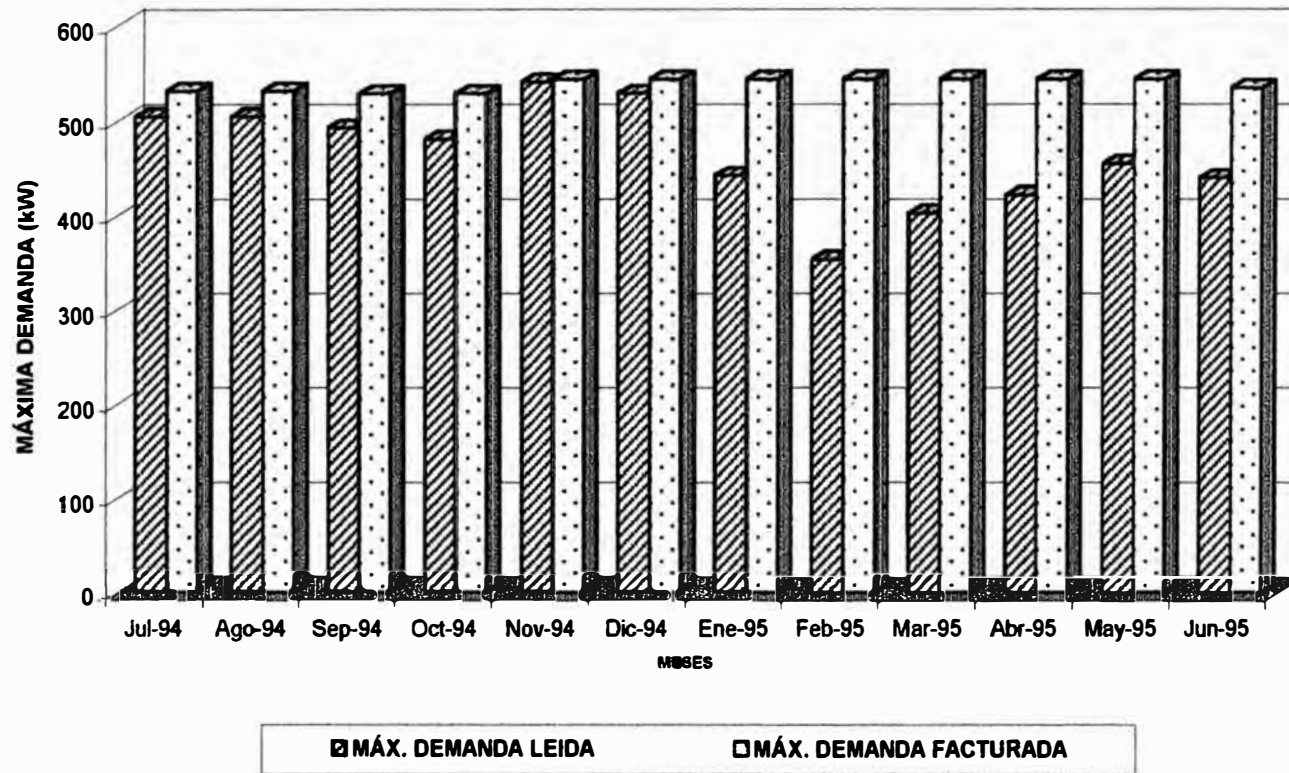


Gráfico No 2.2: Registro historico de la Máxima Demanda

## **CAPITULO III ANÁLISIS ENERGETICO DE LAS INSTALACIONES**

El análisis energético efectuado sobre las instalaciones de PERUTALIA tales como Chocolate, Cremino, Caramelos, Panetones, Servicios Auxiliares y Sistema de Iluminación en General, tiene por objeto obtener información técnica que permita evaluar las posibilidades de implementar un programa de ahorro energético en las instalaciones.

- ❑ Mediciones y registros puntuales
- ❑ Datos Históricos de las facturas de EDELNOR
- ❑ Planos y documentación de la instalación y equipos

### **3.1 Metodología del Análisis**

Para determinar los consumos de Energía de la Planta, se realizaron las mediciones y registros comprendido entre los días 20 de Julio al 30 de Agosto de 1995 cuyos resultados se muestran en el Anexo No 1 dichos registros y mediciones se efectuaron de acuerdo a las siguientes metodología:

Sé efectuaron mediciones en la Subestación para determinar la máxima demanda y el consumo total de la planta durante tres días. Para tal efecto se instaló un analizador de redes Dranetz modelo 808 en el suministro Principal en forma paralela con el equipo de EDELNOR.

Sé realizaron mediciones puntuales en las salidas de cada circuito desde la subestación de transformación en el lado de baja para la determinación de la distribución de la energía.

También sé efectuaron mediciones puntuales en los circuitos del Tablero de Distribución Principal, para la evaluación de las condiciones de operación de los circuitos alimentadores a las áreas de producción y equipos principales.

Finalmente se realizó el procesamiento y análisis de las mediciones efectuadas que dio información de las condiciones de funcionamiento de la Planta.

### 3.2 Descripción del Diagrama de Carga

El diagrama de carga de la Planta, tal como se muestra en el Anexo No 1/ Cuadro 01 Registro de EDELNOR y el Gráfico 01, presenta un factor de carga diario de 0.38, siendo un valor muy bajo debido a que la planta no opera las 24 horas.

$$F_{c_d} = \frac{E}{MD \times 24} \quad (3.1)$$

$$F_{c_d} = \frac{3\ 382}{372 \times 24} \quad (3.2)$$

$$F_c = 0.38$$

E. = Energía (kWh)

MD = Máxima Demanda (kW)

En días normales la planta inicia sus operaciones a las 07:30 horas, instante en que se inicia el incremento de carga hasta las 15:00 horas, en la que a partir de dicha hora comienza a descender por haber culminado las labores de producción, luego se mantiene en una carga media de 110 kW hasta las 18:00 horas en la que comienza a



descender con mayor rapidez hasta las 22:00 horas, donde se culmina los trabajos y se inicia el periodo de baja carga, este diagrama de carga variará cuando se incremente la producción en la época de Campaña.

### **3.2.1 Máxima Demanda**

En el período de mediciones se registro los siguientes valores:

Máxima Demanda en H.P. = 159.3 kW

Máxima Demanda en H.F.P. = 372.00 kW

### **3.2.2 Consumo de Energía**

De los registros tomados, el día 26 de Julio se tuvo un consumo de energía activa de 3 382 kWh.

- Se ha podido observar que en el día de las mediciones no operaban algunas máquinas y áreas de producción, por lo que no se alcanzó la máxima demanda que se registra mensualmente; el registro efectuado es 26% menor al mes de Julio de 1994.
- De las mediciones puntuales que sé efectúo desde el Tablero de Distribución Principal, en distintos periodos y días se puede obtener cierta aproximación a la máxima demanda del mes de Julio que podría haberse registrado.
- Para la proyección anual bajo las condiciones de mantenimiento, estacionalidad y otros factores que disminuyen el consumo de energía, se evaluará con seis meses de operación al ritmo de mes proyectado y seis meses a un 70% del mes proyectado.

De ello se tiene las siguientes proyecciones:

- Consumo Diario Promedio

$$1.5 \times 3\,382 = 5\,073$$

- Consumo Mensual Proyectado

$$25 \times 5\,073 = 126\,825 \text{ kWh}$$

Consumo Anual Proyectado

$$126\,825 \times 6 (1 + 0.7) = 1\,293\,615 \text{ kWh}$$

El consumo mensual proyectado se halla en 8.5% menor al consumo del mes de Julio de 1994 y proyectado anual es de 10% menor al consumo efectuado entre Julio de 1994 a Junio de 1995.

### **3.2.3 Energía Reactiva**

No se ha registrado consumo de energía reactiva de la red de distribución, más bien debido a la sobre compensación y al modo de operación de los condensadores (fijos), hace que en periodos de baja carga retorne energía reactiva a la red y un consumo en periodos de carga, tal como se muestra en el diagrama de carga respectivo.

De los registros se observa que el factor de potencia promedio diario llegó a 0.78 de carácter capacitivo.

## **3.3 Distribución del Consumo de Energía y la Máxima Demanda**

### **3.3.1 Distribución del consumo de Energía**

Para determinar la distribución del consumo de energía eléctrica en cada área de la Planta, se efectuaron mediciones del 19/07/95 al 20/08/95, durante los periodos de 08:30 a 22:00, en cada circuito del tablero de Distribución Principal. De aquí se pudo observar que los mayores consumidores de energía.

En el Cuadro No: 03.1 Consumo de Energía por circuitos, se muestra los consumos del resto de los circuitos.

**SUMINISTRO: 1300552**

**PERIODO: 03:30 A 22:00 HORAS**

<b>CIRCUITOS</b>	<b>ENERGIA (kWh)</b>	<b>%</b>
SECC-01: Caldera y Cremino	150	4.7
SECC-02: Encajado	83	2.6
SECC-2AB: Chocolate y Almacén	114	3.6
SECC-3AB: Compresoras y Cámara Frigorífica	359	11.2
SECC-3: Chocolate Moldeado y envoltura	648	20.3
SECC-4: Chocolate, empaste y refinado	173	5.4
SECC-5: Circuito de Horno	408	12.8
SECC-6: Computo	38	1.2
SECC-6AB: Caramelo	120	3.8
SECC-7: Frutas y Laboratorio	416	13.0
SECC-7AB: Hornos-Equipos	18	0.6
SECC-8: Servicios Generales	264	8.3
SECC-8AB: Alumbrado	405	12.7
<b>TOTAL</b>	<b>3197</b>	<b>100</b>

Cuadro No: 3.1 Consumo de Energía por circuitos

<b>CIRCUITO</b>	<b>MD (kW)</b>	<b>%</b>
SECC-1: Circuito de Caldera y Cremino	<b>22</b>	<b>6.1</b>
SECC-2A: Circuito de Encajado	<b>7</b>	<b>18</b>
SECC-2AB: Circuito de Chocolate y Almacén	<b>10</b>	<b>2.8</b>
SECC-3AB: Circuito de Compresoras y Cámara Frigoríf.	<b>39</b>	<b>10.6</b>
SECC-3: Circuito de Chocolate, Moldeado y Envoltura	<b>71</b>	<b>19.3</b>
SECC-4: Circuito de Chocolate, Empaste y Refinado	<b>50</b>	<b>13.6</b>
SECC-5: Circuito de Horno	<b>78</b>	<b>21.1</b>
SECC-6: Circuito de Computo	<b>3</b>	<b>0.7</b>
SECC-6AB: Circuito de Caramelo	<b>15</b>	<b>4.1</b>
SECC-7 : Circuito de Frutas y Laboratorio	<b>26</b>	<b>7.0</b>
SECC-7AB: Circuito de Horno	<b>2</b>	<b>0.4</b>
SECC-8: Circuito de Servicios Generales.	<b>27</b>	<b>7.2</b>
SECC-8AB: Circuito de Alumbrado	<b>19</b>	<b>5.2</b>
<b>TOTAL</b>	<b>369</b>	<b>100.0</b>

Cuadro No: 3.2 Distribución de la Máxima Demanda por circuitos

### 3.3.2 Distribución de Máxima Demanda

En lo que respecta a las cargas que modulan máxima demanda, se ha observado que los circuitos que tienen mayor incidencia en ella son los siguientes:

- Circuitos de Horno (80kW)
- Circuito de Chocolate, Moldeado y Envoltura (85kW)
- Circuito de Fruta y Laboratorio (40kW)
- Circuito de Chocolate, Empaste y Refinado (55kW)

Requiriendo entre ellos casi el 70% de la Máxima Demanda registrada en los periodos de mediciones. En el Cuadro No 03.2: Distribución de la Máxima Demanda por circuitos se muestra las demandas de cada área en las horas de máxima demanda de la planta, en el Gráfico No 03.1: Desplazamiento de cargas para reducción de la máxima Demanda, se muestra los perfiles de los circuitos de mayor incidencia.

### 3.4 Sistema de Iluminación

El sistema de iluminación para las diferentes áreas es mayormente basado en lámparas fluorescentes con artefactos tipo industrial de 2x40 W.

De las evaluaciones efectuadas podemos registrar las áreas que tienen mayor incidencia en potencia instalada de iluminación.

AMBIENTE	No DE LAMPARAS	No DE LAMP. OPERATIVAS	OBSERVACIONES
Preparado de Frutas	21	20	10 prendidas *
Sección Fruta	32	32	10 apagados
Cremino	200	20	15 prendidos *
Horno	206	206	15 apagados
TOTAL	279	276	

Cuadro No 3.3: Distribución de Lámparas por ambiente

- Posibilidades de iluminación por luz natural en el día.

Del total de lámparas instaladas en dichos ambientes se tienen casi el 100% representado en potencia cerca de 13.9 kW, tal como se muestra en el Cuadro No 3.3: Distribución de lámparas por ambiente.

### **3.5 Evaluación del Estado de las Instalaciones Eléctricas**

Del análisis de estado de las instalaciones tenemos

#### **3.5.1 Pérdida de Energía**

De acuerdo a las condiciones de las instalaciones y mediciones efectuadas, las pérdidas eléctricas que se producen en la planta, mayormente se hallan en:

- Los transformadores
- Cables y conductores de baja tensión, así como en los equipos obsoletos.

##### **a) En Transformadores**

Se consideran dos tipos de pérdidas:

Pérdidas en el hierro, por histéresis y por corrientes parásitas

Pérdidas en el cobre, por efecto Joule.

Las características de placa (400 kVA,  $P_o = 1,10$  kW,  $P_{cu} = 5,6$  kW) produciendo pérdidas en el hierro para ambos transformadores, así como las pérdidas en el cobre-

##### **b) Cables y conductores eléctricos en baja tensión**

Para los circuitos que se derivan desde el tablero de distribución principal hasta la barra de seccionamiento ubicado aproximadamente a 20m del tablero, se determinó las pérdidas en los cables en base a las mediciones de corriente efectuados en cada uno de ellos.

Para ello se ha elaborado el Cuadro No 3.5: Pérdidas en los cables, en donde se muestra los índices de utilización por capacidad de corriente y además las pérdidas que se producen en los cables, medido a corriente máxima de operación.

De ello se obtiene una pérdida de potencia de 2,92 kW en todos los circuitos y para una operación de aproximadamente 2 000 horas al año, se tendrá como pérdida de energía 5 840 kWh.

Los cables de los circuitos desde el tablero de distribución hasta las barras de seccionamiento; por sus condiciones físicas y por las mediciones de los niveles de aislamiento tal como se muestra en el Cuadro No 3.6 :Medidas de aislamiento en los cables, se hallan en regulares condiciones por lo cual se recomienda efectuar el cambio progresivo de dichos cables ya que se podrían producir fallos en corto tiempo. La inversión estimada para deficiencias en el control de equipos u otras fallas, que puedan afectar la vida útil de los equipos eléctricos e incrementar las pérdidas de energía eléctrica

### **c) Instalaciones Eléctricas en General**

El resto de las instalaciones eléctricas de la Planta se encuentran en su mayor parte en buen estado, sin embargo debido a las condiciones operativas de ellas es conveniente efectuar una revisión periódica de los diferentes dispositivos de mando y control, cables, tableros, etc; a fin de detectar fugas tierra, bajo nivel de aislamiento, que pueden afectar el buen funcionamiento de los equipos, incrementando la pérdida de energía eléctrica.

### **3.6 Compensación Reactiva**

El sistema eléctrico de la planta tiene actualmente equipos de compensación reactiva en los circuitos de fuerza, para disminuir su consumo de energía reactiva. Se

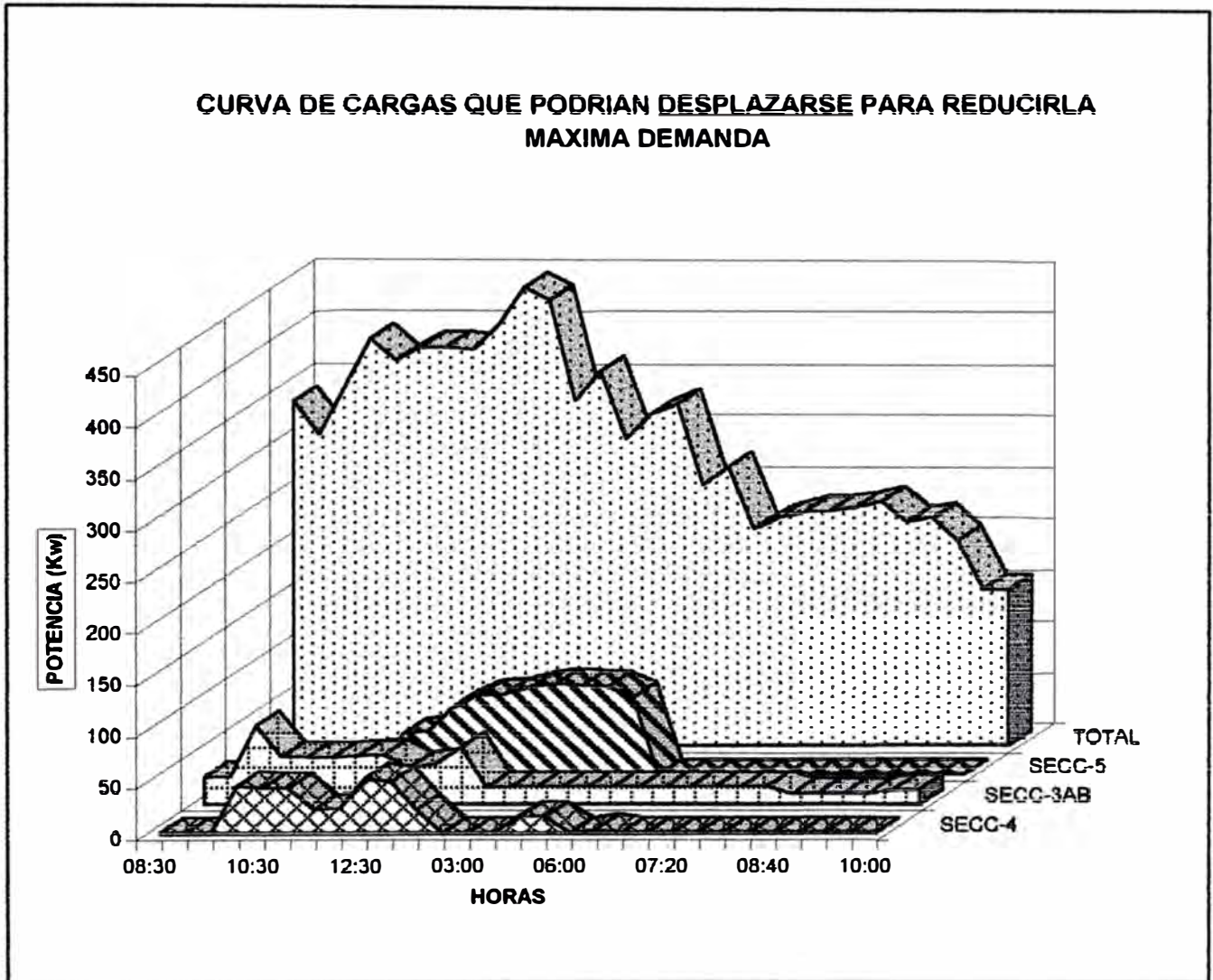


Gráfico No 3.1: Desplazamiento de cargas

**DONDE**

SECC-3AB : Circuito de Compresoras y Cámara frigorífica

SECC 4 : Circuito de Chocolate, Empaste y refinado

SECC-5 : Circuito DE horno



CUADRO DE INDICES DE UTILIZACION Y PERDIDAS EN CABLES EN LOS CIRCUITOS DEL TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL

DESCRIPCION	SECC-1	SECC-2A	SECC-2AB		SECC-3AB	SECC-3A	SECC-4	SECC-5	SECC-6A	SECC-6AB	SECC-7A	SECC-7AB	SECC-8A	SECC-8AB
			COND.	CARGA										
Imáx de oper (amp)	88	64	164	39	320	250	161	223.7	14.6	62	166	20	89.3	142
Secc. Nominal (mm <sup>2</sup> )	120	120	70	70	185	185	185	120	700	70	70	70	70	70
Tipo de cable	NYSY		NYSY	NYSY	NYSY	NYSY	NYSY	NKY	NKY	NKY	NKY	NKY	NKY	NKY
Inominal (amp)	368	368	273	273	468	468	468	368	273	273	273	273	273	273
Índice de utiliz.(%)	24	17	60	14	68	53	34	61	5	23	61	7	23	52
Pérdidas (%) (1)	0.07	0.04	0.40	0.02	0.57	0.35	0.14	0.43	0.00	0.06	0.41	0.01	0.12	0.30

Cuadro No 3.5: Pérdidas en los Cables

Donde:

(1) Pérdidas en función a la corriente máxima de servicio y longitud de 20 m. distancia aproximada desde el tablero de distribución principal a la barra de seccionamiento.

Imáx.de operación (amp): Intensidad máxima alcanzada en los periodos de medición

SECC-1 : Circuito de Caldera y Cremino

SECC-2A : Circuito de Encajado

SECC-2AB : Circuito de Chocolate y Almacen

COND : Circuito de Condensadores

SECC-3AB : Circuito de Compresores y Cámara Frigorífica

SECC-3A : Circuito de Chocolate, Moldeado y Envoltura

SECC-4 : Circuito de Chocolate, Empaste y Refinado

SECC-5 : Circuito de Horno

SECC-6A : Circuito de Computo

SECC-6AB : Circuito de Caramelo

SECC-7A : Circuito de Frutas y Laboratorio

SECC-7AB : Circuito de Horno (Equipos)

SECC-8A : Circuito de Servicios Generales

SECC-8AB : Circuito de Alumbrado

encuentra ubicado en el Tablero de Distribución Principal, instalado en forma fija en la barra principal.

El sistema está compuesto de los módulos siguientes:

- Primer Módulo de 36 kVAR
- Segundo Módulo de 39 kVAR
- Tercer y Cuarto Módulo de 45 kVAR
- Quinto Módulo de 45 kVAR
- Sexto Módulo de 50 kVAR

#### CUADRO DE MEDICIONES DEL NIVEL DE AISLAMIENTO DE LOS CABLES ELÉCTRICOS

TENSIÓN DE PRUEBA: 500V

CIRCUITOS	R - S (Mohm)	R - T (Mohm)	T - S (Mohm)	R-Tierra (Mohm)	S-Tierra (Mohm)	T-Tierra (Mohm)
SECC-5 : Horno	45	46	45	40	9	9
SECC-6A : Computo	39	40	45	28	25	29
SECC 6AB : Caramelo	40	48	46	30	33	38
SECC7A : Frutas y Laboratorio	160	180	165	120	110	120
SECC- 7AB : Horno - Equipos	37	27	25	24	20	20

Cuadro No 3.6 Mediciones de aislamiento

## **CAPITULO IV DESCRIPCION Y ANÁLISIS DE LAS MEJORAS**

El análisis energético realizado en las instalaciones de PERUTALIA, ha permitido identificar mejoras que conducen a la reducción del consumo de energía eléctrica sin y con inversión, la evaluación económica se hizo teniendo en cuenta los precios vigentes correspondientes a la tarifa.

Para la evaluación técnico-económica de las mejoras propuestas se han tomado en cuenta las condiciones óptimas de funcionamiento desde el punto de vista energético en concordancia con las condiciones operativas y de mantenimiento de las instalaciones.

A continuación se evalúan las mejoras identificadas en la Planta, en base al análisis energético y operativo de los equipos.

### **4.1 Opciones Tarifarias**

#### **4.1.1 Calificación del Consumo de Planta**

De acuerdo al análisis estadístico de las facturas de EDELNOR durante un año, entre los meses del año 1994 y parte del 1995: por las características de la tarifa MT4 en el que se encuentra. La empresa PERUTALIA esta considerado como Cliente en Punta tal se muestra en Cuadro No 2.2: Facturación. En este tipo de tarifa no se puede observar el comportamiento de los consumos de energía tanto en horas Punta como Fuera Punta así como también las máximas demandas alcanzadas en dichos periodos.

Con el registro realizados en las instalaciones de la Planta PERUTALIA efectuada el día 26 de Julio, tal como se muestra en el Anexo No 1: Cuadro No .1 Registro y cuyo resumen se muestra a continuación

<b>Fecha</b>	<b>Max. Dem (kW)</b>	<b>Energía HP (kWh/día)</b>	<b>Factor</b>
Mierc. 26/07/95	372	346	0.19

De estas mediciones, considerando el promedio diario de los consumos en horas punta para su proyección al mes, y tomando la máxima demanda en estos días se determina que:

$$\text{Energía H.P. mes (proyectada) / 150 * MD mes (proyectado)} < 0.5 \quad (4.1)$$

$$346 * 30 / 150 * 372 = 0.19$$

Con este factor promedio de 0.19 que es menor a 0.5 indica que si la planta mantiene este ritmo de consumos durante el mes, puede ser calificado como cliente Fuera de Punta, lo cual le permitirá lograr beneficios económicos por reducción de gastos de energía.

Para la segura calificación de Planta PERUTALIA como cliente Fuera de Punta se planteará posteriormente todas las acciones a implementar para optar por este tipo de contratación de suministro de electricidad.

Si se mantiene la relación de consumo de energía de 20% en Horas Punta y 80% en Hora Fuera de Punta del total del mes y con las máximas demandas leídas de cada mes, se cumplirá la siguiente relación:

$$\text{Energía H.P. mes / 150 * MD mes} < 0.5 \quad (4.2)$$

Donde:

H.P. Hora Punta (18:00 a 23:00 horas)

M.D. mes : Máxima Demanda del mes (kW)

#### **4.1.2 Base de datos de costo tarifario de Energía Eléctrica**

Los costos de la energía eléctrica empleados en el análisis de la mejora del presente estudio son los vigentes al año 1995 para las tarifas MT2, MT3 y MT4, tal como se muestra en el Cuadro No 4.1: Pliego Tarifario

##### **a) Análisis técnico para la elección de la mejor opción tarifaria.**

El sistema tarifario establecido mediante Decreto Ley No 25844 y vigente desde Mayo de 1993, se basa en el libre mercado y en la competencia entre suministradores de energía, distinguiendo a los clientes en libres y regulados.

Según la evolución histórica de la energía consumida de la red de EDELNOR durante el año y los registros efectuados en el totalizador de la planta, se pudo determinar que la Tarifa aplicada a PERUTALIA no es la más adecuada, la cual puede cambiarse para obtener ahorros económicos.

De acuerdo a la Ley de Concesiones Eléctricas todo usuario tiene derecho a elegir la opción tarifaria que más le convenga.

La empresa distribuidora esta obligada a aceptar la elección tarifaria seleccionada por el usuario. La opción tarifaria elegida tiene vigencia un año.

#### **4.1.3 Cambio de Tarifa Contratada**

Para obtener beneficios por una adecuada contratación de tarifa, seguidamente se realizó el análisis para dos alternativas:

La primera alternativa consiste en efectuar el cambio de la tarifa actual MT4A a la MT3A o a la MT2 esto considerando que la planta no va a modificar en corto plazo el modo de consumo de energía eléctrica que utiliza

**PLIEGO TARIFARIO: JULIO 1,995**

**TARIFAS PARA SUMINISTROS CON ALIMENTACION A TENSIONES  
NOMINALES EN MEDIA TENSION**

<b>TARIFA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO(*)</b>	<b>PRECIO(**)</b>
<b>MT2</b>	<b>TARIFA HORARIA CON MEDICION DOBLE DE ENERGIA Y CONTRATACION O MEDICION DE DOS POTENCIAS 2E2P</b>			
	Cargo Fijo mensual	S/. Cliente	3.56	3.56
	Cargo por Energia en punta	Cent. S/. KWh	14.67	14.69
	Cargo por Energia fuera de punta	Cent. S/. KWh	5.87	5.88
	Cargo por potencia contratada o maxima demanda leida en hora punta	S/. KW mes	22.32	22.99
	Cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta	S/. KW mes	6.38	6.38
	Cargo por Energia reactiva que excede el 30% del total de la energia activa	Cent S/. Kvarh	2.82.	2.82
<b>TARIFA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO(*)</b>	<b>PRECIO(**)</b>
<b>MT3</b>	<b>TARIFA HORARIA CON MEDICION DOBLE DE ENERGIA Y UNA POTENCIA CONTRATADA 2E1P</b>			
	Cargo Fijo mensual	S/. Cliente	2.42	2.42
	Cargo por Energia en punta	Cent. S/. KWh	14.67	14.69
	Cargo por Energia fuera de punta	Cent. S/. KWh	5.87	5.88
	Cargo por potencia contratada o maxima demanda leida para clientes:			
	Presentes en punta	S/. KW mes	18.98	19.03
	Fuera de punta	S/. KW mes	11.71	11.73
	Cargo por Energia reactiva que excede el 30% del total de la energia activa	Cent S/. Kvarh	2.82.	2.82
<b>TARIFA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO(*)</b>	<b>PRECIO(**)</b>
<b>MT4</b>	<b>TARIFA HORARIA CON SIMPLE MEDICION DE ENERGIA Y UNA POTENCIA CONTRATADA 1E1P</b>			
	Cargo Fijo mensual	S/. Cliente	2.42	2.42
	Cargo por Energia	Cent. S/. KWh	8.28	8.22
	Cargo por potencia contratada o maxima demanda leida para clientes:			
	Presente en punta	S/. KW mes	18.98	19.03
	Fuera de punta	S/. KW mes	11.71	11.73
	Cargo por Energia reactiva que excede el 30% del total de la energia activa	Cent S/. Kvarh	2.82.	2.82

Cuadro No 4.2 / PLIEGO TARIFARIO

(\*) TARIFA DE EDELNOR

(\*\*) TARIFA DE LUZ DEL SUR

actualmente, quiere decir que seguirá siendo calificando como cliente presente en punta

La segunda alternativa consiste en cambiar de la tarifa actual MT4A a la MT3B o MT4B teniendo en cuenta que para este cambio la planta deberá efectuar un control del consumo de la energía en horas punta de tal manera de no sobrepasar el factor 0.5 que lo califica como cliente fuera de punta.

Para la segunda alternativa respecto al cargo por la máxima demanda se tiene dos formas: por potencia contratada, o por máxima demanda leída, cuyos análisis serán efectuados.

#### **a) Alternativa 1**

##### **Cambio de la Tarifa MT4A a MT3A o MT2 con calificación en hora punta**

La tarifa actual de PERUTALIA es la MT4A la cual tiene medición simple en potencia y en energía; esta tarifa no es conveniente para las condiciones de operación de la planta, ya que el consumo de la energía en horas fuera de punta es mucho mayor que en horas punta, ocurriendo igual con la demanda. La característica de la tarifa MT4 es que factura por la energía total consumida y no permite diferenciar los periodos antes mencionados.

Manteniendo la planta como presente en hora punta se ha realizado el análisis de facturación para los tipos de tarifas MT3A y MT2 cuyo detalle se muestra en el Cuadro No 4.2: Análisis trifario A, cabe indicar que los valores de consumos promedio del año 1994 y los consumos de energía diferenciados proporcionalmente de 20% en hora punta y 80% en hora fuera de punta.

#### **Acciones a implementar**

Como no se modificará los modos operativos para el control de consumo de energía eléctrica en las horas punta: PERUTALIA únicamente deberá realizar el trámite mediante una solicitud a la Empresa EDELNOR para un cambio de la tarifa MT4A a la tarifa MT3A

### **Beneficios Económicos**

Los ahorros a obtener mediante estos cambios de tarifa, serian los siguientes:

Cambio de MT4A a MT3A      9 375 S/ anuales

Cambio de MT4A a MT2      7 217 S/ anuales

De esta primera alternativa se deduce que la primera opción (MT4A a MT3A) es la más rentable porque permite obtener mayores ahorros económicos.

