

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE
DOS FILTROS DE RECHAZO DE 768.12
KVAR EN UNA PLANTA INDUSTRIAL

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

ABDUL CARRILLO SEGURA

PROMOCIÓN 1990-II

LIMA – PERÚ

2012

**Este trabajo está dedicado con mucho cariño a mis
padres Rubén y Angélica, a mi hermano David, a mi
esposa Tania y mis hijos Vanessa, Valeria y
Sebastian quienes son el motor de mi vida**

CONTENIDO

PRÓLOGO.....	01
--------------	----

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades.....	03
1.2. Problemática.....	04
1.3. Objetivo.....	04
1.4. Normatividad.....	05

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Condensadores y su importancia en plantas industriales.....	06
2.2 Tipos de condensadores.....	16
2.3 Criterios de selección de condensadores.....	17
2.4 Armónicos y sus efectos en plantas industriales.....	22
2.5 Filtros de armónicos y sus tipos.....	33
2.6 Criterios de selección de un filtro.....	35

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL FILTRO DE RECHAZO

3.1 Determinación de la potencia activa, reactiva y aparente.....	38
3.2 Selección del banco de condensadores.....	61
3.3 Selección del filtro de rechazo.....	65

3.4	Diseño del tablero eléctrico del filtro de rechazo.....	72
-----	---------------------------------------------------------	----

CAPÍTULO IV

METRADO Y PRESUPUESTO

4.1	Metrado y presupuesto del tablero del filtro de rechazo.....	76
4.2	Metrado y presupuesto de la instalación del filtro de rechazo.....	77
4.3	Periodo de recuperación.....	78

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

- Anexo N° 1 Condensadores
- Anexo N° 2 Convertidores electrónicos
- Anexo N° 3 Filtros activos
- Anexo N° 4 Regulador de energía reactiva
- Anexo N° 5 Interruptor termomagnético

PLANOS