### **b) Alternativa 2**

#### **Cambio de la tarifa MT4A a MT3B o MT4B con calificación en hora fuera de punta**

Aquí se propone implementar un manejo adecuado de los consumos de energía en la planta, para poder calificar como cliente en hora fuera de punta y de este modo solicitar el cambio de la tarifa MT4A a MT3B o MT4B. Al igual que en el caso anterior el resumen del análisis de facturación se detalla en el Cuadro No 4.3:

#### **Análisis tarifario B**

#### **Cliente Fuera de Punta**

De acuerdo a los cálculos efectuados para determinar el factor de calificación del consumo de PERUTALIA S.A. se determinó que dicho factor es de 0.20 (inferior a 0.5) mediante el cual se demuestra la factibilidad de calificar a la empresa como Cliente Fuera de Punta.

Sin embargo por seguridad y con al finalidad de mantenerse y no sobrepasar los



## ANALISIS TARIFARIO DE LA PLANTA INDUSTRIAL PERUTALIA S.A.

### CLIENTE PRESENTE EN PUNTA

**CONDICIONES PROMEDIO:**

Máx. Demanda total del mes	: 400 - 550 Kw
Máx. Demanda Horas Punta	: 450 Kw
Energía Activa Horas Punta	: 23,038 Kwh/mes
Energía Activa H. Fuera de Punta	: 96,154 Kwh/mes
Energía Activa promedio mensual	: 120,192 Kwh/mes
Energía Reactiva promedio	: 0 KVARh/mes

CONCEPTO \ TARIFA	CONSUMOS		MT2		MT3A/CP		MT4A/CP	
	LEIDOS MES	FACT.	P.U. (S/./U)	TOTAL (S/.)	P.U. (S/./U)	TOTAL (S/.)	P.U. (S/./U)	TOTAL (S/.)
Cargo Fijo Mensual			3.68	3.68	2.42	2.42	2.42	2.42
C. por Máx. Demanda Leida H.P (Kw)	450	450	22.92	10,314				
C. por Exeso POT. F.P ó POR MAX. DEM. F.P (Kw)		0.00	6.38	0.00				
C. por Máx. Demanda leida (Kw)	438	534			18.98	10,135	18.98	10,135
Cargo por Energía Activa H.P (Kwh)	24,038	24,038	0.15	3,526	0.15	3,526		
Cargo por Energía Activa H.F.P. (Kwh)	96,154	96,154	0.06	5,644	0.06	5,644		
Costo por Energía Activa total (Kwh)	120,192	120,192					0.08	9,952
Costo por Energía Reactiva (Kvarh)	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00
<b>GASTO TOTAL MES (S/.mes)</b>				<b>19,488</b>		<b>19,307</b>		<b>20,089</b>
<b>AHORRO MENSUAL (S/.mes)</b>				<b>601</b>		<b>781</b>		
<b>AHORRO ANUAL (S/. año)</b>				<b>7,212</b>		<b>9,372</b>		
<b>OPCION TARIFARIA OPTIMA (MT)</b>					<b>MT3B</b>			

38

Cuadro No 4.2: Analisis tarifario A

Nota: Los ahorros se logran mediante el cambio de tipo de tarifa, manteniendose como cliente en punta

## ANALISIS TARIFARIO DE LA PLANTA INDUSTRIAL PERUTALIA S.A.

### CLIENTE FUERA DE PUNTA DESPLAZANDO CARGAS

**CONDICIONES PROMEDIO:**

Máx. Demanda total del mes	: 400 - 550 Kw
Máx. Demanda Horas Punta	: 400 Kw
Energía Activa Horas Punta	: 23,038 Kwh/mes
Energía Activa H. Fuera de Punta	: 96,154 Kwh/mes
Energía Activa promedio mensual	: 120,192 Kwh/mes
Energía Reactiva promedio	: 0 KVARh/mes

CONCEPTO \ TARIFA	CONSUMOS		MT2		MT3B/CFP		MT4A/CFP	
	LEIDOS MES	FACT.	P.U. (S/./U)	TOTAL (S/.)	P.U. (S/./U)	TOTAL (S/.)	P.U. (S/./U)	TOTAL (S/.)
Cargo Fijo Mensual			3.68	3.56	2.42	2.42	2.42	2.42
C. por Máx. Demanda Leida H.P (Kw)	400	400	22.92	9,168				
C. por Exeso POT. F.P ó POR MAX. DEM. F.P (Kw)		0.00	6.38	0.00				
C. por Máx. Demanda leida (Kw)	438	534			11.71	6,253	11.71	6,253
Cargo por Energía Activa H.P (Kwh)	24,038	24,038	0.15	3,606	0.15	3,526		
Cargo por Energía Activa H.F.P. (Kwh)	96,154	96,154	0.06	5,769	0.06	5,644		
Costo por Energía Activa total (Kwh)	120,192	120,192					0.08	9,952
Costo por Energía Reactiva (Kvarh)	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00
<b>GASTO TOTAL MES (S/.mes)</b>				<b>18,547</b>		<b>15,426</b>		<b>16,207</b>
<b>AHORRO MENSUAL (S/.mes)</b>				<b>1,747</b>		<b>4,663</b>		<b>3,882</b>
<b>AHORRO ANUAL (S/. año)</b>				<b>20,964</b>		<b>55,956</b>		<b>46,584</b>
<b>OPCION TARIFARIA OPTIMA (MT)</b>					<b>MT3B/CFP</b>			

Cuadro No 4.2: Análisis tarifario B

Nota: Los ahorros se logran mediante el control de consumo de energía en H.P. Y desplazamiento de cargas a HFP cambio de tipo de tarifa, manteniéndose como cliente en siendo la empresa considerado Cliente presente Fuera de Punta

niveles del factor de 0.5 sobre todo en meses de alta producción, se debe realizar el desplazamiento de cargas que operen en Horas de Punta a Horas Fuera de Punta. Lo que equivale ha minimizar la utilización de algunas cargas durante el periodo de 18:00 a 23:00 horas

### **Acciones a implementar**

Efectuar el desplazamiento de algunas cargas significativas a horas fuera de punta de tal modo que implique la reducción del consumo de energía en horas punta. Una de las cargas factibles de desplazarse en este periodo podría ser el Horno Eléctrico cuya demanda es de cerca de 80 kW.

En el caso en que no se pueda desplazar las cargas significativas del consumo de energía en horas punta, niveles que se requiere para ubicarse como cliente fuera de punta, se tendrá que recurrir al Grupo Electrónico. Para un mejor control del factor que determina la calificación como cliente fuera de punta, se recomienda instalar en la subestación un medidor de consumo de energía eléctrica y máxima demanda, el cual debe recibir señales del secundario de los transformadores que alimentan al tablero de distribución principal. Esto permitirá efectuar el control de los consumos de energía en horas punta y las máximas demandas de manera de no sobrepasarse los límites de consumo establecidos en función a la máxima demanda del mes.

El Control de los consumos mensuales máximos en Horas Punta en función de la máxima demanda del mes que permite calificarse como clientes fuera de punta, esta dado por la siguiente relación:

---

$$\text{Cons. Máx. de Energía en HP del mes} \leq 150 * \text{M.D. mes}$$

Para realizar el control de los consumos de Energía en horas de punta, que estén en función de la máxima acumulada del mes: se muestra en Cuadro No 4.4 Consumo Máximo de Energía y un Grafico No 4.1 para el control.

Esta tabla permite determinar los consumos máximos mensuales de energía en horas de punta, que están en función a la máxima demanda del mes.

### **Parámetros a Controlar**

Los parámetros a controlar son los consumos de energía en horas de punta y máxima demanda del mes.

Con respecto a los topes de consumo de energía en horas punta estas se dan en función de la máxima demanda la cual a su vez se puede contratar con el concesionario bajo dos modalidades que son:

- a) Facturación por potencia leída
- b) Facturación por potencia contratada.

### **Modalidad por Potencia**

Para cada modalidad se deberá realizar lo siguiente:

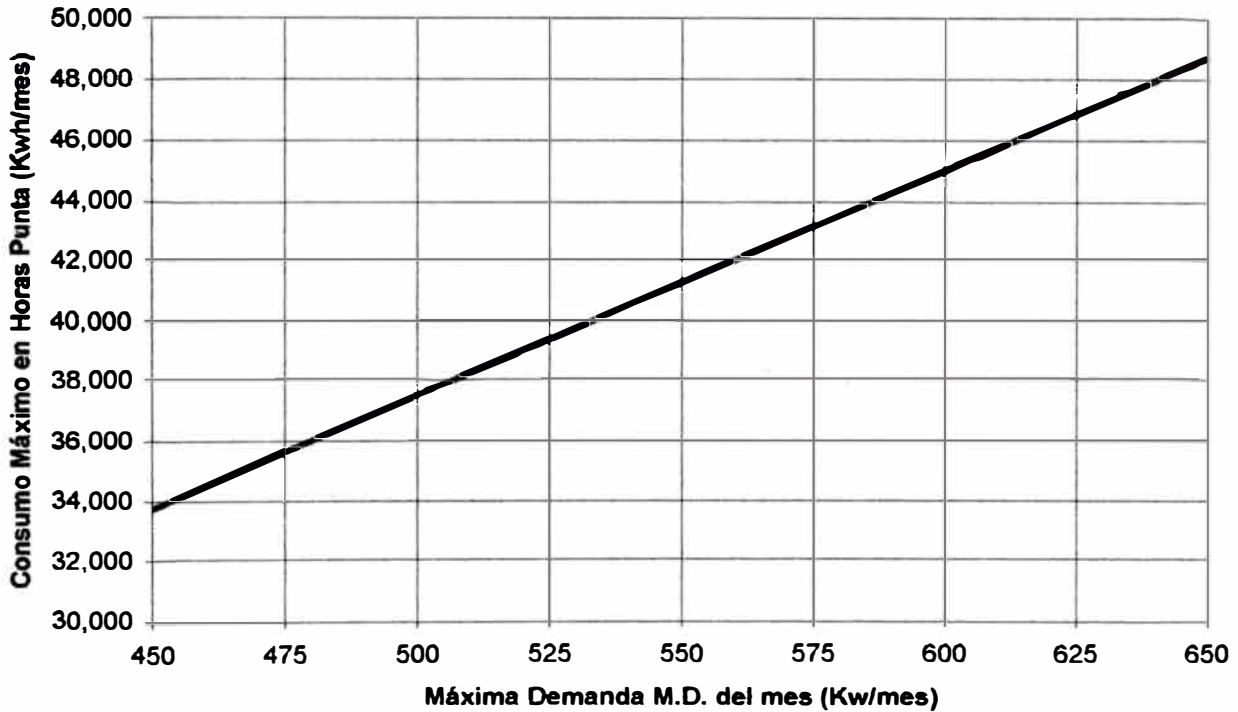
#### **a) Modalidad por potencia leída:**

De tomarse este tipo de contrato de potencia, tope de los consumos mensuales de energía en las horas de punta estarán fijadas por la máxima demanda del mes, tal como se indica en el cuadro mostrado en la página siguiente. Por ejemplo si el operador en los últimos días del mes observa en el indicador una máxima demanda de 550 kW. Los consumos de energía en horas punta deberán ser controlados para los días restantes del mes, de tal manera de no exceder las 41, 250 kWh en todo el mes.

**CONSUMO MAXIMO DE ENERGIA EN HORAS PUNTA EN FUNCION  
DE LA MAXIMA DEMANDA PARA CALIFICARSE COMO CLIENTE FUERA DE PUNTA  
PERUTALIA**

<b>MAX. DEM. MENSUAL (Kw/mes)</b>	<b>ENERGIA MAXIMA H.P. (Kwh/mes)</b>
450	33,750
475	35,625
500	37,500
525	39,375
550	41,250
575	43,125
600	45,000
625	46,875
650	48,750

**Cuadro No 4.4: Consumo de Energía**



**Gráfico No 4.1: Maxima demanda**

**b) Modalidad por Potencia Contratada**

Para este tipo de contrato, la potencia a contratarse es definida sobre la base de los consumos estadísticos y a las mediciones efectuadas en el presente estudio. De las evaluaciones efectuadas se recomienda contratar una potencia de 550 kW; con el cual el tope de energía a consumir en horas punta será de 45,000 kWh/mes.

Con este tipo de contrato se asegura tener un tope de 45,000 kWh/mes, a diferencia de la otra modalidad que esta en función a la máxima demanda acumulada del mes. Asimismo se debe controlar la máxima demanda mensual para no pagar excesos.

Para ambas modalidades, ante la eventualidad de un posible exceso del consumo en horas punta, para la máxima demanda acumulada del mes o para la potencia a contratarse según sea el caso, el operador deberá optar por minimizar los consumo en horas de punta de las 18:00 a las 23:00 horas mediante el desplazamiento de cargas y en el peor de los casos deberá utilizar el grupo electrógeno de emergencia en dichos periodos, evitando sobrepasarse los consumos tope de energía en punta.

**Equipos a instalar para la instalación de esta mejora**

Para ambas modalidades se requieren equipos cuya inversión depende de las bondades que ofrezcan para el control. Estas deben ser de baja o mediana inversión, y sus características son:

**a) Equipamiento de baja Inversión:**

Medidor Electrónico, programado para registrar la máxima demanda y consumo de energía en horarios diferenciados, con los respectivos transformadores de corriente en ambos secundarios.

Este equipo se instalará en el Tablero Principal, donde se recibe las señales de los secundarios de los transformadores de 230 V.

#### **b) Equipamiento de mediana inversión**

Un controlador de Máxima demanda.

Un equipo de monitoreo de energía eléctrica (Máximetro y Controlador HP y HFP)

Aquí se propone un equipo de control automático de máxima demanda, para no sobrepasar la potencia contratada o potencia límite, el cual será fijado como valor consigna a controlar (550 kW). Ante la eventualidad de un exceso en un intervalo de 15 minutos, este equipo deberá desconectarse por periodos cortos algunas cargas que se puedan interrumpir y luego reconectarlas pasado dicha eventualidad, de tal manera de evitar exceder el valor prefijado de máxima demanda.

Las cargas posibles a intervenir con el controlador, ante el exceso de la potencia son las siguientes:

Horno Eléctrico

Motores de los ventiladores de la Torres de enfriamiento

De estas cargas es suficiente controlar las que no tienen prioridades en las operaciones de dichos equipos.

Para el control de los consumos en horas punta de la planta, se utilizará el equipo de medición de energía eléctrica, el cual es complementario al controlador de máxima demanda.

Estos equipos se instalarán en el Tablero Principal donde se reciben las señales de los secundarios de transformadores a 230 V.



Una vez definida la modalidad de contratación y preparado el programa de las acciones a implementar, mencionados anteriormente, se debe tramitar a la empresa concesionaria el cambio de tarifa respectivo.

### **Beneficios económicos**

Para la determinación de los posibles beneficios a lograrse con la implementación de estas mejoras, se ha efectuado un análisis de facturación asumiendo los consumos del año 1994. Los consumos utilizados para este análisis, se han asumido del siguiente modo:

La energía total consumida en un mes representativo, es la energía promedio del año 1994.

La Potencia en horas punta se reduce de 540 kW a 460 kW. Debido a que se dejará de consumir en este periodo aproximadamente 80 kW, debido al desplazamiento de la carga del Horno. Dicha potencia fue la demanda alcanzada en el mes de Noviembre de 1994.

Los beneficios a lograrse con la implementación de esta mejora se muestran en resumen en el siguiente capítulo, cuyos resultados son los siguientes:

El beneficio económico a lograrse con la implementación de esta mejora en el orden de S /. 55 961 soles anuales, ahorros que se logran mediante el desplazamiento de cargas y el cambio de la tarifa contratada. Este ahorro expresado en dólares equivale a:

$$\text{Ahorro} = 24\,983 \text{ US\$/año}$$

### **Inversiones a efectuar.**

#### **a) Gastos con baja inversión**



El gasto a efectuar para la adquisición del equipo de baja inversión, es aproximadamente 2 400 US\$

#### **b) Gastos con mediana inversión**

El gasto a efectuar en al adquisición de los equipos de mediana inversión, es de aproximadamente 16 560 US\$

#### **Periodo de Retorno de inversión**

El periodo de retome de la inversión a efectuarse, considerando los ahorros previstos es de:

Período de retorno con baja inversión : 2 meses

Período de retorno con mediana inversión : 8 meses

#### **4.1.4 Aplicación de la Resolución de la Comisión de Tarifas Eléctricas para las horas Punta de días Domingo y feriado**

Según la Resolución de la CTE, sé entiende por horas punta al periodo comprendido entre las 18:00 y 23:00 horas de cada día de todos los meses del año exceptuándose a solicitud del cliente, los días domingos, días de descanso, siempre y cuando el cliente asuma los costos de inversión para la medición adicional.

De la resolución mencionada se entiende que para la facturación de energía activa en las horas punta de los días Domingo y feriados, estos pueden ser considerados como horas fuera de punta, siempre y cuando así lo solicite el cliente.

Para los periodos de campaña de producción, donde la planta requiere de operar en las horas de punta los días domingo y feriados este dispositivo permitirá obtener ahorros económicos adicionales.

El ahorro económico a obtenerse mediante la aplicación de esta mejora, radica en la diferencia tarifaria entre la energía punta y fuera de punta.

## 4.2 Modulación de Carga

Dentro de los principales circuitos que inciden en la máxima demanda, se ha observado que efectuando una correcta modulación por control de las horas de operación en periodos no coincidentes, pueden evitarse producir picos de demanda como consecuencia de la superposición de sus demandas respectivas; sobretodo en periodos en los que se pueden producir la máxima demanda de la planta.

Durante los registros y mediciones puntuales efectuados, se observaron que la máxima demanda de la planta se produce entre las 7:30 a 15:00 horas en los meses que no son de campaña y en los meses de campaña podría ampliarse hasta las 20:00 horas.

Estas condiciones de operación de la planta hace que el factor de carga diario de la planta sea bastante bajo, puesto que se está operando al 65% con respecto a los días de alta carga y de 35% cuando es de baja carga.

Como se ha observado, la planta tiene varias áreas independientes que elaboran productos distintos; esto podría permitir que algunas áreas de producción modifiquen sus horas de operación en el día; sobretodo en los meses de campaña que es donde se alcanza las mayores demandas del año. Las principales cargas que podrían ser desplazadas se muestra en el Cuadro No 4.5 y son las siguientes:

CIRCUITO	POTENCIA DE OPERACIÓN	HORAS DE OPERACIÓN	
		ACTUAL	RECOMEND.
Horno Eléctrico	80 kW	10:00 a 18:00	23:00 a 07:00
Cámara Frigorífica	50 kW	09:30 a 14:30	02:00 a 07:00
TOTAL	130 kW		

Cuadro No 4.5: Desplazamiento de cargas .

Cambiando el horario de operación de ambas cargas se estaría desplazando 130 kW de la demanda que se da en el horario actual de operación.

Este desplazamiento de 130 kW, dará como consecuencia la reducción del cargo por concepto de potencia de 534 kW, que se registro como demanda promedio en los registros efectuadas por EDELNOR como demanda promedio y por lo que se esta facturando.

Por lo tanto el ahorro por reducción de la Máxima Demanda será:

$$\text{Ahorro por Potencia} = 534 \text{ kW} - 130 \text{ kW} = 404 \text{ kW}$$

$$\text{Ahorro Económico} = 130 \text{ kW} * 10 \text{ U\$/kW} = 1\,300 \text{ U\$/mes}$$

$$\text{Ahorro} = 15\,600 \text{ US\$/año}$$

Este ahorro se logrará una vez que se haya dejado de facturar los promedios máximos logrados en Noviembre y Diciembre de 1995, esto será a partir de Febrero de 1996 mes que dejará los promedios mayores del año siempre en cuando no se produzcan mayores máximas demandas a partir de los meses de Julio de 1995.

Es importante recalcar que la máxima demanda que se factura cada mes es tomada del promedio de las dos máximas demandas de los últimos doce meses, por lo cual es suficiente tener dos valores máximos en dos meses para que se facture durante todo el año; es por ello importante minimizar las máximas de todos los meses y especialmente en periodos de campaña, para no asumir pagos innecesarios.

La operación del Horno en horas propuestas, será como un traslado del horario de trabajo del personal que labora en dicha máquina y a su vez implica programar todos los trabajos preliminares para que se inicie la operación del Horno en la hora recomendada.

La cámara frigorífica se propone desplazarlo a horario diferente, esto es ingresar en la tarde cuando el consumo de la planta está en descenso. Las horas de funcionamiento dependerá de la temperatura alcanzada en el interior de la cámara en todo caso tendrá disponible toda la noche para lograr este propósito.

Dicho desplazamiento deberá ser evaluado para otras cargas que permitan programar sus horas de operación a periodos fuera de punta, que permitirían obtener mayores ahorros.

Por lo tanto será necesario la evaluación de los costos que podría incurrir en lo respecta al personal de operación, tanto del Horno en horas recomendadas, como en la reparación de la cámara frigorífica.

#### **4.3 Control de Operación del Ventilador (compresor de aire acondicionado)**

Para la operación del sistema de aire acondicionado, cuenta con una torre de enfriamiento, esto para disminuir la temperatura del agua y adicionalmente a ella se tiene un ventilador para apoyar el enfriamiento por circulación de aire forzado; durante las inspecciones efectuadas se pudo determinar que para alcanzar la temperatura adecuada de operación de 20 °C es suficiente la operación con el agua de enfriamiento a circulación de aire normal.

Por lo tanto se recomienda que el ventilador mencionado se deje de operar en periodos de baja temperatura del ambiente; siendo esto en meses de invierno (cinco meses al año), con ello se logrará obtener ahorros energéticos y económicos, como se evalúa a continuación:

Potencia Nominal del motor	6 HP
Potencia de operación	4.2 kW
Horas de Control anual	1 680 horas(*)

Donde (\*)

Las horas de control de operación anual, se determina en función a las horas que dejará de operar el ventilador, con el siguiente criterio:

- Horas de operación diaria	14 horas
- Número de días de operación mensual	24 días
- Meses de baja temperatura del ambiente aprox.	5 meses
- Horas de control anual (14h*24 días * 5 meses)	1 680 horas

Ahorro Energético

$$\text{Ahorro Energía} = 4.2 \text{ kW} * 1\ 680 \text{ h/año} = 7\ 056 \text{ kWh/año}$$

Ahorro Económico:

$$\text{Ahorro} = 7\ 056 \text{ kWh} * 0.0436 \text{ US/kWh}$$

$$\text{Ahorro} = 308 \text{ US/año}$$

En el caso que se incremente la temperatura del ambiente y sobrepase la temperatura de 20 °C el agua de enfriamiento; será necesario la instalación de un termostato para controlar la temperatura del agua y arrancar el ventilador cuando superé los 20 °C.

La inversión que se deberá efectuar en este sistema, es de aproximadamente 100 US\$, siendo por lo tanto el retorno de la inversión simple de 4 meses.

#### 4.4 Control de Potencia Reactiva

Al trabajar con el sistema de compensación en forma fija y permanente, como es el caso actual, hace que se produzca una sobre compensación en periodos en que se trabaja a baja carga, tal como se muestra en el diagrama de carga. En ella se puede observar que durante las horas de 07:30 a 15:00 el sistema eléctrico requiere de energía reactiva por lo tanto el comportamiento de la potencia reactiva es inductiva,

pero fuera de dicho periodo el comportamiento de la potencia se torna capacitivo; esto se entiende porque los condensadores al seguir operando con baja carga de la planta se derivan la energía reactiva que ellas generan hacia la red de distribución.

Esto hace que se produzca pérdidas por Efecto Joule en los transformadores y cables eléctricos de los seis circuitos que se derivan desde el centro de transformación al tablero de distribución principal.

De los registros efectuados se ha podido observar que los grupos de compensación en periodos de baja carga generan una potencia reactiva capacitiva promedio de 113.40 kVAR, esta potencia reactiva capacitiva hace que este circulando una corriente de 284 amperios innecesariamente por los cables y transformadores mencionados.

$$\text{- Potencia Activa} \quad : \quad P = Q \times \cos \Phi \quad (4.3)$$

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \Phi \quad (4.4)$$

Igualando y despejando "I":

$$I = \frac{Q}{\sqrt{3} \times V \times \cos \Phi}$$

Reemplazando valores tendremos:  $I = 284 \text{ amp}$

Para corregir este tipo de operación de los módulos de compensación, se deberá instalar con accionamiento semiautomático, los cuales se desconectan en función a las horas de operación con baja carga de la planta.

Desconectando los tres primeros módulos se controlará aprox. 120 kVAR, estos módulos serían los que podrían trabajar en forma semiautomática a través de control por interruptores horarios.

La inversión que se efectuaría para dicha mejora es del orden de 700 US\$; por lo que el retorno de la inversión será de 47 meses.

Esta mejora a parte de lograr ahorros energéticos también evitará tener sobretensiones por la acción de los condensadores que se encuentran conectados en horas de baja carga de la planta; reflejándose ello, en el incremento de las pérdidas en motores y la disminución de la vida útil de los equipos.

#### **4.5 Instalación de Variadores de Velocidad**

En la inspección de los modos de operación de los equipos , se ha observado que las Concas BAUER MISTER trabajaban en siete posiciones de arranque con variaciones de velocidades de acuerdo a los requerimientos de operación.

Con este tipo de operación se hace factible la implementación de Variadores de velocidad electrónicos que irán acoplados al control de los motores eléctricos, con los cuales se obtendrán ahorros energéticos y económicos de hasta un 35 % del consumo que tienen con los mecanismos actuales. Cuantificando dichos ahorros para las dos CONCAS de 3 000 K, tenemos lo siguiente:

- Potencia de Operación actual	52.8 kW
- Consumo de Energía anual	141 926 kWh/año
Ahorro de Energía = 141 926 kWh/año * 0.35 = 49 674 kWh/año	
Ahorro = 49 674 kWh/año * 0.0436 US\$/kWh	

$$\text{Ahorro} = 2\ 165\ \text{US\$ /año}$$

Para el control de los motores que accionan dichas máquinas, es básicamente instalar un regulador de velocidad con la programación respectivas de las velocidades con que se desea operar. Las características técnicas de estos equipos son mostrados en el Anexo No 03.

La inversión necesaria para ejecutar esta mejora en las dos Concas de 15 000 US\$, con un retorno de la inversión de 7 años.

#### 4.6 Cambio de sistemas de arranque de motores

Los motores eléctricos en los períodos de arranque requieren muchas veces de cinco a ocho veces su corriente nominal, esto hace que se afecte los niveles de aislamiento, equipos de control y de fuerza, con las consiguientes pérdidas de energía. Actualmente se dispone en el mercado equipos electrónicos para disminuir los picos de arranque a niveles bajos, denominándose dichos equipos arrancadores estáticos.

En la planta de PERUTALIA existen máquinas en las que se puede implementar dichos arrancadores, lográndose beneficios energéticos y económicos del orden del 5 al 7 % de los consumo de energía con los arrancadores actuales, ya que ellas actúan sobre los parámetros de rendimiento óptimo, cuando los motores trabajan con carga parcial; a parte de disminuir los picos de arranques.

En el Anexo No 04, se muestra las características Técnicas de algunos tipos de arrancadores electrónicos.

Las máquinas en las que se puede instalar los arrancadores estáticos, se muestra en Cuadro No 4.6 son los siguientes:

MAQUINAS	MOTORES (HP)
Compresores de aire acondicionados	25 – 25 - 30
Compresores de cámara de frío	75 - 75
Compresores de aire comprimido	40 – 75
Compresor Atlas Coppco	18

Cuadro No 4.6: Potencia de las Compresoras



Los ahorros energéticos están en función al número de arranques y consumo de energía anual, siendo ello de aproximadamente de 412 887 kWh/año, por lo que el ahorro energético es de:

- Ahorro energético = 412 887 kWh/año \* 0.07 = 28 902 kWh
- Ahorro = 28 902 kWh/año \* 0.0436 US\$/kWh

$$\text{Ahorro} = 1\,260 \text{ US\$/año}$$

La inversión necesaria para ejecutar esta mejora que consistirá en la instalación de arrancadores electrónicos en las maquinas mencionadas es de 16 000 US\$, con retorno de la inversión de 13 años.

Además de los ahorros económicos, al utilizar estos equipos se tienen ventajas de orden técnico, dado que permitirán incrementar la útil y evitan tener trabajos de mantenimiento a los sistemas de arranques tradicionales.

#### **4.7 Ahorro en el sistema de Iluminación**

Los ahorros que se logran en el sistema de iluminación, es base a los siguientes conceptos:

##### **a) Por Control de Operación de Lámparas**

Estos ahorros se logran por controlar el sistema de iluminación, tanto en la incidencia de la luz natural, como en mantener los ambientes con iluminación innecesaria una vez que hayan culminado sus labores o paradas por periodos prolongados.

Estas acciones se pueden tomar en áreas de frutas (cocción); apagando las 15 lámparas que se hallan encendidas, esto se podría lograr simplemente efectuando una limpieza adecuada de los ventanales lo cual permitirá el ingreso de la luz

$$\text{Ahorro Energético} = 2,250 \text{ kWh /anuales}$$

Ahorro Económico = 98 US\$/año

Estas medidas podrían incrementarse si se detectan más áreas con las mismas características de operación que en las áreas descritas anteriormente.

#### **b) Instalando Calaminas Transparentes**

La instalación de Calaminas transparentes en el área de preparado de Frutas (Pelado y Picado), Sala de calderas, Compresoras y Taller Mecánico; en las que se puede aprovechar la incidencia de la luz natural por efecto de la instalación de dichas Calaminas y con ello se logrará apagar un promedio de 50 lámparas fluorescentes.

Los ahorros energéticos que se lograrán al instalar las Calaminas transparentes será de:

Ahorro Energético = 9 000 kWh/año

Ahorro Económico = 9 000 US\$/año\*0,0436US\$/kWh

**Ahorro = 392 US \$/año**

Retorno de al inversión en 15 meses

#### **c) Cambio de lámparas por las de mayor eficacia**

El avance de la tecnología en lámparas de iluminación para obtener ahorros energéticos al efectuar el cambio de lámparas fluorescentes de 40 W y los reactores de 10 W por los reactores de alta eficiencia de 7 W, con dichos cambios se reducirá 7 W por lámparas y reactor que se reemplace.

Efectuando una evaluación del total de lámparas inspeccionadas se tendrá los siguientes ahorros:

Ahorro Energético = 350 lámp. \* 7 W \* 2 500 hr/año = 6 125 kWh/año

Ahorro Económico = 6 125 kWh/año \* 0.0436 US\$/kWh = 267 US\$/año

La inversión que se efectuará para los cambio de dichas lámparas y reactores será en forma paulatina, esto podría llevarse de acuerdo al plan de mantenimiento de reemplazo, que la planta tiene para con sus equipos inoperativos.

Por lo tanto los ahorros que se logren en el sistema de iluminación global, será de:

Ahorro Energético = 17 375 kWh/año

## **CAPITULO V EVALUACIÓN ECONOMICA**

La Evaluación de las mejoras identificadas, han permitido determinar un potencial de ahorro de 107 140 kWh/año. El ahorro económico total cuantificado es de 45,252 US\$/año .

En el cuadro 01/RES, se muestra el resumen de las mejoras propuestas y los ahorros respectivos

### **A) Mejoras con Baja Inversión**

- Cambio de Opción Tarifaria de MT4A a MT3B  
Ahorro Económico : 24 983 US\$/año
- Cambio de Operación del Ventilador de Aire Acondicionado  
Ahorro de Energía : 7 056 kW h/año  
Ahorro Económico : 308 US\$/ año
- Desconexión de Condensadores  
Ahorro de Energía : 4 128 kWh/ año  
Ahorro Económico : 179 US\$/ año
- Sistema de Iluminación  
Ahorro de Energía : 8 933 kWh/ año  
Ahorro Económico : 389 US\$/ año

### **B) Mejoras con Mediana Inversión**

- Instalación de VARiadores de Velocidad

Ahorros de Energía : 49 679 kWh/ año

Ahorro Económico : 2 165 US\$/ año

**Instalación de Arrancadores Electrónicos en Motores Eléctricos**

Ahorro de Energía 28 902 kWh / año

Ahorro Económico 1 260 US\$ / año

**Control de Demanda Máxima**

Ahorro de Potencia Activa H.P.: 130 kW/ mes

Ahorro Económico : 15 600 US\$/ año

**CUADRO GENERAL DE RESUMEN DE MEJORAS  
PERUTALIA S.A.**

MEJORA	MAXIMA DEMANDA		AHORRO ENERGIA		AHORROS	INVERSION
	(Kw)	%	(Kw/año)	%	(US\$/Año)	(US.\$)
CAMBIO DE TARIFA DE MT4A - A - MT3B					24,983	2,400
CONTROL DE MAXIMA DEMANDA	130	24.3			15,600	(1)
CONTROL DE OPER. DEL VENTILADOR DE COMP. DE AIRE ACOND.			7,056	0.5	308	100
DESCONEXION DE CONDENSADORES EN BAJA CARGA			4,128	0.3	179	700
INSTALACIÓN DE VARIADORES DE VELOCIDAD ELECTRONICOS			49,679	3.8	2,165	15,000
SISTEMA DE ILUMINACION			17,375	1.3	757	500
<b>TOTAL</b>	<b>130</b>	<b>24.3</b>	<b>78,238</b>	<b>5.9</b>	<b>43,992</b>	<b>18,700</b>

**CONSUMOS FACTURADOS Y PROYECTADOS**

Potencia Promedio Anual facturado (Kw)	534
Consumo Total de Energía Activa (Kwh/año)	1293615
Tipo de cambio al 12-09-96 en Nuevos Soles/US\$	2.4

(1) La inversión dependerá de la evaluación por traslado de horas de trabajo de las cargas recomendadas fuera de horas normales de operación

Cuadro No 5.1: Resumen de mejoras

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- 1.- Del estudio realizado se concluye que la Planta Alimentaria PERUTALIA, tiene un apreciable potencial de ahorro energético. Este potencial ha sido cuantificado en ahorros energéticos y ahorros económicos.
- 2.- Las mejoras han sido clasificadas de acuerdo a la magnitud de la inversión necesaria para que la empresa efectúe una programación de la ejecución de las mismas, en función de la capacidad económica, sin afectar la cantidad.
- 3.- Cada una de las mejoras repercute en un ahorro económico inmediato pero a la vez contribuye a elevar la eficiencia de los sistemas, al disminuir los costos de operación y de esta manera hacer la Planta más competitiva a nivel nacional.
- 4.- Es muy importante crear conciencia del uso racional de la energía en todo el personal de la empresa, programando charlas del tema así como incentivos para premiar la eficiencia, esfuerzo y ahorro energético.
- 5.- El control de la evaluación, la programación y la ejecución de acciones para mantener un eficiente uso de la energía, deberá ser dirigido por un ente técnico-administrativo con suficiente poder de decisión para llevar a cabo las mejoras y recomendaciones dadas en el presente estudio.
- 6.- Se realizó el análisis con la modalidad de facturación de potencia Contratada para Consumos Estacionales (MT2) y se concluyó que el ahorro es mayor. Para tarifa se tiene que hacer una mayor inversión inicial . (Ver Anexo No 5)

## **RECOMENDACIONES**

1.- Con la evaluación tarifaria se determinó que lo recomendable a las característica de consumo es la opción tarifaria MT3B, y que modulando su carga se obtendrían mayores ahorros energéticos y económicos

2.- Para poder efectuar el control sobre el consumo de la energía eléctrica es necesario contar con los equipos de medición adecuados y ubicados convenientemente. Se recomienda tener un controlador de Demanda Máxima para que registre y a su vez avise para evitar los picos de potencia. Este equipo registrara diariamente en intervalos de cada 15 minutos los parámetros. Previamente se deberá hacer una evaluación de todo el sistema de medición y los que resulten en buen estado deberán ubicarse apropiadamente para el control. Se evaluarán nuevos y modernos equipos de medición que permitan un eficiente control en el consumo de la energía eléctrica.

3.- Los cables de los circuitos desde el tablero de distribución hasta las barras de seccionamiento; por sus condiciones físicas y por las mediciones de los niveles de aislamiento tal como se muestra en el Cuadro No 02/MED, se hallan en regulares condiciones; lo cual se recomienda para efectuar el cambio paulatino de dichos cables ya que podrían producirse fallas en un corto tiempo.



**ANEXO No 1**

**MEDICIONES EN SUBESTACIONES, TRANSFORMADORES,  
TABLEROS Y DIAGRAMAS UNIFILIARES**

**REGISTRO DE MAXIMA DEMANDA Y ENERGÍA**

USUARIO : PERUTALIA  
 SUMINISTRO : 0081933  
 TARIFA : MT4A

DIA : MIERCOLES                      FECHA : 26/07/95

DIA	HORA	P. ACT	F.D.P.	P.REAC	ENERGIA	
					(KWh)	(KVARh)
MIERCOLES	00.00	27.3	-0.14	-193	0	0
	00.15	32.6	-0.16	-201	8	-50
	00.30	27.0	-0.14	-191	15	-98
	00.45	24.7	-0.12	-205	21	-149
	01.00	23.4	-0.12	-193	27	-197
	01.15	27.9	-0.14	-198	34	-247
	01.30	24.8	-0.12	-205	40	-298
	01.45	15.9	-0.08	-199	44	-348
	02.00	21.2	-0.11	-192	49	-396
	02.15	18.4	-0.09	-204	54	-447
	02.30	23.2	-0.12	-192	60	-495
	02.45	19.4	-0.10	-193	65	-543
	03.00	20.3	-0.10	-202	70	-593
	03.15	26.2	-0.13	-200	76	-643
	03.30	21.2	-0.11	-192	82	-691
	03.45	26.4	-0.13	-201	88	-742
	04.00	24.8	-0.13	-189	94	-789
	04.15	25.3	-0.13	-193	101	-837
	04.30	22.9	-0.12	-183	106	-883
	04.45	30.5	-0.17	-177	114	-929
	05.00	40.3	-0.23	-171	124	-971
	05.15	40.4	-0.23	-171	134	-1014
	05.30	45.1	-0.26	-168	146	-1056
	05.45	28.4	-0.15	-187	153	-1103
	06.00	32.5	-0.17	-189	161	-1150
	06.15	29.2	-0.15	-192	168	-1198
	06.30	38.9	-0.21	-181	178	-1243
	06.45	37.5	-0.20	-184	187	-1289
	07.00	63.8	-0.35	-171	203	-1332
	07.15	89.3	-0.54	-139	225	-1367
	07.30	152.2	-0.89	-78	263	-1386
	07.45	322.7	0.99	46	344	-1375
	08.00	312.0	0.99	44	422	-1364
	08.15	325.6	0.99	46	504	-1352
	08.30	372.1	0.98	76	597	-1333
	08.45	333.4	0.99	48	680	-1321
	09.00	307.3	0.99	44	757	-1310
	09.15	329.0	0.99	47	839	-1299
	09.30	333.2	0.99	47	922	-1287
	09.45	333.8	0.99	48	1006	-1275
	10.00	324.1	0.99	46	1087	-1263

**REGISTRO DE MAXIMA DEMANDA Y ENERGIA**

USUARIO : PERUTALIA  
 SUMINISTRO : 0081933  
 TARIFA : MT4A

DIA : MIERCOLES                      FECHA : 26/07/95

DIA	HORA	P. ACT	F.D.P.	P.REAC	ENERGIA	
					(KWh)	(KVARh)
	10.15	310.2	0.99	44	1164	-1252
	10.30	307.0	0.99	44	1241	-1241
	10.45	309.1	0.99	44	1318	-1230
	11.00	300.0	0.99	43	1393	-1220
	11.15	314.4	0.99	45	1472	-1208
	11.30	308.7	0.99	44	1549	-1197
	11.45	305.2	0.99	43	1625	-1187
	12.00	318.3	0.99	45	1705	-1175
	12.15	320.0	0.99	46	1785	-1164
	12.30	318.6	0.99	45	1865	-1152
	12.45	315.6	0.99	45	1944	-1141
	13.00	302.4	0.99	43	2019	-1130
	13.15	285.5	0.99	41	2091	-1120
	13.30	297.7	0.99	42	2165	-1110
	13.45	312.0	0.99	44	2243	-1099
	14.00	297.3	0.99	42	2317	-1088
	14.15	273.3	-0.99	-39	2385	-1098
	14.30	216.3	-0.92	-92	2440	-1121
	14.45	166.0	-0.75	-146	2481	-1157
	15.00	156.1	-0.71	-155	2520	-1196
	15.15	145.7	-0.68	-157	2557	-1235
	15.30	147.4	-0.73	-138	2593	-1270
	15.45	149.4	-0.76	-128	2631	-1302
	16.00	181.5	-0.80	-136	2676	-1336
	16.15	169.1	-0.77	-140	2718	-1371
	16.30	175.7	-0.78	-141	2762	-1406
	16.45	170.1	-0.77	-141	2805	-1441
	17.00	174.0	-0.78	-140	2848	-1476
	17.15	180.3	-0.79	-140	2893	-1511
	17.30	176.8	-0.79	-137	2938	-1545
	17.45	167.9	-0.77	-139	2980	-1580
	18.00	159.3	-0.71	-158	3019	-1620
	18.15	153.3	-0.72	-148	3058	-1657
	18.30	149.6	-0.71	-148	3095	-1694
	18.45	113.1	-0.61	-147	3123	-1731
	19.00	89.3	-0.51	-151	3146	-1768
	19.15	89.9	-0.52	-148	3168	-1805
	19.30	105.7	-0.63	-130	3195	-1838
	19.45	100.2	-0.59	-137	3220	-1872
	20.00	97.5	-0.58	-137	3244	-1906
	20.15	94.8	-0.57	-137	3268	-1940

**REGISTRO DE MAXIMA DEMANDA Y ENERGIA**

USUARIO : PERUTALIA  
 SUMINISTRO : 0081933  
 TARIFA : MT4A

DIA : MIERCOLES                      FECHA : 26/07/95

DIA	HORA	P. ACT	F.D.P.	P.REAC	ENERGIA	
					(KWh)	(KVARh)
	20.30	72.8	-0.43	-153	3286	-1979
	20.45	58.3	-0.31	-179	3301	-2023
	21.00	53.0	-0.29	-175	3314	-2067
	21.15	52.7	-0.27	-188	3327	-2114
	21.30	32.9	-0.16	-203	3335	-2165
	21.45	21.5	-0.10	-213	3341	-2218
	22.00	23.0	-0.11	-207	3346	-2270
	22.15	22.0	-0.10	-219	3352	-2325
	22.30	17.3	-0.08	-216	3356	-2379
	22.45	15.4	-0.07	-219	3360	-2433
	23.00	20.2	-0.09	-224	3365	-2489
	23.15	16.3	-0.08	-203	3369	-2540
	23.30	21.6	-0.10	-215	3375	-2594
	23.45	14.5	-0.07	-207	3378	-2646
	24.00	15.8	-0.07	-225	3382	-2702
<b>MAXIMA DEMANDA (kw)</b>						
H.P. :		159.3				
H.F.P. :		372.1				
LA MAXIMA DEMANDA ES A LAS :				08.30		
<b>DEMANDA PROMEDIO (Kw)</b>						
H.P. :		69.1				
H.F.P. :		159.8				
TOTAL :		140.9				
<b>E. ACT. CONSUMIDA (Kwh)</b>				<b>E. REACTIVA CONSUMIDA (KVARh)</b>		
H.P. :		346				
H.F.P. :		3037				
TOTAL :		3382		TOTAL:		-2702
<b>FACTOR DE CARGA</b>						
H.P. :		0.43				
H.F.P. :		0.43				
TOTAL :		0.38				
FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO :				0.78 CAPACITIVO		

PERUTALIA S.A

FECHA DE REGISTRO : MIERCOLES

26/07/95

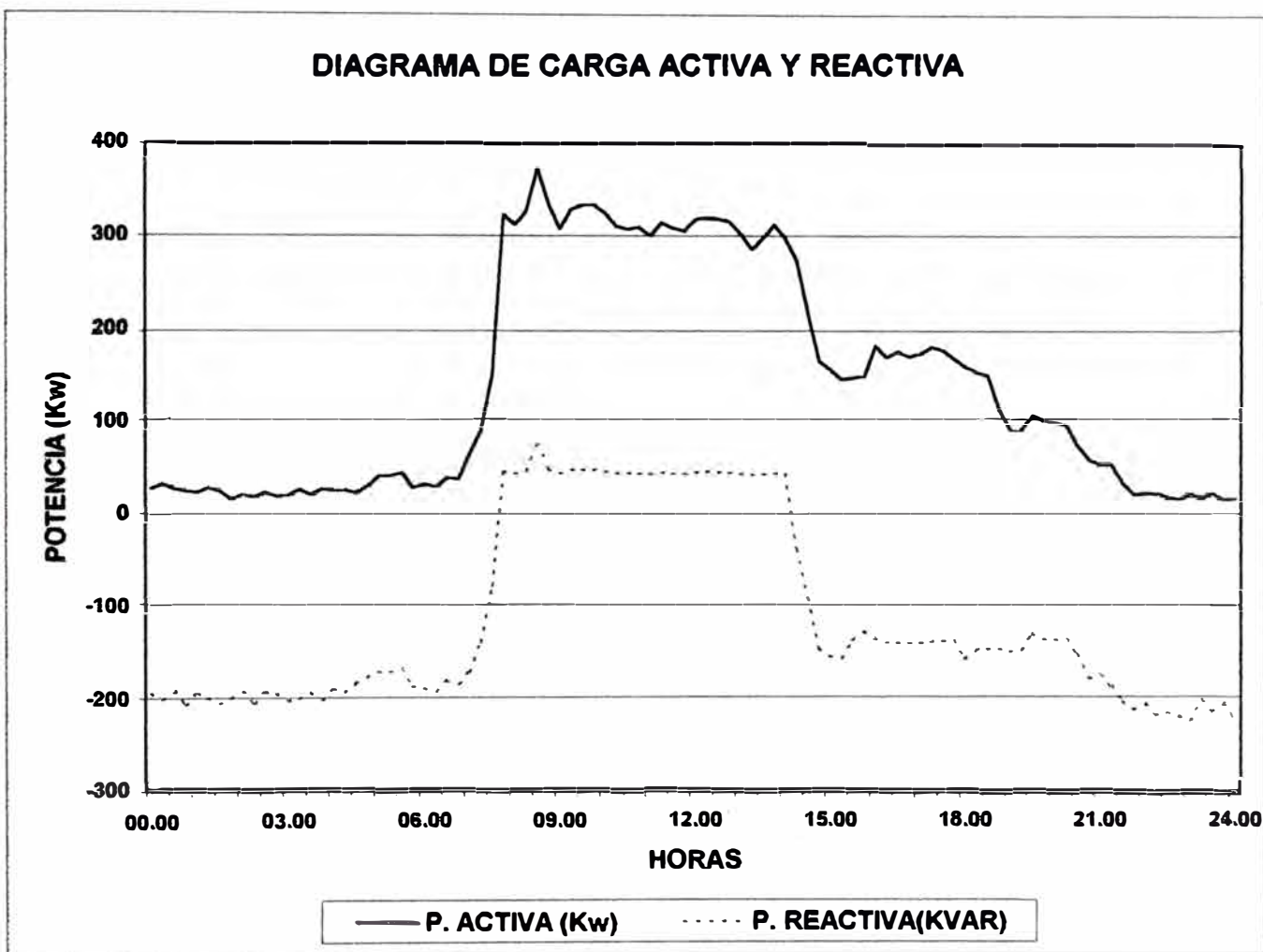


Gráfico No 01/REG/EDELNOR

MAXIMA DEMANDA (Kw) H.P. :	159.3
H.F.P.	372.1
ENERGIA CONSUMIDA (Kw) :	3382.15
FACTOR DE POTENCIA :	0.78
FACTOR DE CARGA :	0.38

DEMANDA PROM. (Kw) H.P. :	69.1
(Kw) H.F.P. :	159.8
(Kw) DIA :	140.92
POT. REACTIVA PROM (KVAR) :	-113.4
ENERGIA REACTIVA (KVARH) :	-2701.77

CUADRO No 01/MP/SD

CUADRO DE MEDICIONES PUNTUALES DE CORRIENTE DESDE LA S.E. DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL

FECHA: 19/07/1995

HORA	VOLT.	SECC-1	SECC-2A	SECC-2AB		SECC-3AB	SECC-3A	SECC-4	SECC-5	SECC-8A	SECC-6AB	SECC-7A	SECC-7AB	SECC-8A	SECC-8AB
				COND.	CARGA										
12:00	225	65	55	159	39	160	120	11	175	10.3	58	98	11	79	125
12:40	225	54	22	159	25.3	320	120	15.6	190	8.7	62	105	10	63.3	120
01:10	225	10	42	159	25.3	315	190	6	200	7.3	52	92	10	86.3	125
01:40	225	55	22	159	19	320	135	16.7	205	4.7	12	103	10	80.3	124
03:10	230	30	33	162	35	51	165	5.3	205	14.6	13	96	11	36.3	52
03:40	230	0	30	160	15	51	165	20.6	205	4.7	12	96	10	55.3	50
04:10	230	2	32	162	25.3	52	160	21	206.6	7.3	10.7	156	11	72	52
04:30	225	2	30	160	26.3	52	160	27	0	6.3	8.7	164	10	71.3	52
05:00	230	8	32	162	32	52	160	24	0	9.3	6	166	10	43.7	120
05:30	230	1.7	32	163	26.3	52	158	22	0	6	6.3	148	10	53.3	120
06:00	230	45	29	161	23.3	52	158	22	0	6	13	148	10	75.7	118

Donde:

SECC-1: Circuito de Caldero y Cremino

SECC-2A : Circuito de Encajado

SECC-2AB : Circuito de Chocolate y Almacén

COND. : Circuito de Condensadores

SECC-3AB : Circuito de Compresores y Camara Frigorífica

SECC-3A : Circuito de Chocolate, Moldeado y Envoltura

SECC-4 : Circuito de Chocolate, Empaste y Refinado

SECC-5 : Circuito de Horno

SECC-6A : Circuito de Computo

SECC-6AB : Circuito de Caramelo

SECC-7A : Circuito de Frutas y Laboratorio

SECC-7AB : Circuito de Hornos (Equipos)

SECC-8A : Circuito de Servicios Generales

SECC-8AB : Circuito de Alumbrado



CUADRO No 02/MP/SD

CUADRO DE MEDICIONES PUNTUALES DE CORRIENTES DESDE LA S.E. DE DISTRIBUCION PRINCIPAL

FECHA: 20/07/1996

HORA	VOLT	SECC-1	SECC-2A	SECC-2AB		SECC-3AB	SECC-3A	SECC-4	SECC-5	SECC-6A	SECC-6AB	SECC-7A	SECC-7AB	SECC-8A	SECC-8AB
				COND	CARGA										
08:30	220	46	40	160	23	81	245	1	0	5.2	50	108	20	89.3	139
09:00	225	1	42	161	31.3	81	202	1	0	5.3	61	87	10	62	142
09:30	222	18	18	160	25.6	233	200	1	0	5.7	55	108	10	69	138
10:00	222	63	44	160	30.6	141	240	140	0	5.3	54	106	6	61	136
10:30	220	66	43	160	25.6	142	208	136	0	6	54	80	9	65.3	136
11:00	225	54	43	160	30.6	138	241	133	0	4.7	49	93	6	64.7	130
11:30	225	68	18	160	36.3	143	246	69	103.3	5	55	72	5	72.3	63
12:00	225	31	64	162	23	143	233	72	110	8	58	72	6	60	60
12:30	225	36	18	160	26.3	107	250	161	172	5.3	56	78	6	45.7	60
01:00	225	68	19.7	160	31.3	118	215	152	200	7.7	46	78	5	80.7	58
01:30	225	63	59	160	18	167	185	70	205	14.3	36	100	5	64	56
02:30	225	45	9	160	26	51	128	0	218.7	12.7	12	94	15	55	125
03:00	225	45	9.3	160	27	52	128	0	221.3	13	15	102	5	49.3	130
04:00	230	0	9.6	160	31	52	129	0	223.7	13	12	102	0	48.3	56
04:30	225	0	11.3	161	26.6	52	136	48	220.6	13	15	98	9	69	56
05:00	225	46	9.6	160	22	52	125	48	194	4.7	12	74	3.3	66	130
06:00	225	45	10.3	160	23.3	52	136	1	0	4	18	110	0	63	123
06:20	225	45	9.3	163	26.3	51	130	10	0	13.3	15	109	1	67	135
06:40	230	3.3	7	161	28.7	50	88	1	0	4	16	102	1	74	62
07:00	230	1	7	161	18.3	51	90	1	0	3.7	16	138	1	86.3	56
07:20	230	45	6.7	161	17.7	52	85	1	0	4.7	12	138	1	63.6	46
07:40	230	45	7	161	18	51	88	1	0	5	13	142	1	68.7	52
08:00	230	1	6.7	162	23.3	51	85	1	0	11.3	10	147	1	43	118
08:20	225	46	6.3	161	23.3	30	91	1	0	12.3	8	133	1	60.3	107.2
08:40	230	1	6.7	161	20.2	31	74	1	0	12.3	10	136	0	53	110
09:00	230	1	6.7	161	27.7	30	70	1	0	11.3	10	136	1	65.3	108.3
09:20	230	46	7	163	29	31	55	1	0	12	10	35	6.7	48	125
09:40	230	45	6.7	164	37	48	50	1	0	2.3	0	1	1	37	37
10:00	230	1	6.7	162	34.7	42	51	1	0	12	10	36	1	34.3	33

**CUADRO DE MEDICIONES PUNTUALES DE CORRIENTE DESDE LA S.E. DE DISTRIBUCION PRINCIPAL**

HORA	VOLT	SECC-1	SECC-2A	SECC-2AB		SECC-3AB	SECC-3A	SECC-4	SECC-5	SECC-6A	SECC-6AB	SECC-7A	SECC-7AB	SECC-8A	SECC-8AB
				COND	CARGA										
<b>FECHA: 21/07/1995</b>															
09:00	225	27	68	160	29	406	185	142	0	6	27	118	14	52	132
09:30	225	84	45	160	26.7	410	149	150	0	6.3	14	80	42	52.3	63
12:00	220	77	10	160	11	412	122	148	210	8.7	22	57	10	32.7	55
12:30	220	61	14	160	22.7	412	152	148	216	7	21	40	10	54.3	128
01:00	225	21	14	160	27.7	420	150	25	205	6	36	78	10	70.7	120
01:30	225	60	9.7	160	23.2	82	162	28	218	6	11	38	11	57.3	120
03:00	225	60	10	160	22	82	170	28	220	9	12	60	5	46	117
03:30	225	50	9.3	160	292.2	81	140	76	218	5.7	12	64	6	61.3	45
04:00	225	30	34	160	48.3	81	180	98	218	5.3	18	67	6	37.7	48
04:30	225	30	33	160	30.7	80	182	90	218	5.7	12	64	6	38.3	112
<b>FECHA: 25/07/1995</b>															
15:40	230	50	29	160	30	78	180	0	226	4	10	70	0	40	54
<b>FECHA: 27/07/1995</b>															
11.32	230	46	25	160	170	140	40	15	0	13	14	55	48	41	70
<b>FECHA: 05/08/1995</b>															
02:30	225	3	6	160	190	30	69	19	0	3	28	100	0	68	28
<b>FECHA: 05/08/1995</b>															
02:20	240	3	12	160	130	567	137	3	230	17	16	39	34	81	133
02:50	235	4	13	160	130	135	136	40	230	17	36	55	2	78	50
03:50	232	60	13	160	13	84	160	97	230	19	21	70	4	70	50
04:51	233	1	13	160	189	560	167	39	1	16	23	73	2	69	132
05:25	233	15	37	160		162	170	32	9	13	21	66	5	60	127



**CUADRO DE MEDICIONES PUNTUALES DE POTENCIA ACTIVA DESDE LA S.E. DE DISTRIBUCION PRINCIPAL**

HORA	VOLT	SECC-1 (KW)	SECC-2A (KW)	SECC-2AB		SECC-3AB	SECC-3A	SECC-4	SECC-5	SECC-6A	SECC-6AB	SECC-7A	SECC-7AB	SECC-8A	SECC-8AB
				(KVAR)	(KW)										
08:30	220	14.9	12.9	61	7.4	26.2	79.3	0.3	0.0	1.8	16.2	34.9	6.5	28.9	45.0
09:00	225	0.3	13.9	63	10.4	26.8	66.8	0.3	0.0	1.9	20.2	28.8	3.3	20.5	47.0
09:30	222	5.9	5.9	61	8.4	76.1	65.3	0.3	0.0	2.0	18.0	35.3	3.3	22.5	45.0
10:00	222	20.6	14.4	61	10.0	46.0	78.3	45.7	0.0	1.8	17.6	34.6	2.0	19.9	44.4
10:30	220	21.4	13.9	61	8.3	45.9	67.3	44.0	0.0	2.1	17.5	25.9	2.9	21.1	44.0
11:00	225	17.9	14.2	62	10.1	45.7	79.7	44.0	0.0	1.6	16.2	30.8	2.0	21.4	43.0
11:30	225	29.1	6.0	62	10.4	47.0	81.4	22.8	40.2	1.8	18.2	23.8	1.7	23.9	20.8
12:00	228	10.4	21.5	64	7.7	47.9	78.1	24.1	43.4	2.8	19.4	24.1	2.0	20.1	20.1
12:30	225	11.9	6.0	62	8.7	35.4	82.7	53.3	67.0	1.9	18.5	25.8	2.0	15.1	19.9
01:00	225	22.5	6.5	62	10.4	39.0	71.1	50.3	77.9	2.7	15.2	25.8	17.0	26.7	19.2
01:30	225	22.6	19.5	62	6.0	55.3	61.2	23.0	78.9	5.0	11.9	32.1	17.0	21.2	18.5
02:30	225	14.9	3.0	62	8.6	16.3	42.4	0.0	85.1	4.4	4.0	31.1	5.0	18.2	41.4
03:00	235	15.2	3.1	64	9.1	17.5	43.3	0.0	89.1	4.7	5.1	34.5	17.0	18.7	44.0
04:00	225	0.0	3.2	62	10.3	17.2	42.7	0.0	87.1	4.6	4.0	33.7	0.0	16.0	18.5
04:30	225	0.0	3.7	63	8.6	17.2	45.0	15.9	85.9	4.6	5.0	32.4	3.0	20.8	18.5
05:00	225	15.2	3.2	62	7.0	17.2	41.4	15.9	75.5	1.6	4.0	24.5	1.1	21.8	43.0
06:00	225	14.9	3.4	62	7.7	17.2	45.0	0.3	0.0	1.4	6.0	35.4	0.0	20.8	40.7
06:20	230	15.2	3.1	65	8.9	17.2	44.0	3.4	0.0	4.8	5.1	36.9	0.3	22.7	45.7
06:40	230	1.1	2.4	64	9.7	16.9	29.8	0.3	0.0	1.4	5.4	34.5	0.3	25.0	21.0
07:00	230	0.3	2.4	64	6.2	17.2	30.4	0.3	0.0	1.3	5.4	46.7	0.3	29.2	18.9
07:20	230	15.2	2.3	64	6.0	17.6	26.7	0.3	0.0	1.7	4.1	46.7	0.3	28.3	15.6
07:40	230	15.2	2.4	64	6.1	17.2	29.8	0.3	0.0	1.8	4.4	48.0	0.3	22.6	17.6
08:00	228	0.3	2.2	64	9.5	17.1	28.5	0.3	0.0	4.0	3.4	49.3	0.3	14.4	39.6
08:20	230	15.6	2.1	64	6.9	10.1	30.8	0.3	0.0	4.4	2.7	45.0	0.3	20.4	36.3
08:40	230	0.3	2.3	64	6.9	10.5	25.0	0.3	0.0	4.4	3.4	46.0	0.3	17.9	37.2
09:00	230	0.3	2.3	64	9.4	10.1	23.7	0.3	0.0	4.0	3.4	46.0	0.3	22.4	36.6
09:20	230	15.6	2.4	65	9.8	10.5	18.6	0.3	0.0	4.3	3.4	11.8	0.3	16.2	42.3
09:40	230	15.2	2.3	65	12.5	14.5	16.9	0.3	0.0	0.8	0.0	0.3	0.3	12.5	12.5
10:00	230	0.3	2.3	64	11.7	14.2	17.2	0.3	0.0	4.3	3.4	12.2	0.3	11.6	11.2

**CUADRO DE MEDICIONES PUNTUALES DESDE LA S.E. DE TRANSFORMACION**

FECHA: 19/07/1995

HORA	I1 (Amp)	I2 (Amp)	I3 (Amp)	I4 (Amp)	I5 (Amp)	I6 (Amp)	VOLT
11:00	96	109	120	125	170	168	225
12:20	115	130	132	135	182	185	230
12:30	105	128	132	132	178	186	230
01:30	115	122	125	126	178	170	220
03:15	82	90	88	94	132	134	230
03:40	83	85	90	90	130	128	227
04:10	85	98	96	90	130	136	224
04:30	87	97	96	102	143	140	230
05:00	64	69	65	65	95	96	230
05:30	59	64	68	67	96	96	228
06:00	60	67	66	69	96	98	225

**CUADRO DE MEDICIONES PUNTUALES DESDE LA S.E. DE TRANSFORMACION**

FECHA: 21/07/1995

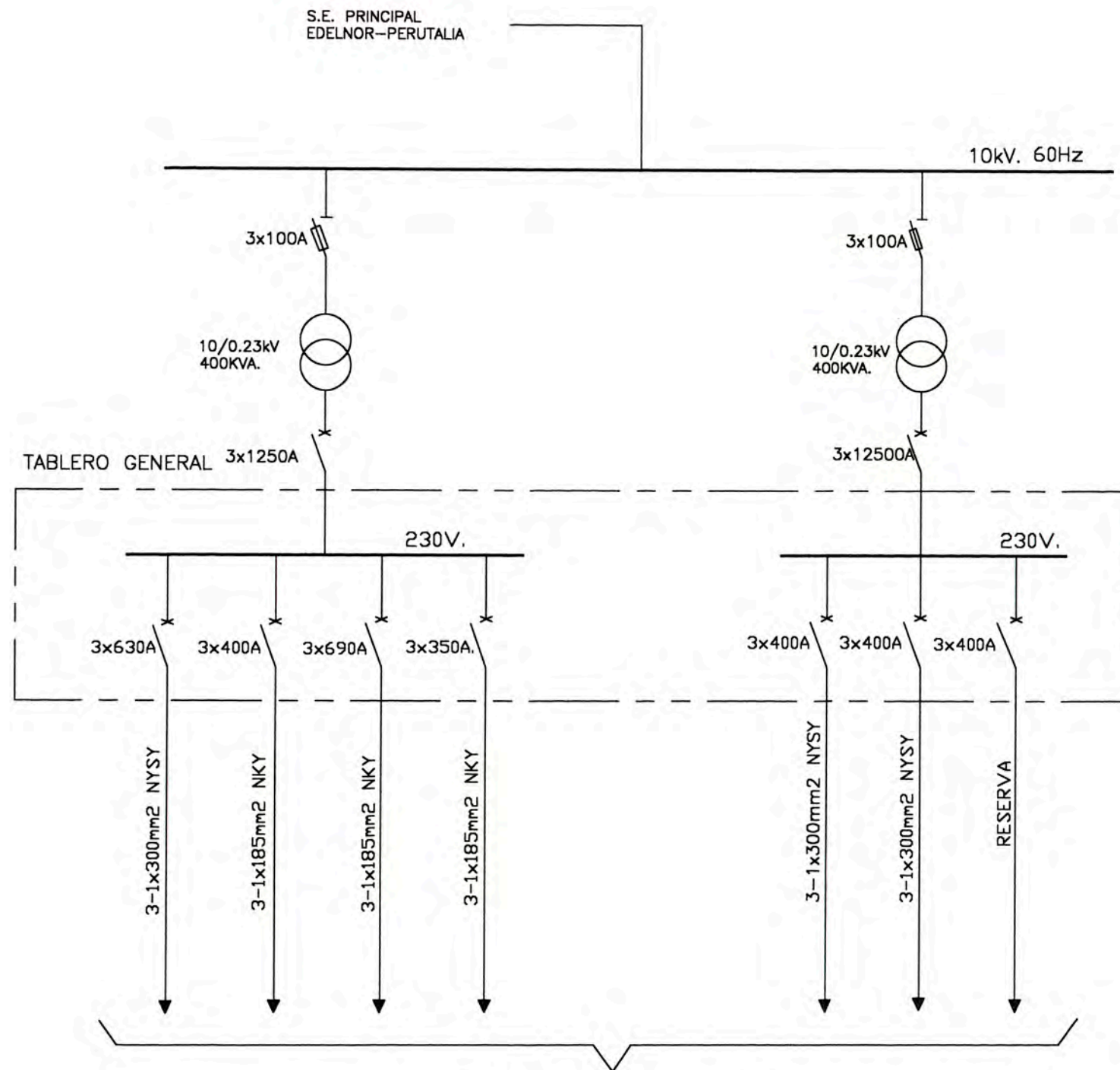
HORA	I1 (Amp)	I2 (Amp)	I3 (Amp)	I4 (Amp)	I5 (Amp)	I6 (Amp)	VOLT
09:00	105	125	131	129	175	182	225
09:20	108	125	130	129	170	172	225
12:00	128	145	145	148	192	195	220
01:00	128	144	150	155	214	218	225
01:30	118	130	134	146	187	198	230
02:30	87	90	95	92	138	135	230
03:00	93	104	102	100	138	135	230
03:30	100	108	110	109	158	150	230
04:00	100	110	108	105	154	152	230
04:30	110	112	107	105	154	150	230
05:00	100	110	102	102	154	150	230
05:15	105	110	105	107	150	152	230

**CUADRO DE MEDICIONES PUNTUALES DESDE LA S.E. DE TRANSFORMACION**

FECHA: 20/07/1995

HORA	I1 (Amp)	I2 (Amp)	I3 (Amp)	I4 (Amp)	I5 (Amp)	I6 (Amp)	VOLT
08:30	70	80	81	79	108	104	220
09:00	71	80	78	76	98	100	225
09:30	83	92	100	98	133	132	225
10:00	73	80	82	86	128	123	225
10:30	68	79	81	84	117	123	220
11:00	40	105	104	108	148	147	225
11:30	103	119	118	116	160	158	225
12:00	79	86	90	89	128	126	230
12:30	122	132	127	128	178	180	225
01:00	106	116	116	114	157	152	225
01:30	92	98	104	109	148	152	225
02:30	88	95	95	96	135	138	225
03:00	83	93	93	91	132	134	230
04:00	83	100	94	92	126	128	230
04:30	86	96	94	93	130	130	230
05:00	78	80	81	96	119	120	230
06:00	55	60	61	60	85	85	230
06:20	58	63	65	65	90	87	230
06:40	58	65	66	66	92	93	230
07:00	60	70	66	69	91	92	230
07:20	60	70	68	67	92	91	230
07:40	60	70	67	68	91	93	230
08:00	58	68	68	68	93	92	225
08:20	60	70	68	69	93	90	230
08:40	58	78	68	69	96	96	230
09:00	60	77	68	69	96	96	230
09:20	59	72	72	72	98	96	232
09:40	68	76	79	78	103	109	230
10:00	80	87	88	88	123	125	230
10:20	80	86	87	88	125	122	225

PLANO 01



CONTINUA EN EL PLANO IE-02

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	GRUPO ELECTROGENO
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO.
	CONMUTADOR
	LINEA A TIERRA
	SECCIONADOR FUSIBLE.
	TABLERO ELECTRICO.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

PROYECTO  
AUDITORIA ELECTRICA A LA PLANTA INDUSTRIAL PERUTALIA S.A.

DESCRIPCION  
DIAGRAMA UNIFILAR DEL TABLERO GENERAL

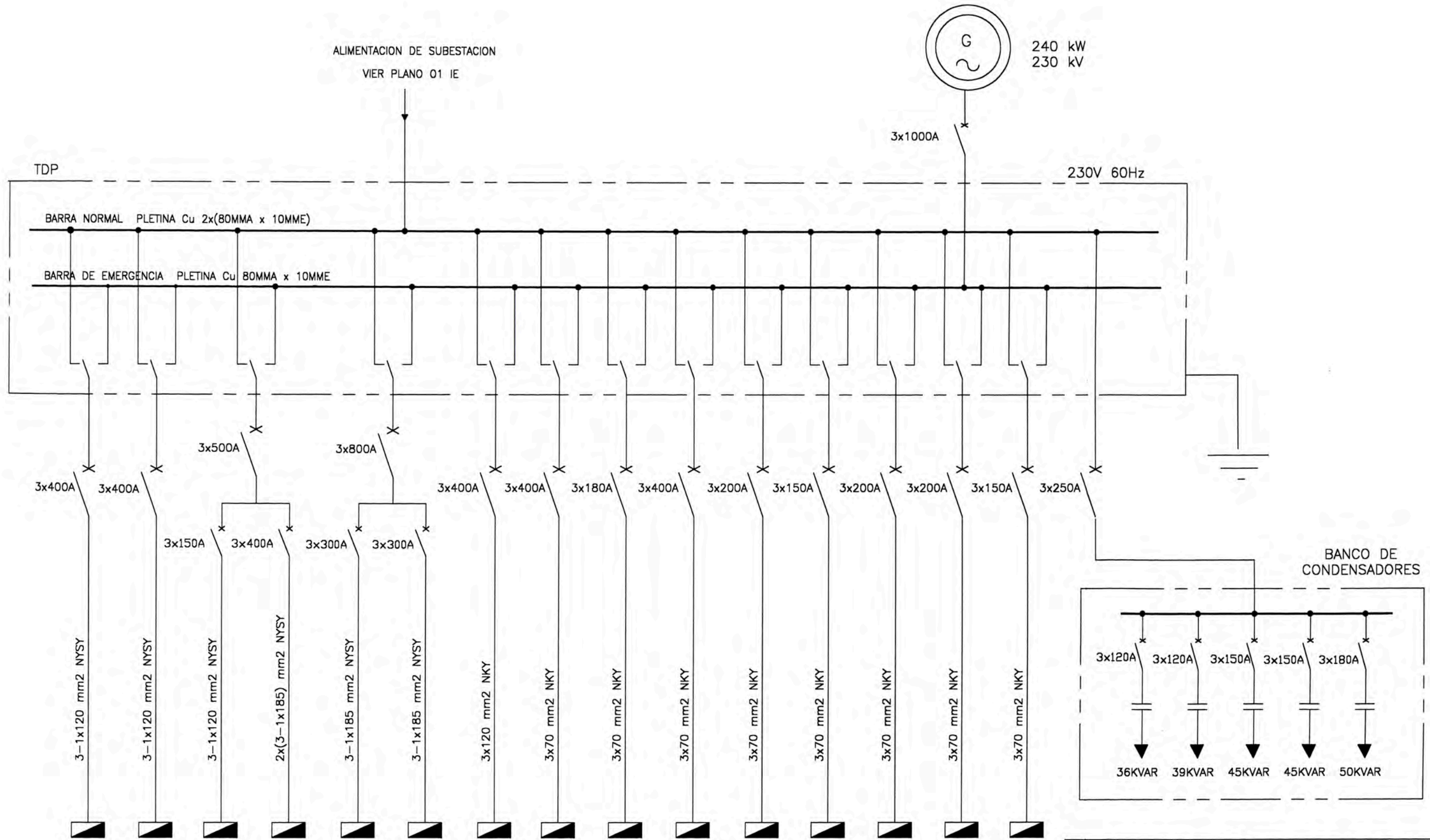
DISEÑADO POR  
VICTOR CORTEZ QUISPE

DIBUJO V.C.B. ESCALA S/E FECHA MARZO - 2003 ARCHIVO IE-DIAGRAMA UNIFILAR.DWG

IE-01

PLANO 02





A TABLERO CALDERO Y CREMINO  
 A TABLERO ENCAJADO  
 A TABLERO AIRE ACOND. CHOCOLATE ALMACEN  
 A TABLERO COMPRESORA SULLAIR  
 A TABLERO SALA DE COMPRESION  
 A TABLERO CAMARA FRIGORIFICA  
 A TABLERO CHOCOLATE MOLDEADO Y ENVOLTURA  
 A TABLERO CHOCOLATE EMPASTE Y REFINADO  
 A TABLERO DE HORNO  
 A TABLERO DE COMPUTO  
 SECCION CARAMELO  
 SECCION FRUTA Y LABORATORIO  
 SECCION HORNO  
 SERVICIOS GENERALES  
 ALUMBRADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			
PROYECTO AUDITORIA ELECTRICA DE LA PLANTA INDUSTRIAL PERUTALIA S.A.			
DESCRIPCION DIAGRAMA UNIFILAR DE LA PLANTA PERUTALIA			
DISEÑADO POR VICTOR CORTEZ QUISPE			
DIBUJO V.C.Q.	ESCALA 3/E	FECHA MARZO - 2003	ARCHIVO IE-DIAGRAMA UNIFILAR.DWG

IE-02

**ANEXO No 2**

**MEDIDOR ELECTRONICO, CONTROLADOR DE MAXIMA  
DEMANDA Y CALAMINAS TRANSPARENTES**



September 15, 1995  
Revised from July 1, 1994 to include  
additional advanced functions.

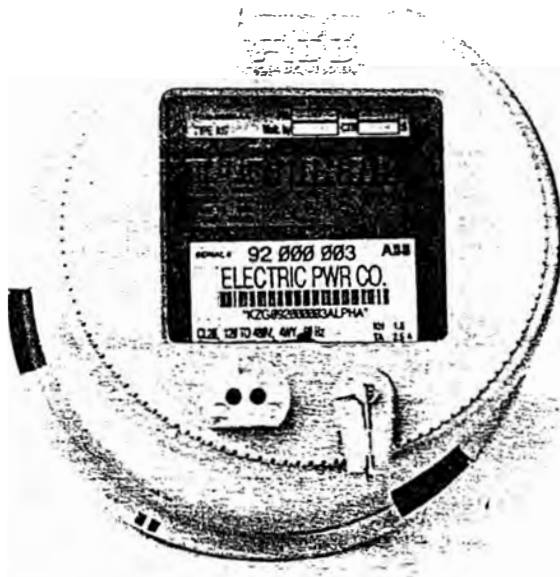
## Alpha Solid State Polyphase Meter (Watts, VARs, VA)

Alpha meters provide a complete system for complex energy and power measurement, for all types of electric utility billing requirements.

User programmable with standard PC computers and ABB EMFPLUS software



Standard Bottom-connected  
or "A-Base" Meter



ANSI Socket-type Meter

- Multiple Rates -  
up to 4 tariff periods per day;
- Real and Reactive measurements  
for energy and maximum power ;
- Bidirectional power flow measurements  
with 4-quadrant reactive measurement;
- Programmable load control --  
activated by time or maximum demand;

**ABB Network Partner**

## Alpha Solid State Polyphase Meter (WATTS, VARs, VA)

### General Description

The ABB Alpha solid state polyphase meter is an integral meter and register which collects, processes and stores energy use and demand data. With time-of-use (TOU) configurations, energy and demand data may be collected for up to four rates per day. The time-of-use energy and demand information can be displayed for watt-hours only; or, with the appropriate Alpha configurations, these can be displayed for both watt-hours and additional alternate quantities, either apparent energy (VAh) or reactive energy (VARh).

Alpha meters provide the greatest possible flexibility making the utility investment in meters more secure. Any Alpha meter can be upgraded to any other configuration with the use of option boards and simple reprogramming techniques. Thus, a simple-function kWh energy and kW demand meter, can be used for multiple rate time-of-use (TOU) applications when the utility rate structure changes. Similarly, meters measuring only real (or "active") quantities can be upgraded to also measure reactive and apparent power quantities.

### Advantages of the Alpha:

#### Universal Application

The Alpha meter is designed to allow one unit to be applied at all line voltages ranging from 96 volts to 528 volts. For IEC PT/CT applications, an alternate power supply rated 46 to 200 volts also serves 57 to 110 volt line-neutral applications.

Because the meter automatically adjusts to the voltage source, the user no longer has to worry about installing a meter with the wrong voltage rating. The wide voltage range capability also eliminates the need for some commonly used meter Forms (ANSI wiring configurations) without the need to rewire existing sockets.

### Automatic Voltage Adaptation Permits Inventory Reduction

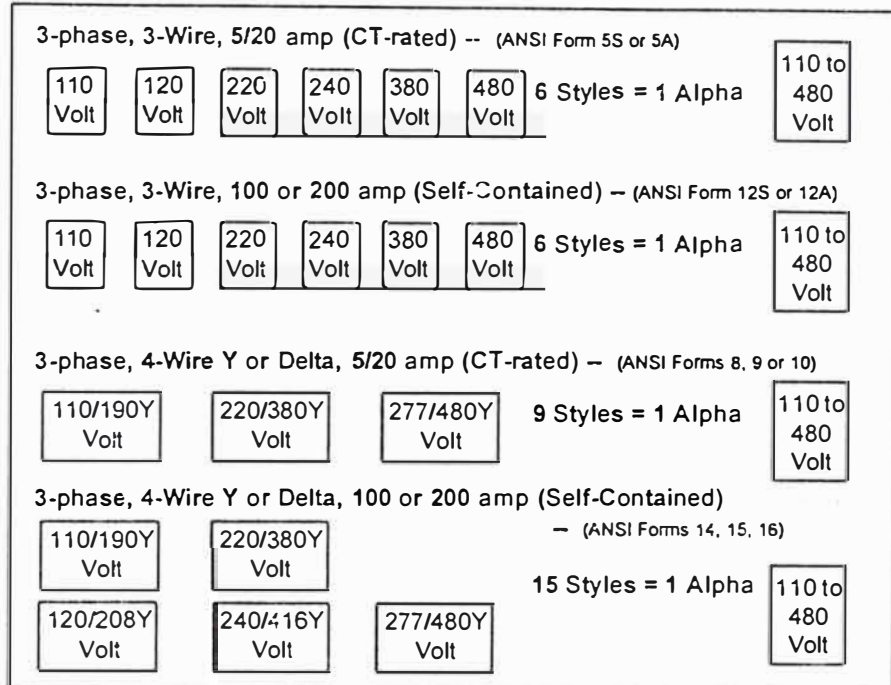


Figure 1 - Indicates some of the consolidation of styles possible.

Typical IEC standard voltages as well as standard ANSI voltages are combined in the figure for purposes of illustration. 200 amp self-contained meters are available only for ANSI socket-mounting. Maximum current for bottom-connected A-Base meters is 100 amps.

For example, when socket-mounted meters are applied, one Alpha meter can correctly meter both Form 8S and 9S transformer rated circuits. Similarly, a single self-contained version of the Alpha meter can correctly meter Forms 14S, 15S, and 16S applications.

### Alpha Design & Major Components (see figure 3)

The Alpha meter was designed for simplicity. This insures the user of a quality product in a compact low profile design for maximum performance.

The ANSI socket-mounted meter chassis assembly houses the base, current and voltage blades, connection cables to the circuit board and lightning arresters (arresters used only on ANSI socket meters). The chassis assembly is available in a variety of ANSI standard socket-type configurations used in North America. Chassis also are supplied in conventional "A-base"

or bottom-connected configurations more commonly used in most world locations outside of North and Central America.

#### Electronics Assembly

The electronic housing assembly contains the meter and register electronics on a single circuit board assembly. The circuit board includes the wide voltage range power supply and voltage dividing resistors in lieu of voltage transformers. The housing also accommodates the liquid crystal display (LCD), nameplate and optional lithium battery. When optional circuit boards are used, they also plug into the main board and fit completely within the electronic housing assembly.

#### High Security Cover

The cover assembly features ultraviolet stabilized polycarbonate plastic materials, designed to reflect solar radiation minimizing internal heating and resist long-term discoloration.



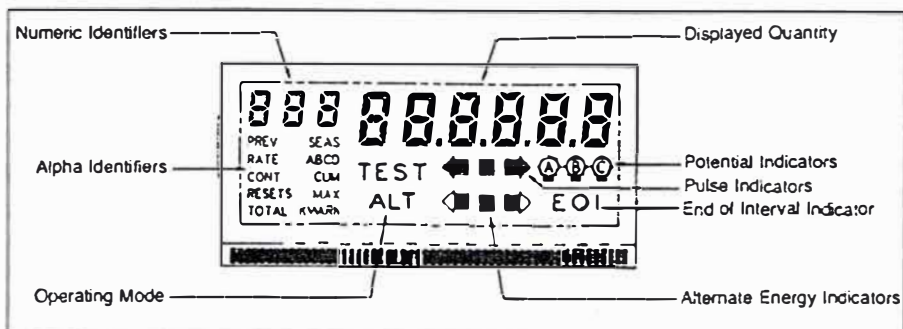


Figure 2 -- Liquid Crystal Display Panel Programmable display permits utility to designate which of the programmed metering (or other general) quantities are to be displayed, in what order, and with unique designation codes. Three display modes may be programmed: Normal, Alternate and Test.

The cover has a clear polycarbonate plastic window to view metered quantities, various data annunciators and nameplate data. This window is protected with a hard optical coating which resists abrasion and prevents UV discoloration and surface crazing.

An optical communications port and mechanical demand reset lever also are located in the cover.

### Enhanced LCD Display

The Alpha meter LCD provides an exceptional level of detailed information to the user. It includes:

- Six digits for display of metered quantities and constants
- Three digits for numeric identifiers
- Alpha identifiers
- Alternate & test mode indication
- Potential indication for each phase
- Directional pulse indicators
- End of interval indication

The LCD is designed for extended temperature range and can function from -40 degrees C to +85 degrees C.

The display can be programmed to scroll through the sequence of programmed display items in any sequence desired by the utility. Unique three-digit identifiers also can be programmed for each displayed item. For added convenience, the display hold time also is programmable.

In the "ALT" alternate display mode, it also is possible to manually scroll through the displayable items at the user's own pace.

### Three Operating & Display Modes

A selector switch mounted on the meter cover (operable after the utility technician breaks the meter reset seal), permits selection of the desired mode of operation and display:

- Normal: scrolls automatically through programmed displays for normal meter reading
- Alternate: scroll automatically, scroll manually, or freeze the display for up to one minute for alternate quantities.
- Test: test the operation of the register without affecting billing data already stored.

(Display item identification codes and the desired display sequence are independently programmable for each of the three modes.)

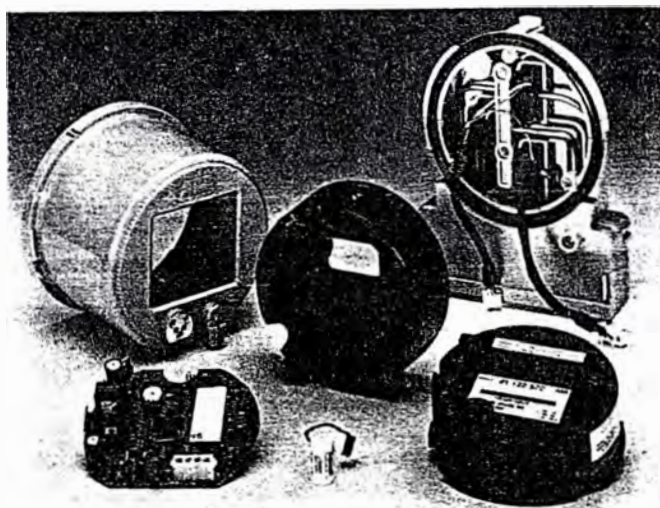
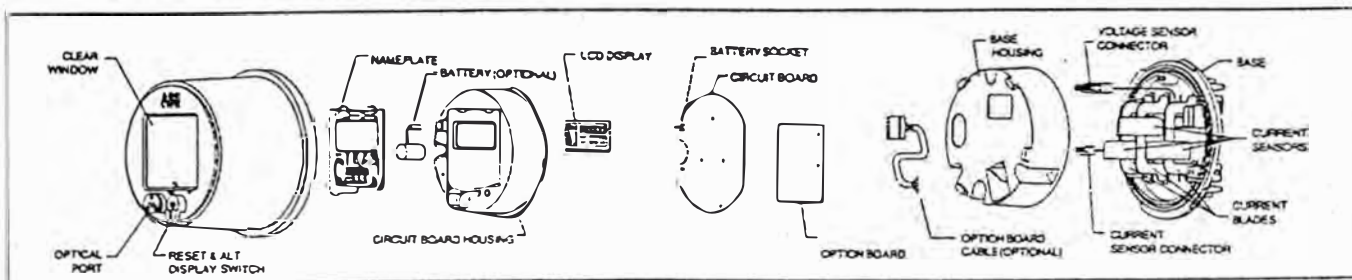


Figure 3. Exploded view of Alpha Meter Primary Components and Assembly Alpha Meters all use common components and subassemblies with only the base changing according to whether the unit is socket-mounted or bottom-connected. (Exploded drawing of socket base unit shown below. Photo of major components and construction of bottom-connected (A-Base) unit shown to the left. Except for the base assembly, construction and assembly is identical.



## Electronic, High-Speed Automatic Reading

Manual reading and recording of metered quantities may be suitable for simple rates; but, automatic electronic reading normally is preferred for complex programs with multiple recorded quantities. This can be accomplished in a few seconds using standard computer equipment running ABB's EMFPLUS software on an IBM compatible PC or hand-held terminal.

## Optical Communications Port

**Standard 2-Element, Bi-Directional**  
The optical communications port allows the utility to input programs or retrieve data without removing the cover of the meter. A standard 2-element communications probe equipped with a light emitting diode and a photo transistor, temporarily mounts on the molded boss and magnetic coupling of the meter cover. Through clear optical windows, the communications probe sends and receives optical signals to the communications port, mounted directly on the meter board. (No cable connection is required to the meter cover.) All communications are protected with utility-designated passwords.

## Basic Alpha Meter Configurations

The Alpha meter comes factory configured in any one of 4 basic metering configurations:

- A1D - for kWh energy and maximum kW demand.
- A1T - for energy and maximum kW demand, with time-of-use (TOU) metering for complex rates (up to 4 different rates per day).
- A1R - same as A1T with 4-rates; but also may measure kVARh and kVAR maximum demand (plus total kWh).
- A1K - Same as A1R but meters kVAh and kVA demand (plus total kWh).

## Alpha "Keys" -- for Configuration Upgrades

An advanced electronic programming system permits any Alpha meter configuration to be programmed by the utility to perform the most advanced functions. A1R and A1K factory configurations may be programmed to perform the lower level functions of both the A1D and the A1T. Lower cost A1D and A1T configurations can be upgraded by the utility to A1R or A1K level using special factory supplied keys — without making any physical change to the meter hardware.

## Typical Programmable and Displayable Items

All of following quantities may be displayed for the current billing period and for the prior billing period (those values which were stored at the time the meter was last read and reset). This partial list is only representative. Refer to Technical Manual TM 42-2180 for complete listing.

## Displayable Items -- For all Alpha Configurations

- Total Energy kWh energy
- Maximum kW demand
- Demand Interval (programmable by user: 1 minute to 60 minutes or more)
- Security data
- Meter constants and multipliers

## Displayable Items -- For ALPHA A1T, A1R, A1K

(Only R & K configurations will provide reactive quantities)

- Total Energy kWh energy
- Total Reactive Energy (where applicable)
- Energy quantities for up to 4 rates (choice of real or reactive)
- Maximum demand for each rate period (choice of real or reactive)

## Advanced Metering Configurations A1R-A, A1K-A

In addition to the 4 basic configurations, Alpha meters may be factory ordered or locally reconfigured for a wide variety of additional metering quantities and functions. Advanced complex function metering, with real and reactive measurement for all 4 quadrants of power, is obtained using enhanced function accessory boards available from ABB. These configurations include the A1R-A and A1K-A. The basic capabilities of these configurations are summarized here.

- A1R-A — Metering 4-quadrant reactive power as well as bidirectional power flow; or one-direction power flow with both leading and lagging VARh and VAR demand. These configurations may be programmed to provide real and reactive data for TOU rates — up to 4 rates per day — for all metered quantities. Also can measure and display average PF plus coincident maximum demand — kW and kVAR or kVA for each rate period.
- A1K-A — Similar to A1R-A, metering 4-quadrant apparent power as well as bidirectional power flow; providing kVAh and kVA demand in addition to kWh and kW demand.

## Four-Quadrant Reactive plus Active Metering

As noted, full, four-quadrant reactive energy measurement is accomplished with the addition of standardized plug-in accessory circuit boards and upgrading of meter programming. Meters may be ordered from the factory configured for these advance applications, or easily may be adapted by utility technicians in the local meter laboratory.

When an "A" board is plugged into the meter, the type is automatically upgraded without other adjustments.

## Alpha A1T-L, A1R-AL and A1K-AL -- Load Survey Data Recording

With the appropriate accessory board, Alpha meters also may be adapted to record interval-by-interval metering data for the entire billing period. This data may be retrieved and processed on standard desk-top PC computers, to provide more detailed data for billing of complex rates, or to provide detailed energy data for engineering studies of equipment and system loading.

Meters with advanced 4-quadrant programming (A1R-A or A1K-A) may record up to 4 different channels of metering data for the entire billing period. For example, an A1R-AL meter (A1R-A with Load-survey option), might be utility programmed to record all data, each 15 minute interval, for:

- kWh energy and kW demand — delivered
- Total kVARh and kVAR demand for delivered watts
- kWh energy and kW demand — received
- Total kVARh and kVAR demand for received watts

The amount of data storage depends upon the number of data channels and demand measurement interval. For example, if only kWh and kVARh are recorded for 15 minute intervals, up to 320 days of data storage is available. For kWh energy only, 640 days of storage is possible.

In addition, the meter can simultaneously record and display the same quantities for up to 4 rates per day. It also can record and display maximum kVA demand at time of maximum kW demand; plus PF at time of maximum kW demand (or many other options).

## Accessory Relay & Communications Boards

### Output Relay Options

Alpha meters may be equipped with accessory boards to output energy pulses and other control signals. Plug-in accessory boards may be specified with either 1 relay, 2 relays or 6 output relays (limited to 2 relays with internal modem). These relays may be programmed to output energy pulses (real and/or reactive according to the meter types).

### Programmable Load Control

Relays also may be programmed to provide load-control signals at pre-programmed peak times where the utility wishes to signal connected users that a high-cost period is in effect. As an alternative load-control option, the relay may be programmed to operate when a preset kW maximum demand level is exceeded.

### Relay Characteristics

Solid state relays on the Relay Option Boards are rated 120V (AC or DC) and 100 mA. Relays are available for KYZ pulse output of energy quantities, for load control, and to signal the end of a demand interval. Relay outputs are programmable by the utility according local requirements.

## Remote Telephone Communications Options

### External Modem Option

Relay/communications boards also may be ordered with a communications interface which permits meters to be read or reprogrammed by the utility from remote locations. Using ABB-supplied modem adapters, Alpha meters may be connected to the RS-232 serial port of an external telephone modem (similar to those used with PC computers).

The Alpha communications adapter permits the Alpha to communicate over normal telephone lines at any baud rate from 300 to 19,900 (depending upon the modems used and the quality of available telephone lines.

Through remote communications, the Alpha can be read, reprogrammed (if suitable utility-specified passwords are used), updated to correct system time, etc. All security data also can be checked by remote telephone communications.

### Automatic Dial-Out or Dial-In Option for Remote Communications

The telephone communications option can be user programmed using standard ABB EMFPLUS programming software. This permits the individual meter to be programmed for automatic dial-in to the central station computer at some fixed interval. An alternate phone number can be programmed for automatic call-in whenever a designated abnormal condition occurs. Similarly, from the central station, the user can establish an automatic call routine to the meter to read it and check current status.

### Internal Modem

If required, ABB can supply an internal telephone modem for the meter. This modem is rated at 2,400 Baud and provides all of the same features as otherwise available with the external modem. (When the internal modem is specified, the maximum number of available output relays is two (2).

## Other General Alpha Benefits

### Inventory Reduction Through Reduction of Required Styles.

Maintaining inventory to meet the growing variety of utility meter applications is a significant expense. The Alpha meter has been designed with inventory reduction in mind.

Considering only conventional meters, including all of the normal wiring configurations, there are about 20 basic types required to perform the most common metering applications:

- 2 element, 3-phase, 3-wire Delta;
- 3-phase 4-wire Y;
- 3-phase 4-wire Delta;
- 2 1/2 element 3-phase 4-wire;
- 2 element, 3-phase, 2-wire "network" (sometimes referred to as "2-phase"), (etc.)



## Alpha Flexibility and Universal Designs Reduce Inventory

With traditional meter equipment, inventory must be maintained for each wiring configuration, for different system voltages and for various metering capabilities (energy only; energy plus demand; reactive; etc.). When time-of-use, multiple-rate meters and kW maximum demand meters are included, the required inventories may increase to 40 or 60 different specifications or styles.

The Alpha meter with its voltage ranging capability and form consolidation can reduce the maximum number to 4 or 5 (see figure 1) — depending upon whether bottom-connected or socket-type mounting configurations are used.

When the full programmable capabilities of Alpha meters are used permitting the utility to reprogram the same meter for kW demand; multiple rates (TOU), even for reactive metering — inventories can be reduced to a fraction of normal utility requirements — often by more than 50%.

## Operating Cost Savings through Elimination of Laboratory Calibration

The Alpha meter is precision calibrated for life at the factory; and, each unit can be delivered with detailed test data. The user need only test the meter to verify operation. This eliminates the 30 to 60 minutes commonly required to test and fine-calibrate each conventional meter received. The consistency of the as-received accuracy data will allow users to further reduce test time by converting to sample test programs in lieu of 100% testing.

## Alpha Design Features:

- Completely Modular for Ease of Maintenance and Repair.
- Common Parts and Subassemblies Save Parts Inventory Cost

All Alpha meters use the same basic assemblies and parts to help reduce parts inventory. For example, a partial listing of common parts is:

- All meter covers
- Accessory boards
- Electronic assemblies (for common 3-wire configurations; or for common 4-wire configurations)
- Battery (for advanced function meters)
- Current Transformers

## Chassis Configurations

The ANSI socket-mounted meter chassis assembly houses the base, current and voltage blades, connection cables to the circuit board and lightning arresters (arresters used only on ANSI socket meters). The chassis assembly is available in a variety of ANSI standard socket-type configurations used in North America.

Chassis also are supplied in conventional "A-base" or bottom-connected configurations more commonly used in most world locations outside of North and Central America.

## Common Electronics Module

The electronic housing assembly contains the meter and register electronics on a single circuit board assembly. The circuit board includes the wide voltage range power supply and voltage dividing resistors in lieu of voltage transformers. The housing also accommodates the liquid crystal display (LCD), nameplate and optional lithium battery. When optional circuit boards are used, they also plug into the main board and fit completely within the electronic housing assembly.

## High Security Cover

The cover assembly features ultraviolet stabilized polycarbonate plastic materials, designed to reflect solar radiation minimizing internal heating and resist long-term discoloration. The cover has clear polycarbonate plastic window to view metered quantities, various data annunciators and nameplate data. This window is protected with a hard optical coating which resists abrasion and prevents UV discoloration and surface crazing.

An optical communications port and mechanical demand reset lever also are located in the cover.

## Data Security Features:

### Non-Volatile Memory

(To maintain data in all meters during power outages)

When line voltage is interrupted, the meter circuits immediately transition to a mode of orderly shutdown and data preservation. Critical meter configuration and key billing data are written to non-volatile memory not requiring battery support (EEPROM). When power is restored, data is returned to activate RAM memory and data collection resumes.

### Power Supply Back-up Systems for Prolonged Power Outages

TOU and advanced metering functions require a continuing supply of power to the electronics during system outages. This back-up is provided through a combination of a supercapacitor and a battery. Power is provided for the real-time clock and calendar, to maintain the RAM storing complex metering programs, and also for the large data base of information recorded for complex rates, data recording, etc. During short-term outages — up to a few hours in length — the supercapacitor provides the necessary back-up. For the critical circuits. When system power outages last longer than a few hours, a battery is required to provide necessary power.

### Supercapacitor Voltage Carryover

A supercapacitor built into the power supply system maintains billing data in the case of a power outage for up to 6 hours at 25 C. It recharges to its full capacity within 45 seconds after power is restored. This provides adequate carryover capability for the majority of typical power outages and extends the carryover capability of the battery by minimizing its use.

### Lifetime Battery (Not required for A1D configuration)

When the voltage on the supercapacitor falls below the critical level to maintain volatile data and programs, the battery initiates carry-over operation. The Alpha meter utilizes an industry standard size 1/2 AA lithium battery.

The very low current drain of the Alpha design (<10 micro-amps) maximizes battery reliability and service and can provide 5 years of continuous carryover capability at an average temperature of 25 °C. The battery specified by ABB has a rated shelf life of 20 years. As battery carryover normally is required only for brief periods during power outages, once the battery is installed, it should not require replacement over the service life of the meter.

With access to the battery restricted only to utility personnel authorized to remove the meter cover, a troublesome point of potential tampering (an external battery port) is eliminated for greater security.

### Programmable Options

**Programmable Demand and Recording Interval Lengths**  
A wide variety of demand intervals are available and may be programmed by the utility — any integral number of minutes from 1 to 60. Normally utilities select block demand intervals of either 5, 15, 30 or 60 minutes.

"Rolled intervals" for "rolling demand" measurement may be programmed

where the utility wishes to measure demand on a sliding basis. Sliding sub-intervals are available with the requirement that:

- the subinterval be equally divisible into the block interval;
- the minimum length of the subinterval is one minute; and,
- there are no more than 15 subintervals per block interval.

Rolled intervals are displayed with the subinterval followed by the block interval. For example, the most commonly used rolling demand measurement, incorporates subintervals 5 minutes in length, rolled into a 15 minute billing measurement.

### Automatic Future Rate Implementation (Available for TOU and advanced metering functions only)

The meter register may be programmed to automatically replace one TOU program with another on a specified date. Where active and reactive metering both are programmed for TOU, multi-rate metering, all programmable metered quantities may be changed automatically with the future rate.

### Autoread (Not Available on A1D)

Where the utility may not be able to assure that the meter is read on the required day (limited access to meter or other restrictions) the register can be programmed to automatically read itself, reset the demand, and store the data as previous billing period information. Meters can be programmed to self-read and store data automatically on the nth day of the following month, or "n" days after the last read and reset (for any day n=1 to 127). Autoread always takes place at a season change date (when multiple season rates are programmed for use).

### Calendar (Not Available on A1D)

Can accommodate up to four seasons and daylight savings time. It recognizes four day types (Weekdays, Saturdays, Sundays and Holidays). Countries observing other days as

"weekend days" can program weekdays to "look like" Saturday or Sunday. With a unique ABB system for programming repetitive annual holidays, the typical calendar program has a length of 20 years (or more). When calendars must be updated, this operation can be accomplished automatically as the meter is read. This automatic calendar replacement provides very great flexibility for changing legislated holidays.

### Electronic Detent

A programmable electronic detent allows the user to count forward disk rotations only or total the count by adding the forward and reverse pulses together. This feature is designed to completely frustrate attempts to steal energy through unauthorized reversal of phase connections. When the detent is disabled, the meter will continue to accumulate positive readings regardless of direction of power flow.

**Programmable Demand Forgiveness Option (following power outages)**  
Following an outage, resumption of recording of demand data can be delayed from 0 to 255 minutes, as programmed by the user. The length of the outage to activate demand forgiveness is also programmable from 0 to 255 minutes (available only on TOU configurations with real-time clock).

### kW Overload Indication

When the kW demand exceeds a programmable value, a warning code is displayed (F10000). This programmable option may be set by the utility or may be disabled.

### Load Control Features By time or kW Demand

When desired, meters with appropriate accessory relays may be programmed to operate control relays, signalling the customer or operating auxiliary relays which can control selected loads. Such load control may be programmed for normal peak demand periods on the utility system.

If desired, load control relays can be programmed to signal or to interrupt loads when a predetermined "threshold" level of kW is exceeded. The kW value, programmable by the user, determines the load level at which the load control relay is closed. Once closed, the relay will remain closed for the remainder of the demand measurement interval. It stays closed until at least one complete interval passes where the kW does not exceed the threshold value.

#### Demand Reset Lockout

After a demand reset, the register can be programmed to ignore a subsequent manual demand reset for a period of time programmed by the user. Optical resets are not affected.

#### Programmable Number of Display Digits and Decimal Places

Either 3, 4, 5 or 6 digits for display can be programmed independently for energy and demand values. Where desired, displays also can be programmed with the required number of decimal places (normally used for maximum demand indication).

### Security Features

#### Automatic Self-Diagnostics

To insure proper operation, a number of automatic checks are made on the Alpha register during normal operation. A self-test of the register software and hardware is made each time a meter is optically interrogated, after a power-up and everyday at midnight. At these times, the meter completes a thorough internal diagnostic routine, looking for any parity errors in memory or data locations. Error and warning codes are provided to the user to indicate a possible problem with the register.

#### "Error" Codes Used:

These error codes are used when the nature of the problem will corrupt billing data:

Er000000 Warning Code

Treated as an Error

Er000001 Carryover Error (TOU only)

Er000010 Configuration Error

Er000100 Memory Checksum Error

An Error condition freezes the display scroll on the Error Code in Normal Mode. Data can be reviewed in the Alternate Mode.

#### Warning codes:

Warning codes are an indication of a condition which *could* result in the corruption of billing data.

F000000 – Loss of Phase Potential

F000001 – Low Battery Warning  
(TOU only)

F000010 – Meter IC Reset Warning

F000100 – Reverse Rotation Warning  
(if programmed)

F100000 – Demand Overload Warning

Warning Codes are displayed as the first item in the Normal scroll sequence, but then the normal display will continue.

### Security Against Unauthorized Entry or Tampering

With the presence of an optical port as standard on the Alpha meter, data security is an important issue. The Alpha can be programmed with a unique password to prevent unauthorized tampering by optical means. The circuit board housing, current sensor housing and meter cover provide physical protection to critical components.

Other security measures are provided through recorded quantities, activated by any action interpreted by the meter as "communication." Internal records count and store:

- Cumulative Number of Demand Resets
- Number of Days Since Last Demand Reset (TOU only)
- Number of Days Since Last Meter Pulse (TOU only)
- Cumulative Number of Power Outages
- Cumulative Number of Meter Pulses
- Demand Reset Lockout

This data may be retrieved automatically when meters are electronically read. Security programs running on billing computers can automatically flag suspicious operations on any individual meter.

### Metering Data for Display

#### Current Readings

- Segment Test
- Account ID
- Present Day of Week (T)
- Present Season (T)
- Present Time (T)
- Present Date (T)
- Total kWh
- Alternate Energy (kVARh / kVAh) (A)
- Maximum Indicating Demand (D)
- Cumulative Demand (D)
- Rates, A, B, C, D Energy (T)
- Rates A, B, C, D, Maximum Indicating Demand (T)
- Rates A, B, C, D, Cumulative Demand (T)

#### Previous Billing Period Readings

- Previous Billing Period Total kWh
- Previous Period Alternate Energy (A)
- Previous Period Maximum Indicating Demand (D)
- Previous Period Cumulative Demand (D)
- Previous Period A, B, C, D Indicating Demand (T)
- Previous Period A, B, C, D Cumulative Demand
- Previous Period Time and Date of A, B, C, D Maximum Demand (T)

#### Previous Season Readings

- Previous Season Total kWh (T)
- Previous Season Alternate Energy (A)
- Previous Season A, B, C, D, Indicating Demand (T)
- Previous Season A, B, C, D, Cumulative Demand (T)
- Time and Date of A, B, C, D (T)
- Prev. Season Maximum Demand



### Miscellaneous Indicating and Security Readings

- Current Interval Demand
- Previous Interval Demand
- Cumulative Number of Optical Communications
- Number of Days Since Last Demand Reset (T)
- Number of Days Since Last Meter Pulse (to register) (T)
- Cumulative Number of Demand Resets
- Cumulative Number of Power Outages
- Cumulative Pulses Since Last Demand Reset
- Wh per pulse (Ke)
- Wh per disk revolution (Kh)
- Demand Overload Value
- Rate ID Number
- Block and Subinterval Length
- Pulses Per Meter Disk Revolution
- System Error Flag (Er Code)
- System Warning Flag (F Code)
- Initialization Date (T)
- Last Program Modification Date (T)
- Autoread Date
- Power Outage Start Time and Date (T)
- Cumulative Power Outage Log (Minutes) (T)
- Future Configuration Date (T)

Availability of these various display items depends on the version of the Alpha programmed. The "(D),(T) & (A)" designations following the items above indicate:

- (D) Demand version only
- (T) Available only on units with TOU capabilities and real-time clock.
- (A) Available only on units with alternate energy capabilities and real-time clock.

### Real and Reactive Quantity Measurement with A1R and A1K

These basic configurations measure, record and display total energy-hour quantities both for real and reactive power -- that is, both total kWh and total kVARh (or kVAh). In addition to these total quantities, both meter configurations may be programmed for energy, demand and time-of-use *either* for the real or the reactive quantities.

Once this parameter is chosen, one maximum indicating demand and one set of TOU energy and demand quantities may be displayed. Energy and demand may both be displayed based on kWh or the alternate energy quantity (kVARh or kVAh).

### Advanced Function Configurations

Types A1R-A, A1R-AL, A1K-A, A1K-AL

Advanced function Alpha meters equipped with the "A" option board and 4-quadrant capability, may display *both* the active and reactive quantities on a time-of-use basis, with energy and maximum demand for both. These configurations also can display Power Factor according to several programmable options (see Technical Manual TM 42-2181 for details).

### Coincident Maximum Demands and Power Factor

The advanced function option board, must be installed to calculate and display the following values:

- kVA or kVAR at time of maximum kW demand;
- Power Factor at time of maximum kW demand ;
- kW at time of maximum kVA or kVA;
- Power Factor at time of maximum kVA or kVAR demand;
- Time and Date of Maximum demands; and/or
- Average Power Factor for entire billing period since last demand reset (calculated by Total kWh/Total kVAh, etc.);

### Power Quality and Site Diagnostics Features

In the second quarter of 1996, the Alpha meter may be ordered with optional features for site diagnostics and power quality indications.

#### Site Diagnostics

When the Alpha meter is installed, the installing technician will be able to use meter displays to determine that voltage and current connections are correct. Individual phase voltage and current values also can be displayed along with warning messages to alert the installing technician that a diagnostic test has failed.

In addition, a portable computer running ABB PowerPlus computer programs can be used to provide a graphical display showing phase relationships of voltage and current, as well as the magnitudes of phase voltage and current, individual phase energy and reactive power. This also will permit the detection of incorrect wiring of potential and current transformer leads.

These evaluation features also will be available from a remote site when the Alpha meter is equipped with provisions for remote communications.

#### Power Quality Measurement

Power quality measurements also will include:

- Total Harmonic Distortion;
  - Provision for examining the magnitude of individual harmonics - both voltage and current;
- Number of "sags" or "swells" of line voltage (below or above some programmable threshold level);

#### Remote Telephone Checking

Meters equipped with both Power Quality features and a modem, also can be checked for configuration and power quality by remote interrogation.

## Alpha Meter Technical Specifications

### Absolute Maximums

#### Voltage

- Continuous: 528 VAC for meter rated 96-528 volts
- Continuous: 200 VAC for IEC meter with 46-200 volt power supply (for use with IEC 57 volt VT connections).

#### Surge Voltage Withstand:

ANSI C37.90.1:

- Oscillatory 2.5 kV, 2500 strikes
- Fast Transient 5 kV, 2500 strikes

ANSI C62.41:

- 6 kV @ 1.2/50 us, 10 strikes
- EC 801-4;
- 4 kV, 2.5 kHz repetitive burst for 1 min.

Dielectric (ANSI C12.10):

- 2.5 kV rms @ 60 Hz, 60 sec.

#### Current

Continuous:

- 120% of meter class current (120% of  $I_{max}$ )

Temporary (1 sec):

- 200% of meter class current (200% of  $I_{max}$ )

Note: ANSI Standards designation "Class Current" is identical to IEC Standards designation of " $I_{max}$ "; [i.e. "Class 20" same as " $I_{max}=20$  amps"]

#### Temperature

Range: -40 to +85 Celsius

#### Humidity

Range: 0 to 100% RH (non-condensing)

### Operating Ranges

#### Voltage (One of 2 ranges)

- 96 to 528 VAC, 50 or 60 Hz; or
- 46 to 200 VAC, 50 or 60 Hz.

(Meter power supply range must be specified on original order and is not adjustable by user.)

#### Current

0 to Class Amperes (20, 100 or 200 amps depending upon  $I_{max}$  rating).

#### Frequency

Nominal 50 Hz or 60 Hz (+/-5%) (Meter operation is insensitive to line frequency, but metering functions depending on real time may be affected by long-time frequency variations about the normal 50 or 60 Hz standard operating points.)

#### Temperature Range:

- 40 to +55 Celsius (ambient)
- 40 to +55 Celsius (at electronics)

#### Humidity Range:

- 0 to 100% RH (non-condensing)

### Operating Characteristics

#### Burden

Power Supply (Phase A):

Less than 1 watt per 120V

Per phase current burden:

0.1 milliohms typical at 25 C

Per phase voltage burden:

0.008 watts @ 120 Vac

0.03 watts @ 240 Vac

0.04 watts @ 277 Vac

#### Accuracy (Typical)

Nominal Accuracy will fall within Plus and Minus 0.2% over the normal expected range of operating current, voltage, power factor and temperature. Alpha accuracy generally meets or exceeds IEC Class 0.2 accuracy requirements. (Consult ABB for specific applications).

Accuracy is guaranteed on the following analytical bases:

#### Accuracy With Current Variation: (100%) +/-

$$\{0.2 + .001(I_{max}/I) \times (1 + \tan(\theta))\}\%$$

Where: " $I_{max}$ " = maximum continuous rated current ("Class current for ANSI Standards),

$I$  = Line current value being measured

$\theta$  = angle of power factor ( $\cos\theta$ )

#### Accuracy -

##### With Voltage Variation,

where Voltage Coefficient=

+/-0.01% change in voltage from nominal

##### With Temperature Variation,

where Temperature coefficient=

+/-0.01% per degree C

#### Starting Current

Guaranteed:

<10 mA – for Class 20 ( $I_{max}=20$ )  
(Typical values are 5 to 7 mA)

<100 mA –for Class 200 ( $I_{max}=200$ )  
(Typical values are 50 to 70 mA)

#### Start-up delay:

Less than 3 seconds from power application to pulse accumulation

#### Creep @ 0.000 amperes:

No more than one pulse per measured quantity. Conforms to ANSI C12.10 accuracy requirements

### Miscellaneous Specifications

Minimum recognized outage: 100 ms

#### Time base:

Power line frequency (50 or 60 Hz)

(Crystal oscillator is selectable if line frequency of isolated power system is considered to be too unstable for use as real time clock frequency)

**Secondary time base:**

Used when the meter is programmed for this option or when the line frequency is significantly out of normal tolerance:

- +/- 0.01%, 32.768 kHz oscillator; or,
- +/- 0.001% (optional)

**Outage Carryover Capacity (Typical)**

Super capacitor: 0.1 Farad, 55 V;  
6 hrs. at 25 Celsius

**Optional LISOC12 battery:**

800 mAhr, 3.6 V:  
Rated Shelf Life = 20 (+) years  
5 years of continuous "on" duty at 25° C  
2 years of continuous "on" duty at 60° C

**Note:** Super Capacitor is expected to provide carry-over power for all normal power outages (from a few minutes, up to several hours duration). Battery is not under load except when Super Capacitor is discharged or when programmed meter is stored for extended period without line power. Based on this low duty cycle, projected life of installed battery in normal service is expected to be 20 years or more.

**Solid state relays:**

Nominal 120 volts rms  
(200 V peak AC or DC);  
100 mA maximum current

**Communications Baud Rate:**

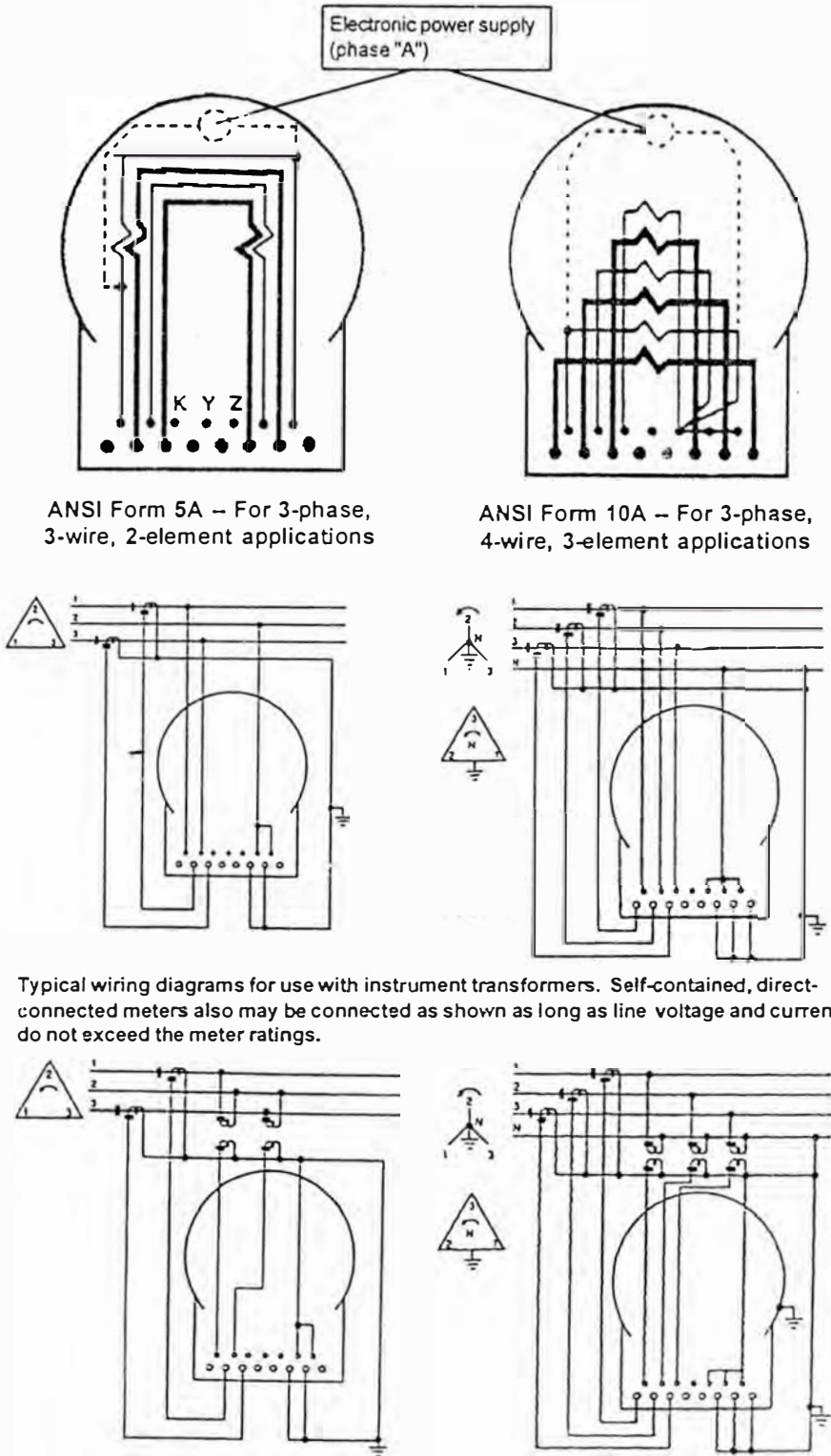
- Through Optical Port =  
9600 Baud (Nominal)
- Through Communications Option on Relay Board = 300 to 19,900 Baud (programmable)
- Through Internal ABB Modem =  
2400 Baud (Nominal)

**Additional wiring diagrams**

Additional internal and external wiring diagrams, including those for the various ANSI socket-type configurations, may be found in Instruction Leaflet IL-42-4001 and in Technical Manual TM 42-2180. Please contact ABB for more details.

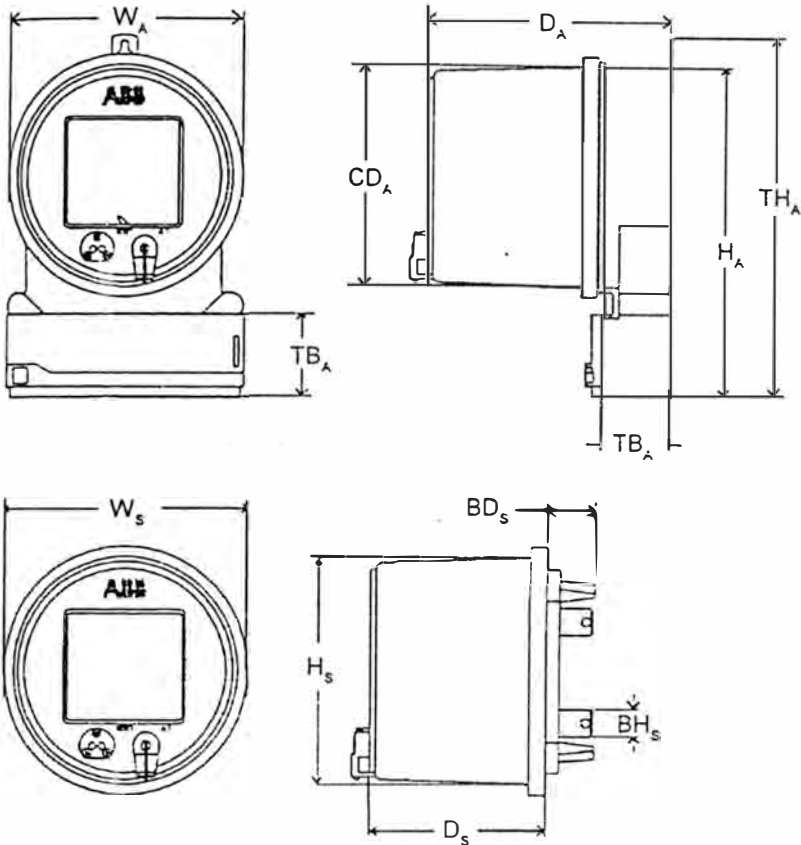
**Typical Wiring Diagrams for Common Applications of Bottom-Connected Meters:**

(See Instruction Leaflet IL42-4001D or Technical Manual TM 42-2180 for more complete listing.)



Typical wiring diagrams for use with instrument transformers. Self-contained, direct-connected meters also may be connected as shown as long as line voltage and current do not exceed the meter ratings.

Outline Drawings and Dimensions(\*):



Dimensions - A-Base		
	mm	inches
Wa	177	6.95
CDa	163	6.4
Da	193	7.6
Ha	248	9.75
THa	269	10.6
TBa	51	2.01

Dimensions - Socket		
	mm	inches
Ws	177	6.95
Hs	163	6.4
Ds	142	5.6
BDs	32	1.25
BHs	19	0.75

(\* ) Dimensions provided for general reference only. Do not use for construction. Refer to ABB for construction dimensions.

Shipping Weights (Approximate)

Type	Carton Quantity	Net Weight	
		lbs.	kg
A1S	1	5	2.3
(ANSI Socket type)	4	15	6.8
A1A	1	9	4.1
(Bottom connected)			

Shipping Carton Dimensions (Approximate)

Type	Carton Quantity	Dimensions in inches			Dimensions in mm		
		Width	Depth	Height	Width	Depth	Height
A1S	1	11	9.5	9.5	270	233	233
(ANSI Socket type)	4	15	15	9.0	368	368	221
A1A	1	12.5	11	11.0	306	270	270
(Bottom connected)							



**PRESUPUESTO DE MEDIDORES**

Proyecto : Auditoria Eléctrica  
 Cliente : PERUTALIA S.A.  
 Fecha : Junio de 1995

Item	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	C O S T O S (US\$)	
				UNITARIO	TOTAL
1	<p><b>Medidor Moderlo: 3710ACM - P240 - COMM</b>  <b>MARCA: POWER MEASUREMEMT</b>                      Basado en Microprocesador                      Indica Tensiones y Corrientes por fase                      Kw, KVAR, KVA, F.P. Corriente del neutro,                      Kw demanda, etc.                      Tensión de Entrada 3 fases: 120 VAC, 60 Hz.                      Corriente de Entrada 3 fases: 0 - 5 A                      Corriente de Salida: 4 - 20 mA                      Tres Reles de salidad programables 10 A.                      Tarjeta de Comunicaciones RS-232C/RS- 485                      Memoria No Volatil                      Alimentación: 85 a 132 VAC / 47 a 440 Hz                      Para Montaje en Panel                      Captura de forma de Onda</p>	Glb.	1	2582	2582
2	<p><b>Controlador de Máxima Demanda</b>  <b>Modelo: 3750PDC - P240 - COMM</b>  <b>Marca: POWER MEASUREMEMT</b>  <b>Con las siguientes características:</b>                      Basado en Microprocesador                      Mide la Demanda acumulada                      Calcula la Demanda Proyectada                      Registra la Demanda Máxima                      Da mando sobre cargas pre-seleccionadas                      Comunicación directa con medidor 3710ACM, ó                      3720ACM ó a Tarjeta KYZ de medidor electronico                      del consecionario                      3 Contactos de salida                      Alimentación: 80 a 132 VAC                      Comunicación: RS232 / RS485                      Para montaje en panel</p>	Glb.	1	3355.00	3355.00
3	<p><b>Interfase de Comunicación</b>  <b>Marca: POWER MEASUREMEMT</b>                      Modelo: COM - 32, para comunicación con                      medidores, Controlador de Máxima Demanda                      a Estación de Operador.                      Convierte RS - 232C a RS - 485                      Maneja lazo de 32 dispositivos                      Alimentación: 110 VAC.</p>	Glb.	1	385.00	385.00
4	<p>Estación de Operador conformado por:                      Computador 486DX / 66, 4MB, HD 420MB                      SVGA color, mouse.</p>	Glb.	1	2450.00	2450.00

**PRESUPUESTO DE MEDIDORES**

Proyecto : Auditoria Eléctrica  
 Cliente : PERUTALIA S.A.  
 Fecha : Junio de 1995

Item	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	C O S T O S (US\$)	
				UNITARIO	TOTAL
5	Software L-SCADA para Supervisión, Reportes, pantalla gráfica, forma de onda, registro de forma de onda y Análisis de Armónicos. Puede controlar hasta 12 medidores PML.	Glb.	1	1650.00	1650.00
	<b>ALTERNATIVA AL ITEM 1</b>	Glb.	1	3245.00	3245.00
	Medidor Modelo: 3720ACM Marca: POWER MEASUREMEMENT Basado en Microprocesador Indica Voltaje y corriente por fase, Kw, KVA, KVAR, f.p, frecuencia, KWH, KVARH, KVAH, Corriente del neutro, KW demanda, etc. Voltaje de entrada 3 fases: 120 VAC, 60 Hz. Corriente de entrada 3 fases: 0 a 5A Corriente de salida: 4 a 20mA Tres reles de salida programables 10 A. Tarjeta de comunicaciones RS - 232 / RS - 485 Memoria no volátil Alimentación: 85 a 264 VAC / 47 a 440 Hz Para montaje en panel Captura de forma de onda Registro de forma de onda (Pre / Post evento)				
	<b>ALTERNATIVA AL ITEM 5</b>	Glb.	1	3850.00	3850.00
	Software M-SCADA, para supervisión, reportes, Pantalla Gráfica, forma de onda, Registro de forma de onda y Análisis de armónicos. Puede controlar hasta 99 sitios, cada uno hasta con 32 medidores				

## PRESUPUESTO DE CALAMINAS

Proyecto : Auditoria Eléctrica

Cliente : PERUTALIA S.A.

Fecha : Junio de 1995

Item	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	C O S T O S (US\$)	
				UNITARIO	TOTAL
1	<b>CALAMINAS DE FIBRA DE VIDRIO TRANSLUCIDAS</b>				
	<b>DIMENSIONES</b>				
	1.80 x 0.9 m	Und.	100	20.00	2,000.00
	2.40 x 0.9 m	Und.	100	31.00	3,100.00
	2.00 x 0.9 m	Und.	100	26.00	2,600.00
	3.00 x 0.9 m	Und.	100	40.00	4,000.00
	<b>Características técnicas:</b>				
	Color natural, verde o ambar				
	Espesor 1mm +/- 0.2				
	<b>Propiedades físicas</b>				
	Translúcidas (ahorro de Energía Eléctrica durante el día)				
	Fexibles y resistentes				
	<b>Resistencia ambiental</b>				
	Soporta temperaturas de:				
	70° C hasta -25°C				
	Aisla el calor y el frio				

**ANEXO No 3**

**VARIADORES DE VELOCIDAD**



**ANEXO No 3**

**VARIADORES DE VELOCIDAD**

VARIADORES DE VELOCIDAD

AC DRIVES

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION AUTOMATIZACION Y CONTROL

MARZO 1995

# SISTELEC CONTROL S.A.

## CARACTERISTICAS DE LOS DRIVES AC

El uso de equipos industriales de ajuste de velocidad se incrementa ante la necesidad de contar con mejores equipos de control y ahorro de energía donde solamente un encendido parcial es requerido.

El principio de control de velocidad para un control de ajuste de frecuencia se basa fundamentalmente en una fórmula para motores AC estandars.

$$N_s = \frac{120 * f}{P}$$

P

En la fórmula :

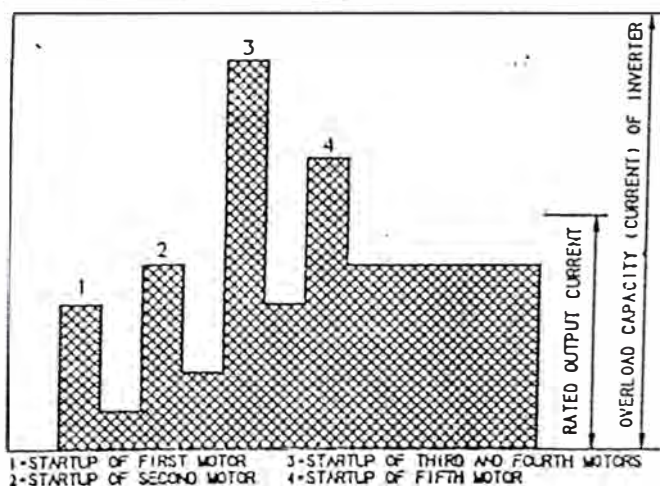
- $N_s$  es la velocidad síncrona en RPMs.
- $f$  es la frecuencia en Hertz.
- $P$  es el número de polos del motor.

El número de polos del motor es determinado cuando es armado y no puede ser cambiado.

Un control de frecuencia ajustable de frecuencia  $f$  de suministro al motor.

La velocidad del motor ( $N_s$ ) se incrementa y decrementa en proporción de la frecuencia suministrada. La salida de frecuencia del control es ajustable mediante un potenciómetro o señal externa. El control puede automáticamente mantiene la proporción voltaje/frecuencia requerido para cualquier velocidad del motor.

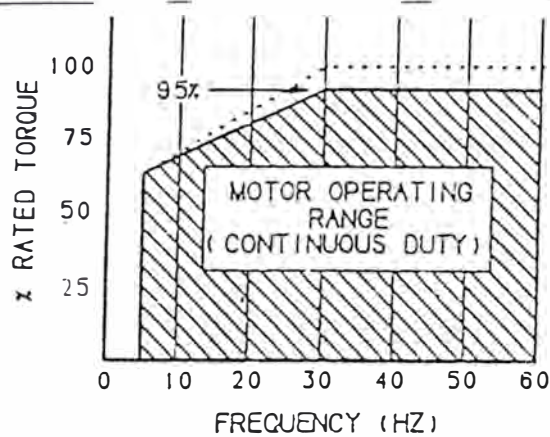
Este suministra para máxima performanse encima encima del rango de velocidad del motor es solamente infinitamente ajustable.



# SISTELEC CONTROL S.A.

## CONSIDERACIONES DEL MOTOR

Un control AC es normalmente utilizado para operar un estandar trifásico, 60 Hz, motor de inducción de jaula de ardilla. Grupos de motores pueden ser conectados al control si el total de cargas de corriente de todos los motores no excede el control de corriente proporcional y si todos los motores operan a la misma velocidad y fueran encendidas al mismo tiempo.

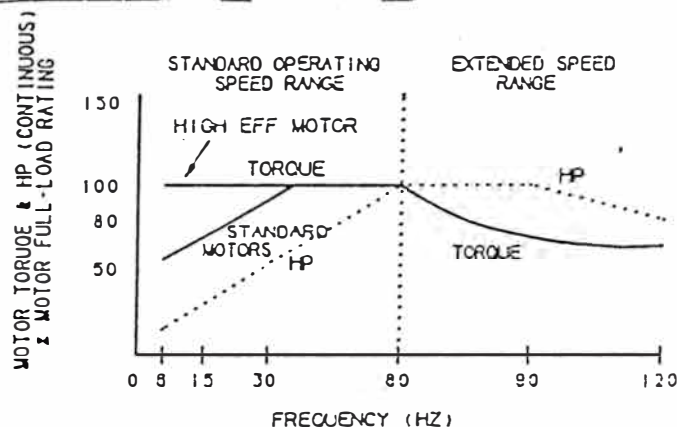


Un control puede operar por inducción síncrona o en motores AC de magnetismo permanente. Cualquiera, debido a los bajos factores de potencia de este tipo de motores.

Cuando opera el ventilador de enfriamiento del motor a reducida velocidad, la disipación de calor es disminuída debido a la baja velocidad del ventilador de enfriamiento.

## PERFORMANCE DEL MOTOR

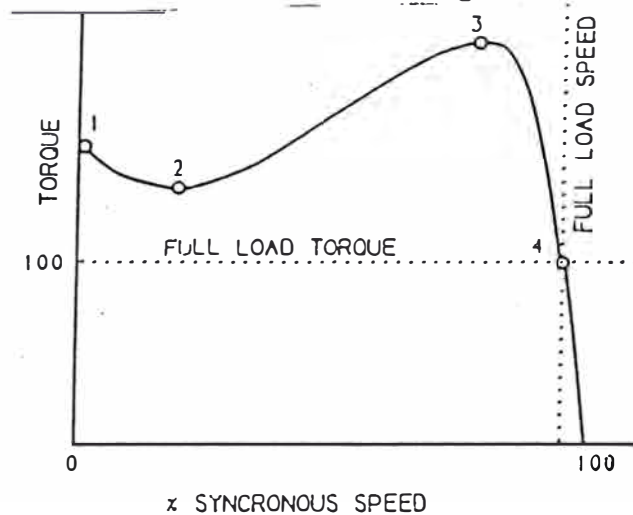
Una típica performance del motor es mostrada en la figura. Esta figura representa la capacidad continua de motores de inducción cuando operan con un control de frecuencia. Por encima de 90 Hz la caída de los HP son aproximadamente a los mostrados en la figura.



# SISTELEC CONTROL S.A.

Si enciende ascendentemente más de lo necesario se debe usar el siguiente tipo de drive.

A bajas velocidades, alta eficiencia de torque del motor y inducción estándar mostrado en la figura



La operación del motor por encima de la frecuencia base, con voltaje enclavado del voltaje base en el rango de HP constante.

En motores lentos de 4 polos operan satisfactoriamente en el rango de 60 Hz a 90 Hz. Por encima de 90 Hz decrecen. El cuidado es utilizado en el control de motores de 2 polos, arriba de 4300 RPM o cualquier control de motor arriba de 90 Hz.

## TORQUE DE MOTOR

El torque del motor se define de 4 puntos mostrados en la figura de arriba para un típico NEMA diseño B.

- 1- Torque de encendido o escape.
- 2- Torque de empuje o mínimo.
- 3- Torque de derrumbamiento.
- 4- Torque de sobrecarga.

La curva representa el torque de aceleración del motor desde cero hasta una máxima velocidad cuando el rango de voltaje y frecuencia es ampliado.

Una frecuencia variable controla solamente la operación del motor en la posición de la curva de la derecha del punto 3 o cuando dure el exceso de corriente.

# SISTELEC CONTROL S.A.

## CONSIDERACIONES MECANICAS

Existen 2 parámetros mecánicos básicos aplicables a los variadores de velocidad

- Torque
- HP

Torque:

El torque es la fuerza aplicada que tiende a producir la rotación.

El torque estático es aquel que se produce cuando no existe movimiento de rotación. El torque es comunmente medido en ft-lb la cual es producto de la fuerza en lb por la distancia en pulgadas (in) o pies (ft) desde el centro de rotación aparente.

Muchas transmisiones de potencia son basadas en elementos de rotación el torque es importante porque es una medida del esfuerzo requerido para producir un trabajo.

HP:

Los Horsepower conocidos como caballos de fuerza son producidos cuando una fuerza es aplicada para producir un trabajo por un período de tiempo específico. Un Hp es definido como la fuerza requerida para levantar 33,000 lbs, un pie en un minuto. Luego es posible el producir un trabajo.

HP vs Torque:

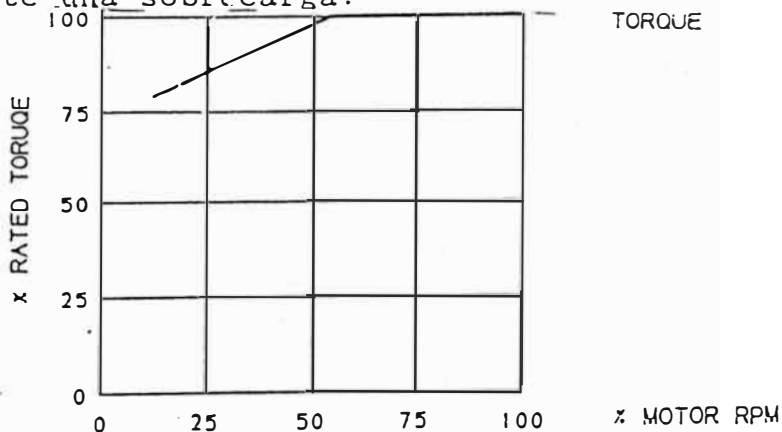
La fórmula en la que se basa estos principios que relacionan estos 2 conceptos es:

$$\text{Horsepower (HP)} = \frac{\text{Torque (ft-lb)} * \text{Velocidad (RPM)}}{5252}$$

**Rango de Velocidad de Torque Constante:**

Cuando un variador de velocidad opera continuamente a una velocidad lenta y torque rotado , el motor tiene problemas de calor. Al reducir la velocidad del motor el enfriamiento interno es menos efectivo y puede ocurrir una avería en el motor.

Hay que mencionar que muchos variadores de velocidad tienen un circuito protector de torque límite. El torque límite es ajustable por encima de 150 % de rango del torque que nos permite momentáneamente una sobrecarga.

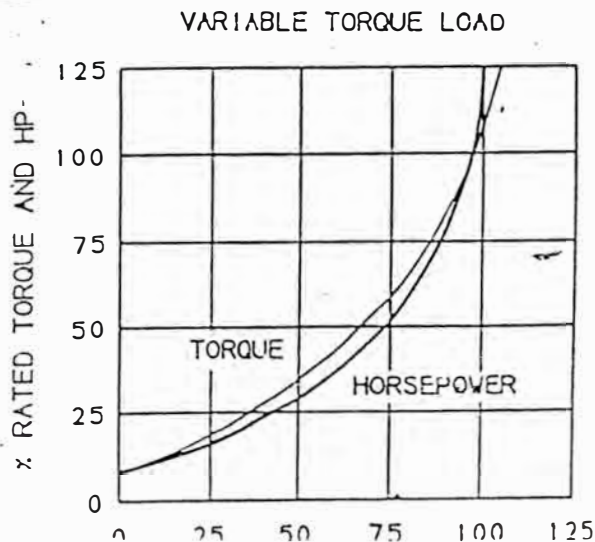


**EL VARIADOR DE VELOCIDAD UTILIZADO EN EL AHORRO DE ENERGIA.**

El variador de velocidad es utilizado para fines de sincronismo de tiempos en un proceso productivo pero una de sus principales utilidades es el ahorro de energía.

En muchas aplicaciones como por ejemplo las bombas centrífugas se tiene un tipo de torque que es variable. Tanto el torque como los HP varían con la velocidad.

Gracias a esto esta forma de operación permite al variador de velocidad economizar energía en este tipo de cargas debido a que una pequeña reducción en la velocidad del motor producirá una considerable reducción de los caballos de fuerza (HP) y Kilowatts utilizados.





# Control de velocidad de bombas mediante convertidores de frecuencia SAMI

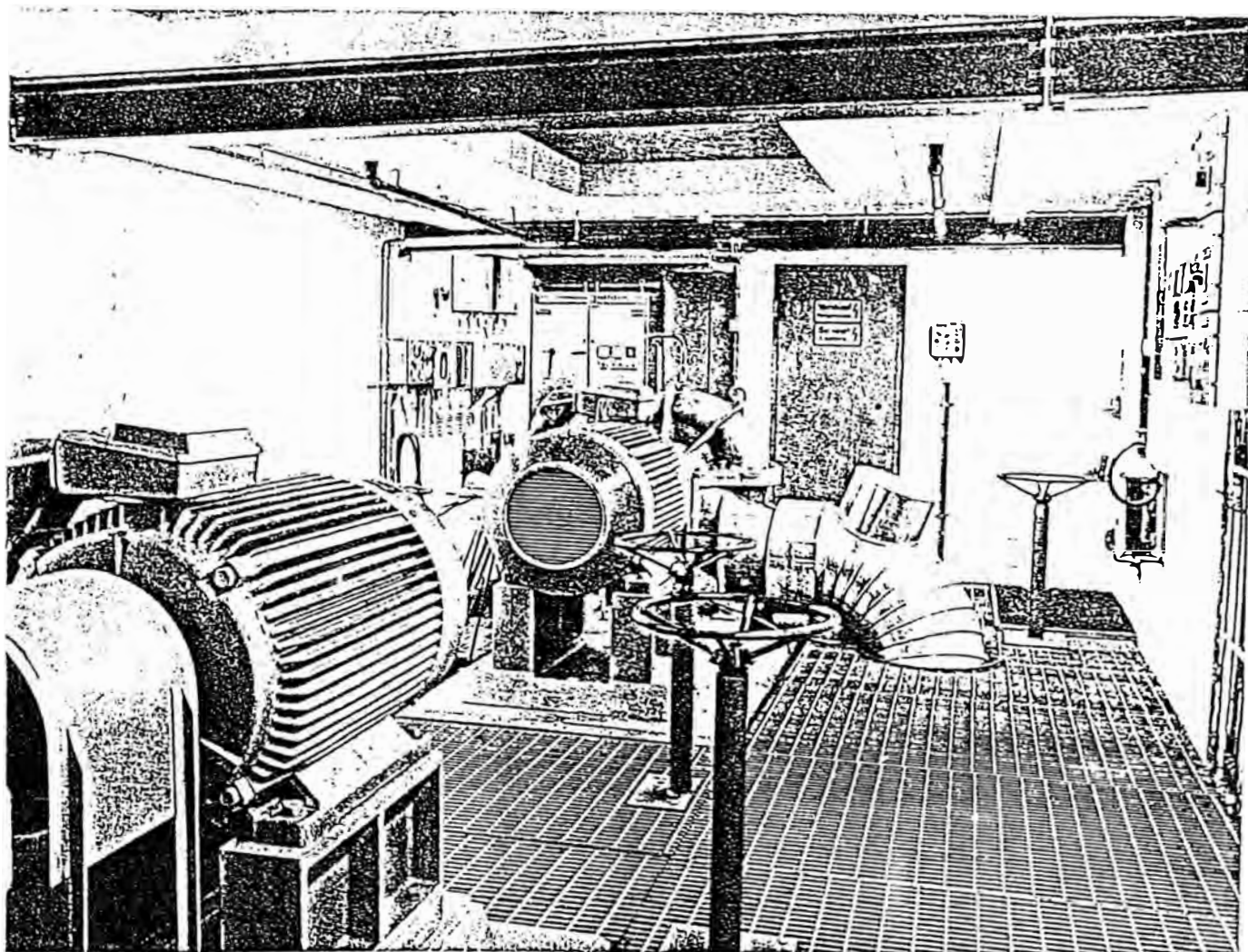


ABB Drives

**ABB**  
ASEA BROWN BOVERI

# Cuando los volúmenes de líquido bombeado son variables...

## La bomba siempre se dimensiona en previsión del caudal máximo...

La bomba y el equipo de la planta asociado a ella, como tuberías, válvulas y tanques, deben ser diseñados siempre para cubrir el volumen máximo bombeado. Para determinar la capacidad máxima de la planta se debe tener en cuenta lo siguiente:

- previsión de un posible aumento de la demanda
- exceso de demanda de la capacidad de bombeo en circunstancias excepcionales, por ejemplo: en el vaciado y llenado de los tanques
- casos de emergencia: fuego, fuerte lluvia, etc.

## ... y por lo tanto, se requiere alguna forma de control

Ya que la estación de bombeo se diseña en relación a la capacidad máxima de la planta, es necesario dotarla de alguna forma de control que regule el caudal en función de las variaciones de la demanda. Una cantidad bombeada media,  $Q_m$ , puede ser sólo una fracción de la capacidad máxima,  $Q_p$ . La curva de tiempo (duración) en la Fig. 1.2 muestra cómo durante la mayor parte de, por ejemplo, un periodo de un año, la bomba opera a una capacidad reducida.

## El control de velocidad es más económico que otras formas de control...

El bombeo de caudal se puede controlar mediante diversos métodos:

- control por estrangulamiento mediante una válvula
- control de la bomba por arranque-parada
- control de velocidad, por ejemplo, mediante un convertidor de frecuencia SAMI

El control por estrangulamiento es, aún en la actualidad, el método más extendido en aplicaciones industriales. Su eficiencia es, sin embargo, muy baja en comparación con el control de velocidad que, a menudo, proporciona un ahorro de energía de más del 50 por ciento. Las bombas de las plantas de abastecimiento de agua y las de tratamiento de aguas residuales se controlan normalmente mediante control de arranque-parada. Su rendimiento suele también ser pobre (Fig. 1.3) y, además, los frecuentes arranques y paradas desgastan las tuberías y demás equipos de la planta.

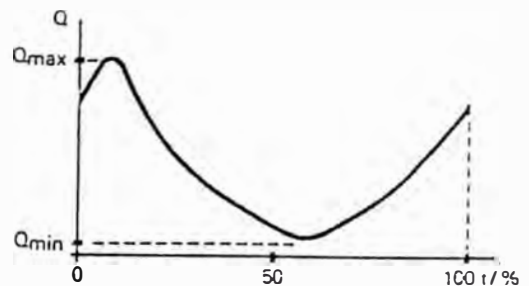


Fig. 1.1.  
Variaciones en el volumen de líquido bombeado durante diferentes periodos de tiempo.  
 $Q$  = Caudal de líquido dentro de un periodo de tiempo  
 $t$  = Tiempo  
 $Q_{max}$  = Caudal máximo  
 $Q_{min}$  = Caudal mínimo

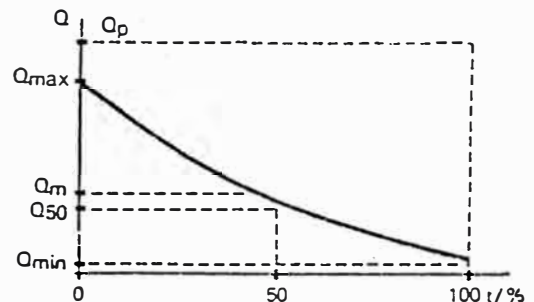


Fig. 1.2.  
La curva de la figura 1.1 convertida en una curva de funcionamiento  
 $Q_m$  = Caudal medio  
$$= \frac{1}{6} Q_{max} + \frac{2}{3} \cdot Q_{50} + \frac{1}{6} \cdot Q_{min}$$
  
 $Q_p$  = Capacidad máxima de la bomba

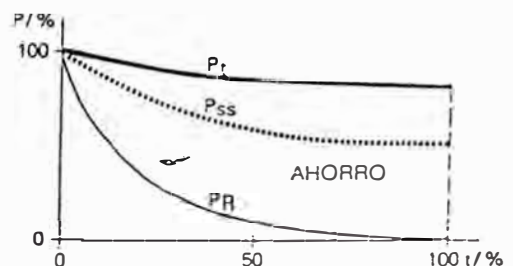


Fig. 1.3.  
Requerimientos aproximados de potencia usando distintas formas de control  
 $P_t$  = Control por estrangulamiento  
 $P_{ss}$  = Control por arranque-parada

# ... el control de la bomba mediante un SAMI ahorra energía

## ...ya que no se desperdicia energía para vencer la innecesaria contra-presión

El control por estrangulamiento consiste en restringir el flujo de líquido en las tuberías mediante una válvula. Esto conlleva una pérdida de energía, pues la bomba trabaja continuamente contra la alta presión impuesta por la válvula. La potencia consumida por la bomba se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q \times H \times \rho \times g}{\eta}$$

donde:

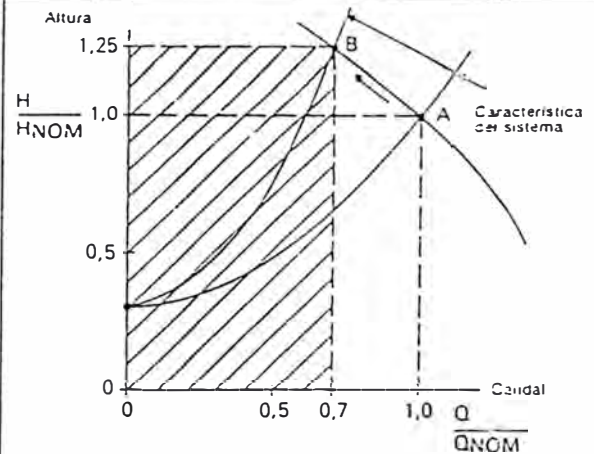
P = potencia (kW)  
 Q = caudal (m<sup>3</sup>/s)  
 H = altura (m)  
 ρ = densidad del líquido (kg/m<sup>3</sup>)  
 g = aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)  
 η = rendimiento de la bomba

Esta fórmula demuestra que la potencia requerida P depende directamente del producto del caudal Q, y de la altura H. Las figuras 2.1 y 2.2 ilustran las demandas de potencia representadas por las áreas rayadas en ambos gráficos.

Se puede ver en este ejemplo, que la demanda de potencia con control de velocidad es menos de la mitad que la requerida usando control por estrangulamiento.

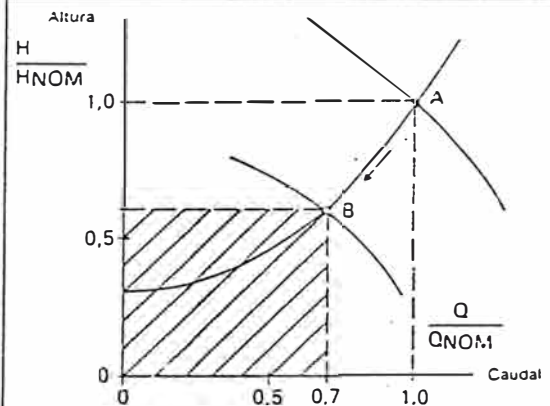
El ahorro de energía obtenido depende esencialmente del caudal promedio. La Fig. 3 muestra cuánta puede ser la energía ahorrada a diferentes niveles de volumen bombeado. Se puede calcular el ahorro de energía cuando se conoce la potencia ahorrada, multiplicando dicho valor por el factor tiempo.

El método de cálculo se describe con más detalle en la página 6.



A = punto de operación a caudal máximo.  
 Potencia requerida = 1x1 = 1.  
 B = punto de operación al 70% de caudal  
 Q = 0.7 y H = 1.25  
 potencia requerida = 0.7 x 1.25 = 0.875

Fig. 2.1.  
 Control de caudal Q de una bomba centrífuga mediante una válvula de estrangulamiento.



A = punto de operación a caudal máximo  
 Potencia requerida = 1x1 = 1.  
 B = punto de operación al 70% del caudal  
 Q = 0.7 y H = 0.6  
 potencia requerida = 0.7 x 0.6 = 0.42, es decir menos de la mitad de la potencia requerida mediante control por estrangulamiento.

Fig. 2.2.  
 Control de caudal Q de una bomba centrífuga mediante control de velocidad.

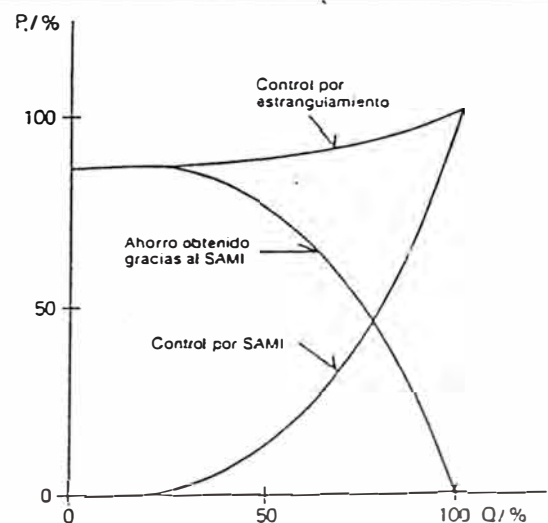


Fig. 3.  
 Ahorro de potencia en función del caudal bombeado Q.



# El uso de accionamientos SAMI también reduce los costos de equipamiento,

## Reducción del número de bombas

El control del caudal se lleva a cabo frecuentemente mediante dos o más bombas de diferentes tamaños conectadas en paralelo. Accionando sucesivamente estas bombas se consigue un control paso a paso. Si se dota a la bomba más grande de un control por SAMI, como muestra la Fig. 4, se consigue mejor control con menor inversión. Además de bombas y motores, se pueden eliminar muchas válvulas y partes del sistema de tuberías.

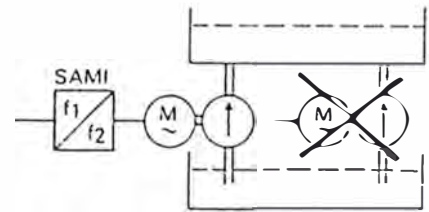


Fig. 4  
Al controlar la velocidad mediante un convertidor de frecuencia, no es necesario el uso de bombas de diferentes tamaños en paralelo.

## Menor número de tanques

Para mantener una presión uniforme en las tuberías, en aplicaciones en las que la bomba funciona intermitentemente, como por ejemplo en plantas de agua, se utilizan depósitos de presión y tanques a distintos niveles. Si se provee a la bomba de un convertidor de frecuencia SAMI, es posible reducir el tamaño de los depósitos y tanques o incluso eliminarlos. Además de reducir los costos de inversión, se obtiene un mejor control, lo que se traduce en una presión más uniforme para el consumidor.

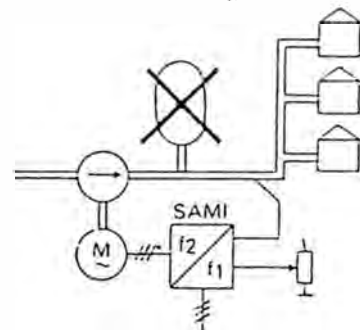


Fig.5  
Un depósito de presión, por ejemplo, puede ser sustituido por control de presión mediante un convertidor de frecuencia.

## Ahorro en el costo de distribución eléctrica

La corriente de arranque que toma de la línea de suministro eléctrico el motor de una bomba equipado con un convertidor de frecuencia, es sólo una fracción de la que se requeriría mediante arranque directo. De esta forma, el equipo de distribución eléctrica puede ser más pequeño y económico. Una típica instalación para el ahorro de energía es el generador de emergencia para las bombas más "importantes". Cuando se usa un convertidor de frecuencia para su control de velocidad, el tamaño del generador se reduce a un 30 o 50% del calculado originalmente.

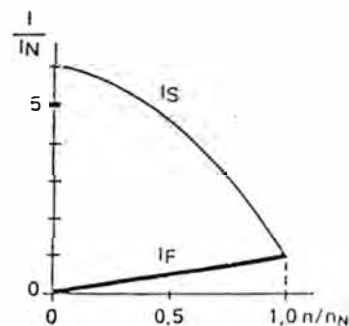


Fig. 6  
Corriente de la red durante el arranque  
 $I_N$  = Corriente nominal del motor  
 $I_S$  = Corriente de arranque directo  
 $I_F$  = Corriente de arranque mediante un convertidor de frecuencia  
 $n_N$  = Velocidad nominal del motor

# mejora el control y reduce los costos de mantenimiento

## Se puede prescindir de condensadores de compensación

Los motores de jaula de ardilla insumen potencia reactiva que ha de ser generada de alguna forma. Para evitar una carga innecesaria de potencia reactiva en la red de distribución, la compensación normalmente se lleva a cabo mediante condensadores situados cerca del motor.

Los convertidores de frecuencia SAMI generan la potencia reactiva requerida por el motor y hacen innecesario el uso de condensadores de compensación. Se reduce así el costo de inversión y se alcanza un efecto de compensación óptimo.

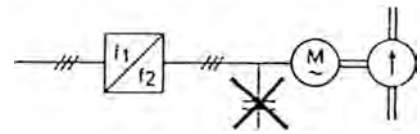


Fig. 7 El control mediante un convertidor de frecuencia mejora el factor de potencia del accionamiento, haciendo innecesarios los condensadores de compensación.

## Mejora del control

Con control de velocidad se consigue más fácilmente un mejor resultado que con otras formas de control no lineales. Una desventaja del funcionamiento intermitente es, por ejemplo, la discontinuidad de regulación. El parámetro controlado, por ejemplo caudal o presión, varía. Con un convertidor SAMI se consigue un control exacto y lineal.

La Fig. 8 muestra el diagrama de control de una planta con tres bombas conectadas en paralelo, P1, P2 y P3. Si se dota a una de las bombas (P1), de control mediante un SAMI, el resultado es una curva lineal (R), mientras que la curva (T) de control intermitente es escalonada, lo que puede producir variaciones abruptas en el volumen de líquido bombeado.

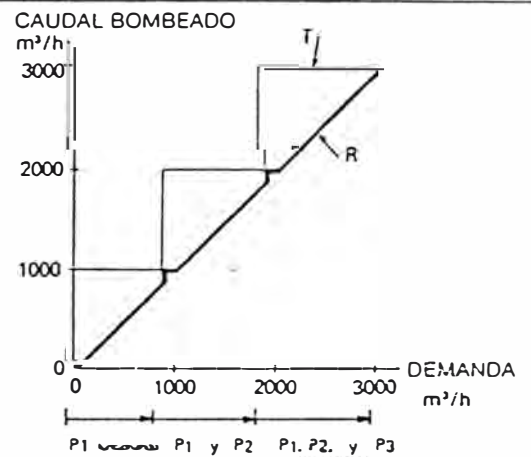


Fig. 8 Cuando una de las tres bombas que trabajan en paralelo (P1) es provista de un convertidor SAMI, el caudal bombeado (curva R) es casi directamente proporcional a la demanda, mientras que un equipo que opera con control intermitente (curva T), produce grandes variaciones en el volumen de líquido bombeado.

## Costos de mantenimiento reducidos

Usando control por SAMI, la bomba, tuberías y válvulas experimentan un desgaste menor, lo que redundará en un aumento de la vida útil mecánica y menor costo de mantenimiento.

- Se reducen las tensiones estáticas ya que el sistema no está forzado a operar con una alta presión de bombeo continuamente tal como sucede con el control por estrangulamiento. La presión se adapta a la demanda.
- El esfuerzo dinámico es mucho menor con el suave control de un SAMI que con control intermitente de arranque-parada. De esta forma se evitan los golpes de ariete (Fig. 9) que soportan las tuberías y demás equipamiento de la planta y se extiende la vida útil mecánica incluso al doble.

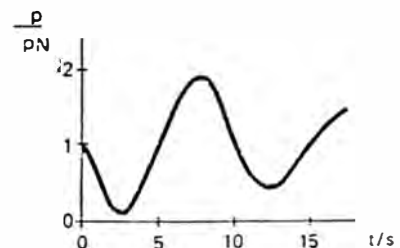


Fig. 9 Golpe de ariete en tuberías de plástico PVC ocasionado por la parada de la bomba.  
 $P_N$  = Presión de servicio normal  
 $t$  = Tiempo

# ABB Drives le procesa el cálculo del ahorro de energía que Ud. puede conseguir usando un convertidor de frecuencia SAMI

## Se requieren los siguientes datos:

Envíenos la siguiente información y obtendrá un cálculo por ordenador del ahorro de energía de su bomba:

- Nombre y dirección \_\_\_\_\_

### Datos de la bomba

- Tipo de la bomba y fabricante \_\_\_\_\_
- $H_N$  \_\_\_\_\_ m      Altura nominal
- $Q_N$  \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/h      Capacidad nominal
- $\eta_p$  \_\_\_\_\_ %      Rendimiento
- $n_N$  \_\_\_\_\_ rpm      Velocidad nominal

### Datos del proceso

Rango de aplicación \_\_\_\_\_

- $H_{st}$  \_\_\_\_\_ m      Altura estática de la planta
- $H_{min}$  \_\_\_\_\_ m      Altura mínima requerida
- $Q_{min}$  \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/h      Caudal bombeado mínimo
- $Q_M$  \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/h      Caudal bombeado medio
- $\rho$  \_\_\_\_\_ kg/dm<sup>3</sup>      Densidad del líquido bombeado
- $t_a$  \_\_\_\_\_ h      Horas de operación por año

### Datos del motor

- $U_N$  \_\_\_\_\_ V      Tensión de alimentación
- $P_M$  \_\_\_\_\_ kW      Potencia nominal

### Otros datos

- $k$  \_\_\_\_\_ costo/kWh      Precio de la unidad de energía

Por favor envíe esta información a su representante de ABB más cercano.

# También puede calcular el ahorro ud. mismo

## 1. La potencia requerida se determina

– ya sea mediante las curvas características de la bomba

La mejor forma de comparar la necesidad de potencia con control por estrangulamiento  $P_2$  y con control de velocidad  $P_1$  es mediante las curvas características de la bomba, siempre que se disponga de las curvas completas.  $P_1$  y  $P_2$  se determinan según se ve en la Fig. 10. Cuando  $Q_m$  y las curvas características del sistema son conocidas, se pueden determinar las curvas de bombeo  $n_1$  y  $n_2$ , así como las correspondientes curvas de potencia  $P_1$  y  $P_2$ . Las diferentes demandas de potencia se representan en la intersección de  $Q_m$  y las curvas de potencia.

– o mediante cálculo

Si no se dispone de las curvas completas,  $P_1$  y  $P_2$  se hallan con ayuda de las siguientes fórmulas:

Control por estrangulamiento  $P_1$ :

$$P_1 = \frac{Q_m[m^3/h] \times H_1[m] \times \rho[kg/dm^3] \times g[m/s^2]}{3600 \times \eta_1} \text{ kW}$$

Control de velocidad  $P_2$ :

$$P_2 = \frac{Q_m[m^3/h] \times H_2[m] \times \rho[kg/dm^3] \times g[m/s^2]}{3600 \times \eta_2} \text{ kW}$$

## 2. Cálculo del ahorro de potencia

El ahorro de potencia que se obtiene con control por SAMI es:

$$P_s = \frac{P_1 - P_2}{0.9}$$

donde el divisor 0.9 es el rendimiento aproximado del motor.

## 3. Cálculo del ahorro de energía

El ahorro anual de energía se obtiene multiplicando el ahorro de potencia por las horas de operación, es decir:

$$W_s = P_s \times t_a = \frac{P_1 - P_2}{0.9} \times t_a$$

## 4. Ahorro en dinero

El ahorro anual de dinero se halla multiplicando el ahorro de energía por el precio de la unidad de energía  $k$ .

$K_s$  [ahorro anual en dinero] =  $W_s$  [kWh/a] ·  $k$  [precio/kWh]

## 5. Tiempo de recuperación de la inversión

Comparando la diferencia de costo  $K_p$  entre el control de velocidad y el control por estrangulamiento en relación con el ahorro anual  $K_s$ , se obtiene el tiempo de recuperación de la inversión:

$$t_i = \frac{K_p [\text{costo}]}{K_s [\text{ahorro anual en dinero}]}$$

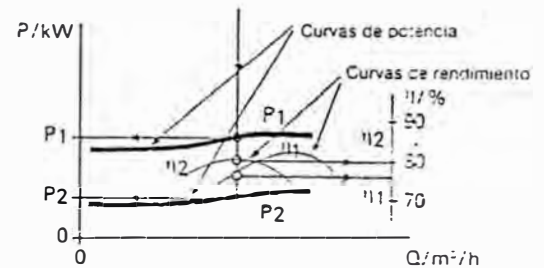
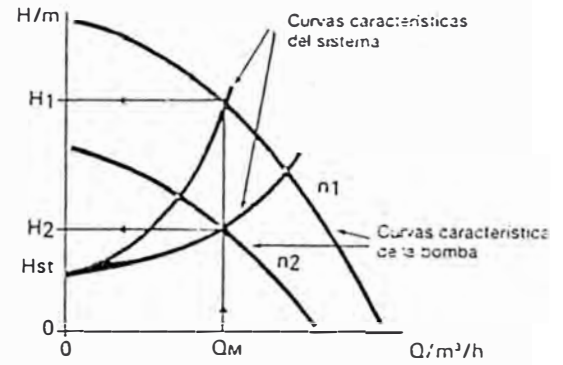


Fig. 10.

Un ejemplo de cómo se usan las curvas características de la bomba para calcular los requerimientos de potencia.

$H_1$  = Altura de la bomba a velocidad  $n_1$

$P_1$  = Potencia requerida a velocidad  $n_1$

$\eta_1$  = Rendimiento a velocidad  $n_1$

$H_2$  = Altura de la bomba a velocidad  $n_2$

$P_2$  = Potencia requerida a velocidad  $n_2$

$\eta_2$  = Rendimiento a velocidad  $n_2$

## Ejemplo

Datos: Bomba de circulación de agua

$H_N$ = 50 m	$\rho$ = 1 kg/dm <sup>3</sup> (agua)
$Q_N$ = 100 m <sup>3</sup> /h	$t_a$ = 8000 h/a
$n_N$ = 1450 rpm	$k$ = costo/kWh
$H_{st}$ = 0 m = $H_{min}$	$U_N$ = 380 V
$Q_{min}$ = 0 m <sup>3</sup> /h	$P_{M}$ = 200 kW
$Q_M$ = 500 m <sup>3</sup> /h	$\eta_p$ = 0.86

Intersectando las curvas características del sistema con las curvas de la bomba, obtenemos:

$H_1$ = 65 m	$\eta_1$ = 0.75
$H_2$ = 12.5 m	$\eta_2$ = 0.85

Potencia con control por estrangulamiento:  $P_1 = \frac{500 \cdot 65 \cdot 1 \cdot 9.81}{3600 \cdot 0.75} = 118 \text{ kW}$

Potencia con control mediante un SAMI:  $P_2 = \frac{500 \cdot 12.5 \cdot 1 \cdot 9.81}{3600 \cdot 0.85} = 20 \text{ kW}$

Ahorro de potencia:  $P_s = \frac{118 - 20}{0.9} \text{ kW} = 109 \text{ kW}$

Ahorro de energía:  $W_s = 109 \text{ kW} \times 8000 \text{ h/a} = 871000 \text{ kWh/a}$

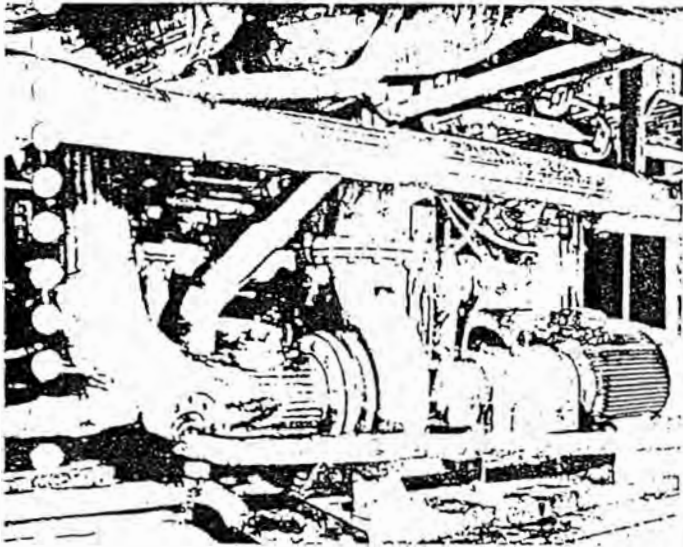
El dinero ahorrado y el tiempo de recuperación de la inversión se pueden calcular introduciendo el valor correcto del precio por unidad de energía y la diferencia de costo  $K_p$  en las siguientes fórmulas:

Ahorro en dinero:  $K_s = 871000 \text{ kWh/a} \times k [\text{costo kWh}]$

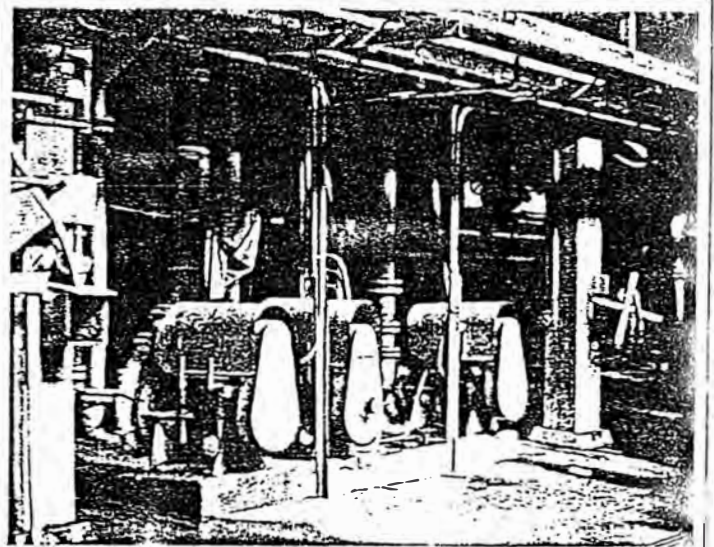
Tiempo de recuperación de la inversión:  $t_i = \frac{K_p [\text{costo}]}{K_s [\text{ahorro anual en dinero}]}$



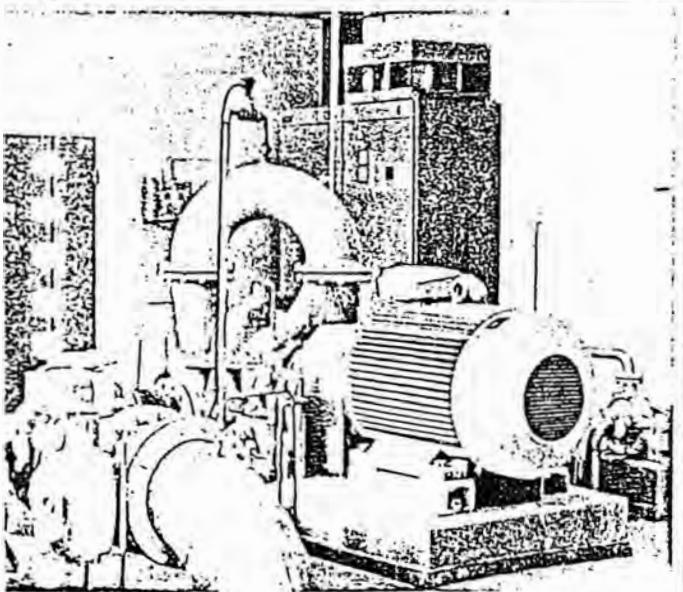
# Centros de bombas ya están siendo controladas mediante convertidores de frecuencia SAMI



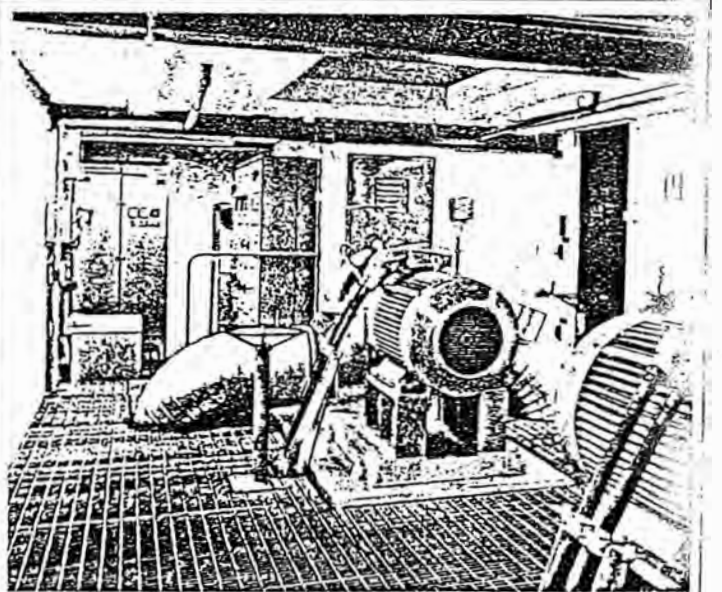
- En:
- la industria maderera
  - la industria química
  - la industria de la alimentación



- En:
- la minería
  - la industria metalúrgica



- En:
- plantas de abastecimiento de agua
  - plantas de tratamiento de aguas residuales



- En:
- centrales térmicas para calefacción
  - centrales eléctricas



ABB Drives Oy  
 Electrónica de Potencia  
 Puente, 184  
 00810 Helsinki  
 LA FINLANDIA  
 Teléfono +358-0-5641  
 Telex +358-0-564 2681  
 Fax +57-12440502 str sf

ABB Industria S.A.  
 Marie Curie, 35  
 08210 Barberà del Vallès  
 (Barcelona)  
 ESPAÑA  
 Teléfono 93-728 87 00  
 Telefax 93-718 70 54  
 Télex 59815

ABB Industria S.A.  
 Plaza Moyua, 4, 3º  
 48009 Bilbao  
 ESPAÑA  
 Teléfono 94-416 24 00  
 Telefax 94-416 87 28

ABB Industria S.A.  
 Paseo de la Castellana, 83-85  
 2.ª planta  
 28046 Madrid  
 ESPAÑA  
 Teléfono 91-597 46 93  
 Telefax 91-555 61 87  
 Télex 22793

Los datos técnicos y dimensiones, son los que rigen en el momento de la impresión. ABB se reserva el derecho de modificaciones.

ES 5803023-1  
 9/1992

**ANEXO No 4**

**ARRANCADORES ESTATICOS**

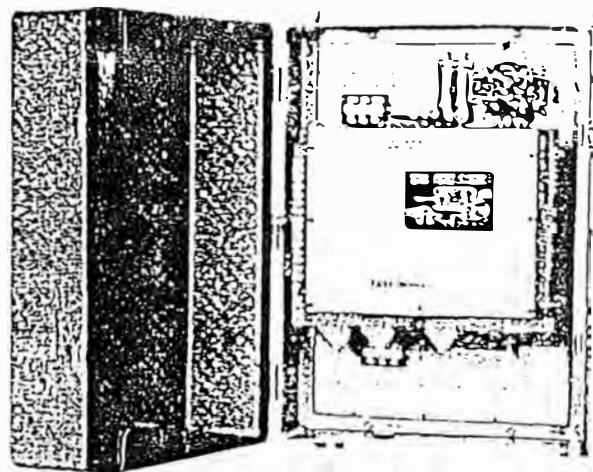
# CONTROLES ELECTRÓNICOS PARA MOTORES DE A.C.

## SUPERSTART®

Arrancador suave con protecciones

Motores de corriente alterna consumen corrientes muy elevadas durante el arranque (600%) y producen torsión arriba de lo nominal (150%). Esto acorta la vida del motor y la transmisión.

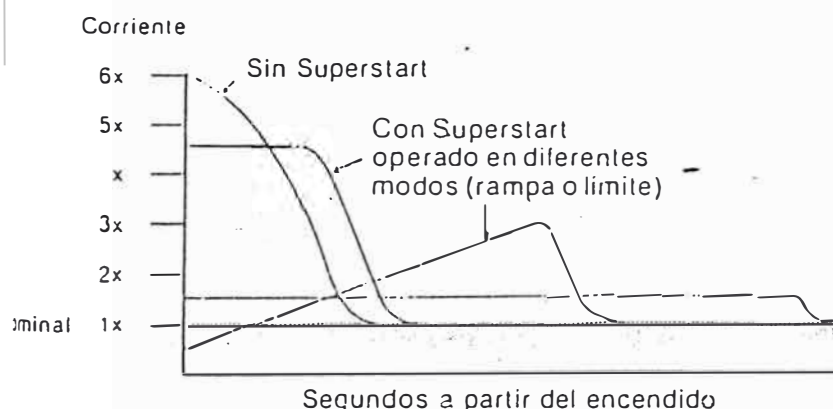
SUPERSTART es un arrancador completo por su acción reducida. Provee una rampa suave de corriente en un límite porcentual a su elección. Protege además al motor contra sobre-cargas y tiene su propio diagnóstico de fallas mediante luces LED's.



## STRON

Arrancador suave

Este control se añade al contactor o arrancador ya existente para proveer una partida suave al motor. Es bastante económico y sencillo de instalar.



- Grúas
- Bandas transportadoras

- Compresores
- Extractores
- Bombas centrífugas
- Ventiladores centrífugos

- Tornos
- Sierras
- Esmeriles
- Pulidoras
- Extrusoras
- Trituradoras
- Procesadores de alimentos
- Líneas embotelladoras
- Equipo de impresión
- Líneas empacadoras
- Maquinaria textil

Factor electrónico

El contactor SSC reemplaza a los contactores mecánicos en aplicaciones donde se utiliza mucha potencia. Tiene un tiempo de vida de 300 MILLONES de operaciones ininterrumpidamente.

Aplicaciones típicas: Contactores y motores de rotación constante.

## BRAKETRON

Freno electrónico dinámico

Braketron detiene la rotación de un motor de C.A. mucho más rápidamente que en "carrera libre".

Por ser electrónico no requiere mantenimiento como las zapatas de frenos mecánicos.

Incrementa la seguridad de equipos y herramientas que permanecen girando después de ser apagadas.

- Tornos
- Sierras
- Molinos
- Rodillos
- Pulidoras
- Esmeriles
- Centrífugas
- Granuladoras
- Enrolladoras
- Carros de grúa



# VARIADORES DE VELOCIDAD PARA MOTORES DE C.A.

## *SPEEDSTAR II*™

El variador de velocidad *SPEEDSTAR II* ofrece un control preciso y eficiente para motores de corriente alterna tipo NEMA B (jaula de ardilla).

El *SPEEDSTAR II* usa alta tecnología electrónica PWM controlada por microprocesador. Siendo sofisticado, ofrece en su cubierta tipo NEMA 12, controles simples de operar y display digital de lectura rápida.



- bandas transportadoras
- alimentadora
- mezcladora
- molinos
- ventiladores
- compresores
- taladros
- esmeriles
- extrusoras
- extractores
- peletizadoras

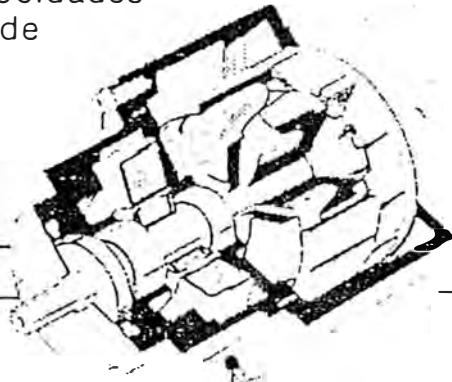
## *SPEEDSTAR JR.*™

Cuando se desea controlar la velocidad de motores pequeños a un costo muy bajo, el *SPEEDSTAR JR.* es el equipo ideal. Por su diseño modular, se puede ordenar con solo las características deseadas sin tener que pagar más que lo necesario.

- sierras de banda
- máquinas textiles
- bombas de flujo variable
- maquinaria de impresión
- procesadores de alimentos
- maquinaria metal-mecánica

## *ACCUNIT*™

La construcción robusta le permite a este variador de corrientes de Eddy, mover maquinaria pesada a velocidades regulables. Lo avanzado de su construcción reduce considerablemente el mantenimiento a través de muchos años de vida.



- enrolladores a velocidad constante
- enrolladores a tensión constante
- par constante desde velocidad cero

## *DULON*™

Este sofisticado sistema de control de motor de reluctancias inmutadas, permite un rango de velocidad de 100:1, control preciso de velocidad, y aceleración impresionantemente rápida.

- mecanismos síncronos
- máquinas con cambios de velocidad bruscos y frecuentes

Distribuidor Autorizado:

**ENERGETICA S.A**

Víctor Maúrtua 140, Of. 304

San Isidro - Lima

Tlfs.: 421-6566 - 441-5812

Fax : 421-6536

**TASC Drives** inc

## ARRANCADORES ESTATICOS MODELO: ASTAT

Los arrancadores ASTAT consisten en un bloque de potencia a base de tiristores controlado por un sistema de microprocesador que permite la aplicación progresiva de tensión durante la fase de arranque de motores de corriente alterna con rotor cortocircuito.

### Características Generales

- Arranque suave del motor sin transiciones ni escalones.
- Control sobre la corriente de arranque mediante ajustes del tiempo de la rampa de aceleración.
- Ahorro de energía cuando el motor funciona parcialmente cargado.
- Eficiente protección del motor eléctrico tanto por sobrecarga, pérdida de fase de entrada y/o salida, rotor bloqueado, error de frecuencia, cortocircuito tiristor y otros.
- Paro controlado, disminución gradual de la tensión hasta 60% aproximadamente, produciéndose entonces el paro.
- Facilidad de mantenimiento con detección de fallas mediante señalización.
- Posibilidad de conexión a computadoras PC, la cual permite incorporar a una red de control de procesos de automatización de planta.

### Beneficios:

- Existe una gama de modelos para motores desde 3 Kw hasta 330 w (220 V) ó hasta 700 Kw (440 V).

### Comparación de otros Sistemas de Arranques

- En muchos casos no se puede emplear arrancadores directos ya sea porque la máquina accionada requiere un arranque suave o la punta de intensidad es limitada. En estos casos tradicionalmente se emplean arrancadores estrella-triángulo y arrancadores por auto transformador, entre otros, el siguiente es un cuadro comparativo entre estos sistemas de arranque y el arrancador ASTAT.



	Directo	Estrella Triangulo	Autotransfor.	Arrancador ASTAT
% de la corriente de arranque	100%	33%	45 - 60 - 80%	Según rampa, máx. 80%
% de par de arranque directo	100%	33%	45 - 60 - 80%	Según rampa, máx 64%
Escalones de arranque	1	2	3 ó 2	Continuo sin escalones
Conexiones al motor	3	6	3	3
Sobre carga de la linea (aprox.)	5 In	1,65 In	1,5 - 3,2 In	Según rampa, máx. 4,5 In
Transición ó pausa de arranque	No	Si	No	No

### Unidades de Regulación de Velocidad para C.A.

- Regula mediante potenciómetro la velocidad de motores de C.A.
- Amplia gama de modelos monofásicos hasta 2.8 kva con 220 V, trifásicos hasta 140 Kva (220 V).
- Posibilidad de control exterior: aceleración, desaceleración, paro, marcha ó inversión de giro.
- Protección contra sobrecarga, sobre tensión, máxima tensión y otros.





Westinghouse Electric Corporation  
 Distribution and Control Business Unit  
 Electrical Components Division  
 110 Douglas Road, P.O. Box 819  
 Oldsmar, Florida, U.S.A. 34677

Descriptive Bulletin  
 8660  
 1993

June 1993  
 supersedes Descriptive Bulletin 8660,  
 pages 1-8, dated January 1993  
 Selling Policy 25-000  
 Discount Schedule C12-V2  
 Mailed to: E, D, C/8600A, B

Solid State Reduced Voltage Motor Starter  
 For 3-Phase 50/60 Hz Induction Motors  
 208-575 Volts AC  
 Up to 390 Full Load Amps

Easy-Start 100  
 Solid State  
 Reduced Voltage  
 Motor Starter



The Easy-Start 100 retains those features that most applications require and maintains the Tradition of Westinghouse Solid State Reduced Voltage Motor Starter quality and dependability.

The standard features of the Easy-Start 100 include:

- Adjustable Current Limit 250-500%
- Energy Saving Circuit
- Six position device panel
- Class-10 electronic overload protection
- 500% overload for 10 seconds;  
100% continuous
- Dimensions allow for mounting in standard width motor control centers and the open panel design makes it conducive to OEM mounting applications.





## Easy-Start 100 Solid State Reduced Voltage Motor Starter

### Easy-Start 100 Specifications:

Current Ratings:	<u>NEMA-12 Enclosed</u>		<u>NEMA-1 Enclosed</u>		
	26 Amps				
	52 Amps				
	68 Amps				
	75 Amps		190 Amps		
	100 Amps		270 Amps		
	130 Amps		390 Amps		
Line Voltage:	208/230/460	+ 10%	- 15%	50/60 Hz	3-Phase
	380/415	+ 10%	- 15%	50/60 Hz	3-Phase
	500/575	+ 10%	- 15%	50/60 Hz	3-Phase
Stator Semiconductors:	Starter Voltage Rating:		Semiconductor Rating:		
	208/230/460 VAC		1200 V		
	380/415 VAC		1200 V		
	500/575 VAC		1500 V		
Load Capacity:	Continuous @ 100% of rating				
	30 seconds @ 250% of rating				
	10 seconds @ 500% of rating				
Standard Adjustments:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Current Calibration Dip Switches</li> <li>• Energy Saving On/Off Switch</li> <li>• Initial Voltage Step: 20%-90%</li> <li>• Voltage Ramp Time: 2 to 70 seconds</li> <li>• Current Limit: 250%-500%</li> </ul>				
Protection:	Electronic overload current trip with inverse time trip curve equivalent to IEC class-10. See Figure 1.				
Energy Saving:	Standard on all models; the Easy-Start 100 senses motor load and slip speed and adjusts the motor voltage to conserve power whenever the motor is lightly loaded.				
UL/CSA Listed	All units built to UL and CSA standards.				
Models:	NEMA-12 EJ026 ( 26 Amp) EJ052 ( 52 Amp) EJ068 ( 68 Amp) EJ075 ( 75 Amp)                   NEMA-1 EJ190 (190 Amp) EJ100 (100 Amp)                   EJ270 (270 Amp) EJ130 (130 Amp)                   EJ390 (390 Amp)				
	Open Panel Available on all Models				
Operating Temperature:	Operating Range - 20 to + 40°C				
Rotation Information:	Inhibits starting of motor unless input line is A-B-C rotation. LED on logic board indicates improper phase sequence.				
Thermal Run Relay	1 Form-C contact (rated 120 VAC, 3 Amps)				
Thermal Relay (K1):	N.O. Contact (rated 120 VAC, 1 Amp Resistive)				

**WARNING:** This literature is a general description of the equipment only. For proper installation, operation and maintenance of the equipment, consult the Operation Manual. This should not be considered all inclusive. Improperly installing or maintaining these products can result in death or serious personal injury. Before attempting installation or maintenance, read and understand all instructional material included in the product. If further information is required, you should consult Westinghouse Electric Corporation.

outlined in appropriate Westinghouse Electric Corporation selling policies. The sole source governing the rights and remedies of any purchaser of this equipment is the relevant Westinghouse selling policy.

**NO WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING WARRANTIES OF FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR MERCHANTABILITY, OR WARRANTIES ARISING FROM COURSE OF DEALING OR USAGE OF TRADE, ARE MADE REGARDING THE INFORMATION, RECOMMENDATIONS AND DESCRIPTIONS CONTAINED HEREIN. In no event will Westinghouse be responsible to the purchaser or user in contract, in tort**

(including negligence), strict liability or otherwise for any special, indirect, incidental or consequential damage or loss whatsoever, including but not limited to damage or loss of use of equipment, plant or power system, cost of capital, loss of power, additional expenses in the use of existing power facilities, or claims against the purchaser or user by its customers resulting from the use of the information, recommendations and descriptions contained herein.





## Easy-Start 100 Solid State Reduced Voltage Motor Starter

Features	What They Are	What They Do For You
› Current Limit	<ul style="list-style-type: none"><li>› 500% current limit for 10 seconds on all models</li><li>› Adjustable 250-500%</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Setting can be tailored to specific application</li><li>› Higher limit can be set for hard to start loads</li></ul>
› Energy Savings	<ul style="list-style-type: none"><li>› Reduces voltage applied to the motor if the motor is underloaded</li><li>› Can be defeated if desired</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Reduces power cost</li><li>› Flexibility</li></ul>
› 6 SCR Power Section	<ul style="list-style-type: none"><li>› Each leg has 2 SCRs</li><li>› SCR PIV (peak inverse voltage) 208 to 460V SCR – 1200 PIV 575V – 1500V PIV</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Better control and less motor heating than 3 SCR diode models.</li></ul>
› Digital Firing Circuit	<ul style="list-style-type: none"><li>› Digital trigger is used for firing</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Digital trigger output provides more balanced voltage to motor</li><li>› Digital trigger responds faster to rapidly changing loads</li></ul>
› Current Calibration DIP Switches	<ul style="list-style-type: none"><li>› Each model covers a wide range of motor full load Amps 2.5:1 range</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Reduced distributor inventory</li><li>› Increased user/OEM flexibility</li><li>› Simple to adjust</li></ul>
› Potentiometer Adjustments for Current Limit, Initial Voltage Step and Ramp Time	<ul style="list-style-type: none"><li>› Adjustments that can be made to the starter to fit a wide range of applications and customer requirements.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Better fit between starter and application</li><li>› Simple to adjust</li><li>› Flexibility</li></ul>
› Voltage Plugs	<ul style="list-style-type: none"><li>› Two voltage plugs shipped with each unit 208/230 volt and 460 volt, 380 and 415 volt, 500 and 575 volt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Reduced distributor inventory</li><li>› Increased user/OEM flexibility</li><li>› Suitable for multiple line voltages</li></ul>
› Motor Control Center Mounting	<ul style="list-style-type: none"><li>› Fourteen inch panel width</li><li>› Six inch depth</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Allows two-high mounting in standard 20 inch width motor control centers up to 130 amp</li><li>› Minimizes motor control center structure investment</li><li>› Reduces need for valuable plant and panel mounting space</li></ul>
› Common Logic Board	<ul style="list-style-type: none"><li>› One logic board style for all ampere ratings within a specified voltage model</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Reduces spare parts inventory</li><li>› Increased user/OEM flexibility</li></ul>
› Phase Rotation LED	<ul style="list-style-type: none"><li>› Phase rotation LED on logic board illuminates whenever phase rotation is not correct</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Simplifies troubleshooting</li><li>› Handy for proper start-up</li></ul>
› Extended Acceleration Adjustments	<ul style="list-style-type: none"><li>› Voltage ramp up – adjustable from 2-70 seconds</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Allows soft starting of loads that required additional time to reach full speed when reducing the initial voltage</li></ul>
› Device Panel Standard on all Enclosed Units	<ul style="list-style-type: none"><li>› Plastic device panels have six knock-out positions for mounting pushbuttons, indicating lights and mini meters</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Easy field mounting of pilot devices</li><li>› Saves installation costs and time</li><li>› Conducive to distributor modification services</li></ul>
› High Line Voltage Control	<ul style="list-style-type: none"><li>› With energy saver circuit on, the Easy-Start 100 will limit the voltage applied to the motor to controller's rated voltage under high-line conditions. Incoming voltage should be within the Easy-Start 100's rating.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Reduces power costs in installations with high-line voltage which are common in off-peak hours</li></ul>
› 120 Volt Control Connection	<ul style="list-style-type: none"><li>› Board mounted terminal strip</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Allows for interface with customer's 120 volt control devices</li><li>› Easy access for customer connections</li></ul>
› Smooth Stop Option	<ul style="list-style-type: none"><li>› Voltage ramp down – adjustable from 2-125 seconds</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>› Reduces the shock effect when stopping high friction loads</li><li>› Reduces water hammer in pumping applications</li></ul>



## Easy-Start 100 Solid State Reduced Voltage Motor Starter

Table 1: Easy-Start 100 Standard Adjustments

Adjustment	Range	Approximate Factory Setting/ Comments
Acceleration Time	2 to 70 seconds	2 seconds
Initial Voltage Step	20-90% of line voltage	40%
Current Limit	250-500% of Full Load Amp DIP Switch Setting	450%
Current Calibration P Switches	37% to 100% of current rating	Set in field for motor full load amps
Energy Saver Circuit	On/Off	On: DS1-5 open Off: DS1-5 closed
Voltage Rating Plug	230 or 460 volts 380 or 415 volts 500 or 575 volts	• 2 plugs supplied • install the one applicable to source voltage

Table 2: Easy-Start 100 Protective Features

Function	Range and Description
Inverse-Time Overcurrent Trip	See time current curve class-10 protection (Figure 1)
Phase Rotation	Inhibits starting unless incoming line voltage is in A-B-C phase rotation (LED indication)
Current Limit	Adjustable 250-500% effective during starting only
EDT Protection	R-C snubber network

Table 3: Easy-Start 100 Standard Conditions for Application

- Humidity: 20-95% non condensing
- Altitude: To 3300 feet (1000 meters)
- Ambient temperature operations: -20°C to +40°C (enclosed)  
-20°C to +50°C (open panel)
- Control voltage 120V single phase 50/60 Hertz (approx. 50VA wired) supplied externally by others, or by optional control power transformer.
- Line voltage 208, 230, 380, 415, 460, 500 or 575 Volt. +10-15% tolerance, 50/60 Hertz

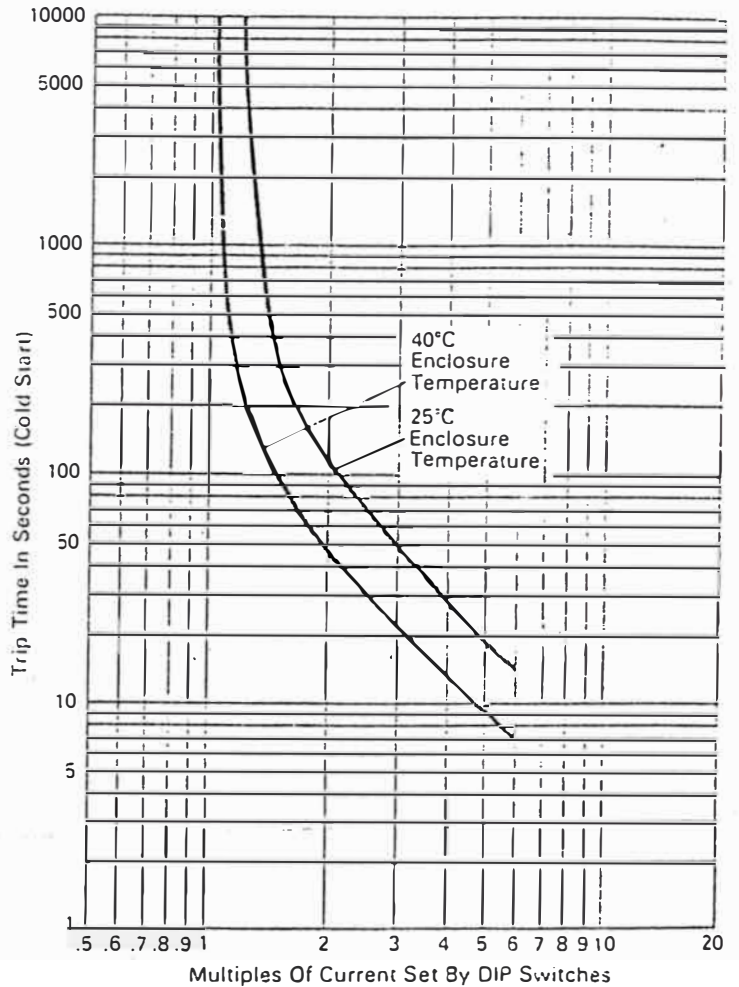


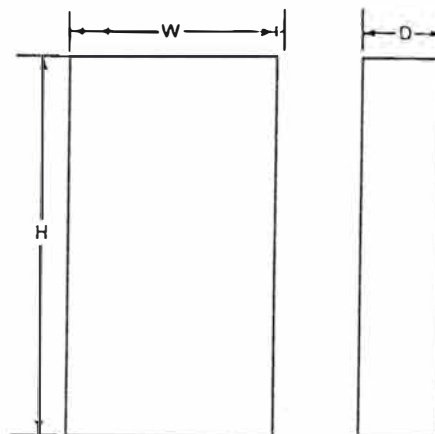
Figure 1. Easy-Start 100 Overload Characteristics

## Easy-Start 100 Solid State Reduced Voltage Motor Starter

Table 4: Dimensions and Weights

Approximate only. Not to be used for construction purposes.

atalog Number <sup>①</sup>	Enclosure <sup>②</sup>	Height (inches)	Width (inches)	Depth (inches)	Weight (lbs.)
J026-EP	Open <sup>③</sup>	15	14	8	22
J026-ER	NEMA 12	17.6	13.5	10.75	35
J052-EP	Open <sup>③</sup>	15	14	8	22
J052-ER	NEMA 12	17.6	13.5	10.75	35
J068-EP	Open <sup>③</sup>	15	14	8	26
J068-ER	NEMA 12	28.5	25.25	10.75	86
J075-EP	Open <sup>③</sup>	15	14	8	26
J075-ER	NEMA 12	28.5	25.25	10.75	86
J100-EP	Open <sup>③</sup>	15	14	6	26
J100-ER	NEMA 12	28.5	25.25	10.75	86
J130-EP	Open <sup>③</sup>	27	14	8	40
J130-ER	NEMA 12	33.8	24.5	13	107
J190-NP	Open <sup>④</sup>	39	26.75	14	100
J190-NR	NEMA 1 <sup>④</sup>	46.38	30.87	15.5	220
J190-NC	Open <sup>④⑤</sup>	47.68	18.50	9.5	100
J270-NP	Open <sup>④</sup>	39	26.75	14	100
J270-NR	NEMA 1 <sup>④</sup>	46.38	30.87	15.5	220
J270-NC	Open <sup>④⑤</sup>	47.68	18.50	9.5	100
J390-NP	Open <sup>④</sup>	39	26.75	14	110
J390-NR	NEMA 1 <sup>④</sup>	46.38	30.87	15.5	230
J390-NC	Open <sup>④⑤</sup>	47.68	18.50	9.5	110



- ① In Catalog Number is '4' for 280/230:460 volt models, '3' for 380/415 volt models and '5' for 500/575 volt models.
- ② The starter must be mounted with the heat sink fins in the vertical position. A minimum clearance of six (6) inches on top and bottom is required for enclosed units and minimum clearances for open models will depend upon enclosure provided by others.
- ③ When mounting open panel starters, isolated heat sink fins should be brought out in open air through a properly gasketed cutout in the enclosure.
- ④ Heat sinks are non-isolated.
- ⑤ SlimLine Open Panel Design suitable for mounting in 20 inch wide MCC structure.

Table 5: Model Selection Table

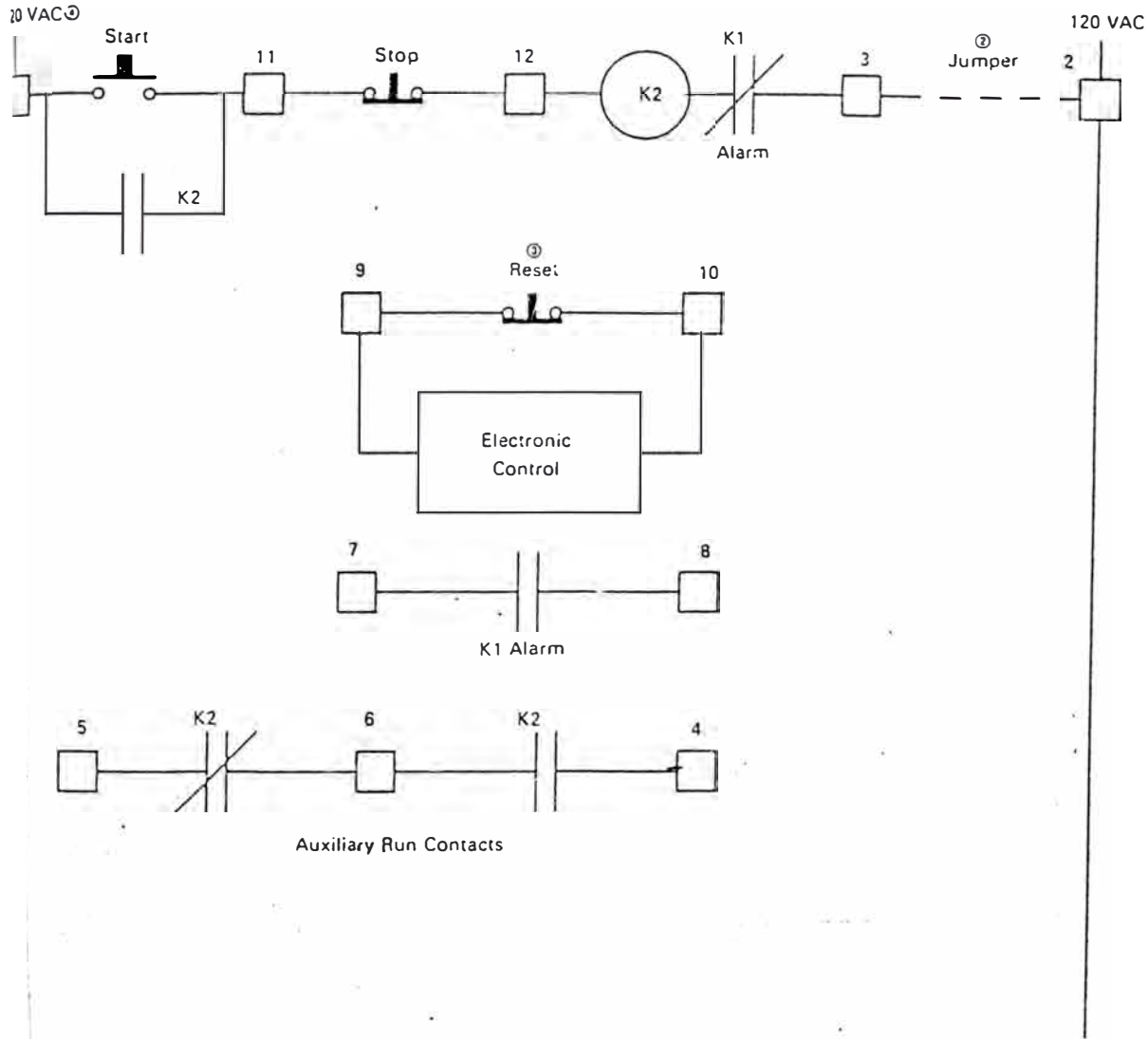
Model Number	Open Panel	Enclosed	Amps	Volts—	HP or Kw Ratings <sup>⑥</sup>				
					380V	208V	230V	460V	575V
	EJ026-4EP EJ026-3EP EJ026-5EP	EJ026-4ER EJ026-3ER EJ026-5ER	26 26 26	208/230 460 380/415 500/575	11 Kw	7.5 HP	7.5 HP	15 HP	25 HP
	EJ052-4EP EJ052-3EP EJ052-5EP	EJ052-4ER EJ052-3ER EJ052-5ER	52 52 52	208/230 460 380/415 500/575	22 Kw	15 HP	15 HP	40 HP	50 HP
	EJ068-4EP EJ068-3EP EJ068-5EP	EJ068-4ER EJ068-3ER EJ068-5ER	68 68 68	208/230 460 380/415 500/575	30 Kw	20 HP	25 HP	50 HP	60 HP
	EJ075-4EP EJ075-3EP EJ075-5EP	EJ075-4ER EJ075-3ER EJ075-5ER	75 75 75	208/230 460 380/415 508/575	37 Kw	20 HP	25 HP	60 HP	75 HP
	EJ100-4EP EJ100-3EP EJ100-5EP	EJ100-4ER EJ100-3ER EJ100-5ER	100 100 100	208/230 460 380/415 500/575	50 Kw	30 HP	30 HP	75 HP	100 HP
	EJ130-4EP EJ130-3EP EJ130-5EP	EJ130-4ER EJ130-3ER EJ130-5ER	130 130 130	208/230.460 380/415 500/575	55 Kw	40 HP	50 HP	100 HP	125 HP
	EJ190-4NP <sup>⑦</sup> EJ190-3NP EJ190-5NP	EJ190-4NR EJ190-3NR EJ190-5NR	190 190 190	208/230:460 380/415 500/575	90 Kw	60 HP	75 HP	150 HP	150 HP
	EJ270-4NP <sup>⑦</sup> EJ270-3NP EJ270-5NP	EJ270-4NR EJ270-3NR EJ270-5NR	270 270 270	208/230:460 380/415 500/575	110 Kw	75 HP	100 HP	200 HP	250 HP
	EJ390-4NP <sup>⑦</sup> EJ390-3NP EJ390-5NP	EJ390-4NR EJ390-3NR EJ390-5NR	390 390 390	208/230:460 380/415 500/575	200 Kw	125 HP	150 HP	300 HP	350 HP

Dimensions are for guidelines only, and may vary with motor design and construction. These ratings also apply to the SlimLine Open Panel Design. Change "P" in suffix to "C".



## Easy-Start 100 Solid State Reduced Voltage Motor Starter

Figure 2. Easy-Start 100 Ladder Diagram—Operator Devices Supplied by Customer; Not Included with Standard Easy-Start 100



① indicates terminal block no. 12 on main logic board.  
 ② indicates jumper. This jumper can be replaced by  
 thermal interlock devices.

Thermostats are connected in  
 place of the jumper on starters rated 190 amps  
 and above.

Reset supplied contacts for reset should be dry

Reset supply must be provided by customer.



## Start 100 Solid State Reduced Voltage Motor Starter

### Installation Considerations

Non-isolated NEMA 1 enclosures should be mounted so that enough clearance is available for air to enter and exit the enclosure. Specific clearance requirements are shown on dimensions table.

A 12 enclosures should be mounted at heat sink fins are vertical. For mounted units a minimum clearance of 6" on top and bottom is required.

Panel units should be mounted in a location so the temperature inside the box does not exceed 50°C (122°F).

When sizing the enclosure the heat loss in the enclosure can be estimated at 3 times the full load current.

EXAMPLE: For EJ190 the maximum operating current is 190 amps. The approximate watt loss at maximum current rating is  $190^2 = 570$  watts.

Units with non isolated heat sinks<sup>Ⓞ</sup>, the watt loss must be dissipated through the enclosure surface.

Units with isolated heat sinks<sup>Ⓢ</sup>; the heat sink fins should be brought out in air through a properly gasketed cut out in the enclosure. Approximately 50% of the watt loss is dissipated through the heat sinks and the remaining 50% should be dissipated through the remainder of the box surface not counting the heat sink.

**Temperature**  
The Start 100 is rated for 40°C (104°F) maximum temperature. For above 40°C derate the current rating every 5°C rise over 40°C up to 50°C (122°F) max.

EXAMPLE: EJ190 is rated 190 amps @ 40°C. At 50°C the rating would be  $190 \times 0.9 = 171$  amps.

The Start 100 is rated for 3300 ft. (1000 meters). Use Derate Curve for derating the current rating at 100 ft.

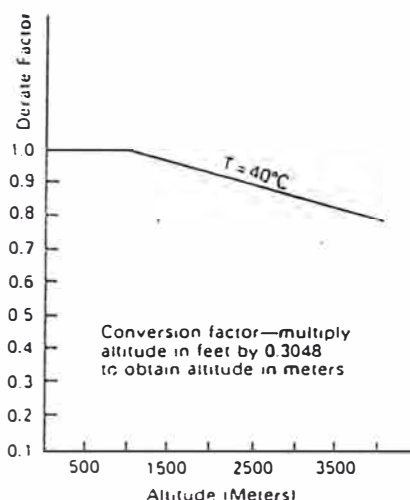
### Motor Operation

The Start 100 can be used to control multiple motors if the following conditions are met:

The current rating of Easy-Start 100 must be equal to or greater than the full load amps of individual motor full load amps. The switches must be set for the full load amps of the motors.

Individual motor overcurrent protection is required by others.

The Saver circuit should be turned



Derate Curve For Altitude

- The motors should not be mechanically coupled together, i.e. two motors on same shaft.
- NEC and local code requirement for individual motor protection and branch circuit protection are met.

### Frequent Starting/Stopping

The number of starts and stops depends upon many factors. The most important ones are:

1. Position of current limit potentiometer which can be anywhere from 250-500% of the current rating set by the DIP switches.
2. Start time.
3. Run time.
4. Off time before next start.

The following tables (Table 6 thru Table 14, page 8) can be used for guidance in frequent starting/stopping applications. These tables are based on worst case condition that the controller will be running at the indicated starting current during the entire start time.

The number of starts per hour in the following tables is based on the current carrying capacity of the SCR's. If a high number of multiple starts is used, the starter may trip due to the inverse-time overload current protection function.

If a trip should occur, due to multiple starts, it is advisable to wait a period of 10 minutes before re-starting to avoid damage to the Easy-Start 100.

The motor manufacturer should be consulted about the effect of a high number of multiple starts on motor life.

Zero off-time in the starts per hour tables indicates jog duty.

Ⓞ Non-Isolated heat sinks are indicated by suffix 'NC', 'NP' or 'NR' at the end of the Easy-Start 100 Catalog Number.

EXAMPLE: If an application requires 1 start per minute, 60 starts per hour, for a 460V, 50 HP, 70 Amp motor; the cycle time is 60 seconds between starts. Assume a start time of 5 seconds, at a starting current of 500% (350 amps) is needed, with an off-time between run and start of 12 seconds, and a run time of 43 seconds.

The percent off-time is therefore  $12.60 \times 100 = 20\%$ . We next look at the starts per hour tables on page 12 for a 75 amp starter (EJ075)<sup>Ⓢ</sup>. We can see that the model EJ075 can do only 37 starts per hour at 375 amps with a start time of 5 seconds and an off-time of 20%.

Therefore, we need to use the next larger size starter, (EJ100) from the tables on page 12 we can see that 60 starts per hour are allowed at a starting current of 400 amps with a start time of 5 seconds and a 20% off-time, by using the model EJ100. Easy-Start 100 may trip due to overcurrent if repeated starts at high current and long starting times are used.

### Starting Torque

The reduced voltage applied to the motor results in reduced inrush current and soft start. However, it reduces the starting torque of the motor. The relationship is as follows:

#### Torque at Reduced Current

Torque at Full Current

$$\left( \frac{\text{Current at Reduced Voltage}}{\text{Current at Full Voltage}} \right)^2$$

EXAMPLE: A 100 HP 1800 RPM 460V NEMA B motor draws six times full load amps for starting and starting torque is 150% of full load torque.

If the same motor is started with Easy-Start 100 at 300% current limit.

$$\begin{aligned} \text{Starting Torque at 300\% Current Limit} &= \left( \frac{300}{600} \right)^2 \times \text{starting torque at 600\% current} \\ &= 1/4 \times 150\% \text{ full load torque} = 37.5\% \text{ full load torque} \end{aligned}$$

### NEMA Design C & D Motors

These motors are used due to their high starting torque characteristics. Therefore, these will not be a good application for reduced voltage starting.

### Wound Rotor Motors

Wound rotor motors are generally used for high starting torque they can deliver. This again does not make them suitable for reduced voltage starter application.

It is not recommended that a wound rotor motor be started with reduced voltage starter with all the resistors shorted out.

Ⓢ Isolated heat sinks are indicated by suffix 'EP' or 'ER' at the end of the Easy-Start 100 Catalog Number.



## Easy-Start 100 Solid State Reduced Voltage Motor Starter

Table 6

Model Number EJ026			Starts Per Hour			
Curr. Lim.	Starting Current AC Amps	Start Time Sec.	Percent Off-Time			
			0%	10%	20%	30%
150%	65	2	40	60	80	100
		5	20	30	40	50
		10	15	20	25	30
100%	78	2	30	40	60	80
		5	15	20	30	40
		10	10	15	20	25
50%	104	2	12	16	20	24
		5	6	8	10	12
		10	4	6	8	10
10%	130	2	4	6	8	12
		5	2	4	6	8
		10	-	-	2	4

Table 9

Model Number EJ075			Starts Per Hour			
Curr. Lim.	Starting Current AC Amps	Start Time Sec.	Percent Off-Time			
			0%	10%	20%	30%
250%	188	2	20	40	80	160
		5	8	20	40	80
		10	4	8	12	16
300%	225	2	10	20	40	80
		5	4	8	12	16
		10	2	4	8	12
400%	300	2	4	8	12	16
		5	1	2	4	8
		10	-	1	2	4
500%	375	2	-	4	8	12
		5	-	-	1	2
		10	-	-	-	1

Table 12

Model Number EJ190			Starts Per Hour			
Curr. Lim.	Starting Current AC Amps	Start Time Sec.	Percent Off-Time			
			0%	10%	20%	30%
250%	475	2	150	200	300	400
		5	60	80	120	160
		10	30	40	60	80
300%	570	2	120	180	240	300
		5	40	60	100	120
		10	20	30	50	60
400%	760	2	40	80	120	160
		5	20	40	60	80
		10	8	16	24	32
500%	950	2	20	40	80	100
		5	8	16	24	32
		10	4	8	12	16

Table 7

Model Number EJ052			Starts Per Hour			
Curr. Lim.	Starting Current AC Amps	Start Time Sec.	Percent Off-Time			
			0%	10%	20%	30%
100%	130	2	30	40	70	140
		5	20	30	40	60
		10	12	16	24	30
75%	156	2	20	30	60	80
		5	15	20	30	60
		10	10	15	20	30
50%	208	2	10	12	16	20
		5	4	8	12	16
		10	2	4	6	8
25%	260	2	4	6	8	12
		5	2	3	4	6
		10	-	-	1	2

Table 10

Model Number EJ100			Starts Per Hour			
Curr. Lim.	Starting Current AC Amps	Start Time Sec.	Percent Off-Time			
			0%	10%	20%	30%
250%	250	2	50	100	200	300
		5	20	40	80	160
		10	10	20	30	40
300%	300	2	10	20	40	60
		5	4	8	12	20
		10	-	2	4	6
400%	400	2	1	2	4	8
		5	-	1	2	3
		10	-	-	1	2
500%	500	2	-	1	2	3
		5	-	-	1	2
		10	-	-	-	1

Table 13

Model Number EJ270			Starts Per Hour			
Curr. Lim.	Starting Current AC Amps	Start Time Sec.	Percent Off-Time			
			0%	10%	20%	30%
250%	675	2	120	180	240	300
		5	40	60	100	120
		10	20	30	50	60
300%	910	2	40	60	120	160
		5	20	40	60	80
		10	12	20	30	40
400%	1090	2	20	40	80	120
		5	8	16	24	40
		10	4	8	12	20
500%	1350	2	10	20	40	60
		5	2	4	8	16
		10	-	2	6	12

Table 8

Model Number EJ068			Starts Per Hour			
Curr. Lim.	Starting Current AC Amps	Start Time Sec.	Percent Off-Time			
			0%	10%	20%	30%
75%	170	2	40	80	120	240
		5	20	40	60	120
		10	8	20	30	40
50%	204	2	16	20	40	80
		5	8	16	30	40
		10	4	8	12	16
25%	272	2	4	8	12	16
		5	1	2	4	8
		10	-	1	2	4
10%	340	2	1	4	8	12
		5	-	1	2	4
		10	-	-	1	2

Table 11

Model Number EJ130			Starts Per Hour			
Curr. Lim.	Starting Current AC Amps	Start Time Sec.	Percent Off-Time			
			0%	10%	20%	30%
250%	325	2	40	80	160	240
		5	10	20	40	80
		10	4	10	20	40
300%	390	2	10	20	40	80
		5	4	8	20	40
		10	2	4	10	20
400%	520	2	2	4	8	16
		5	1	2	4	8
		10	-	1	2	4
500%	650	2	1	3	8	16
		5	-	1	2	4
		10	-	-	1	2

Table 14

Model Number EJ390			Starts Per Hour			
Curr. Lim.	Starting Current AC Amps	Start Time Sec.	Percent Off-Time			
			0%	10%	20%	30%
250%	975	2	60	90	120	180
		5	40	60	80	120
		10	20	30	40	60
300%	1170	2	40	60	80	120
		5	20	30	40	60
		10	10	15	20	30
400%	1560	2	10	20	40	60
		5	2	5	10	20
		10	-	1	4	6
500%	1950	2	5	10	20	30
		5	2	3	4	6
		10	-	-	1	2

Wegman Electric Corporation  
Distribution and Control Business Unit  
Electrical Components Division  
Douglas Road, P.O. Box 819  
Tallahassee, Florida, U.S.A. 32307

**ANEXO No 5**

**ANALISIS DE LA TARIFA POR POTENCIA CONTRATADA**



## ANÁLISIS DE LA TARIFA POR POTENCIA CONTRATADA

### MODALIDAD CONSUMOS ESTACIONALES

Se analizo con la Tarifa Eléctrica actual en la modalidad de facturación de potencia contratada para Consumos Estacionales donde el cliente puede definir sus potencias contratada para la hora punta y fuera de punta en cada periodo estacional. Se puede considerar un entonces un período estacional alto donde se presentan los mayores consumos del cliente y otro bajo donde se incluye el resto de meses del año. Esta alternativa sólo es válida para las opciones BT2 y MT2

Según los datos de facturación de los años 1994/1995 (Gráfico No 1/Facturación), se considera para nuestro caso al período Estacional alto a los meses de Julio - Diciembre y el periodo Estacional Bajo a los meses de Enero - Junio

Los cargos en la opción MT2 son:

CARGOS	UNIDAD (S/.)	CARGO (S/.)
Cargo fijo mensual	S/.cliente	S/3.56.
Cargo por energía activa en Punta	Cent S/. /kWh	S/.14.69
Cargo por Energía fuera de punta	Cent S/. /kWh	S/.5.87
Cargo por Potencia Contratada o Máxima Demanda Leída	S/.kW-mes	S/.22.92
Cargo por exceso de la Potencia Máxima Contratada o Máxima Demanda Leída	S/.kW-mes	S/.6.38
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	S/.kW-mes	S/. 2.82

Los datos mensuales asumidos por ser los característicos de cada periodo

DATOS MENSUALES OBTENIDOS	ENERO - JUNIO	JULIO - DICIEMBRE
Energía Total (kW-h)	87441	185600
Energía en Hora Punta (kW-h)	17488	37320
Energía en Hora Fuera de Punta (kW-h)	69953	149280
Máxima Demanda en Hora Punta (kW)	150	300
Máxima Demanda en Hora Fuera de Punta (kW)	400	540
Energía Reactiva (kVAR)	0	0
Factor de Carga	0.291	0.46

Se tiene los siguientes valores:

Período	Estacional Alto	Estacional Bajo
Potencia en hora fuera de Punta	540 kW	400 kW
Potencia en hora de punta	300 kW	150 kW

Facturación mensual de la potencia en cada periodo estacional

Periodo	Facturación mensual	Facturación mensual
Horas punta Periodo alto y bajo	150kW x 22.92 S/./kW-mes	S/. 3 438
Horas fuera de punta Periodo alto y bajo	(540 – 150)kW x S/. 6.38kW-mes	S/. 2 488

SUB- TOTAL

S/. 5 926

Se tendrá como facturación mensual S/. 5 926 por el cargo de Potencia

Los montos por energía serán los siguientes

CARGOS MENSUALES OBTENIDOS	ENERO - JUNIO	JULIO - DICIEMBRE
Energía en Hora Punta (kW-h)	S/. 2565.49	S/. 5474.84
Energía en Hora Fuera de Punta (kW-h)	S/. 4106.24	S/. 8762.74
Energía Reactiva (kVAR)	0	0
SUB-TOTAL	S/. 6671.73	S/. 14237.58

De donde se obtiene la facturación anual en consumo estacional

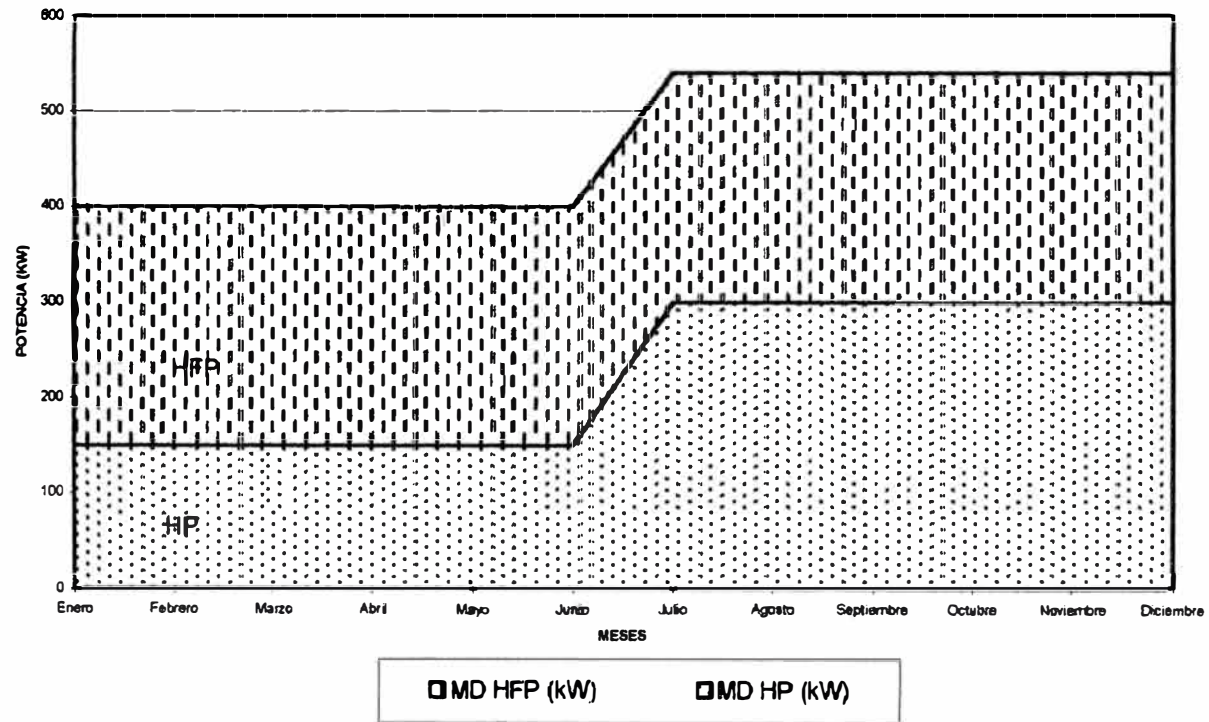
OPCION TARIFARIA	MONTOS MENSUALES		MONTOS ANUALES
	ENERO-JUNIO	JULIO- DICIEMBRE	TOTAL ANUAL
	S/.	S/.	S/.
MT2	12 601.29	20 167.14	196 610.58

### Conclusión

Se concluye que esta opción de potencia contratada en la modalidad de Consumos Estacionales es la más indicada por tener un menor costo que la tarifa MT3.

El análisis de esta tarifa no incluyó la modulación de cargas por lo que se concluye que es mejor opción tarifaria para la Planta PERUTALIA.

DIAGRAMA DE CARGA EN LA MODALIDAD ESTACIONAL



## **BIBLIOGRAFIA**

**Ley de Concesiones Eléctricas**

**Organismo Supervisor de la Inversión en  
Energía (OSINERG)**

**Código Nacional de Electricidad**

**Ministerio de Energía y Minas**

**Tomo I Prescripciones Generales**

**Código Nacional de Electricidad**

**Ministerio de Energía y Minas**

**Tomo IV Sistema de Distribución**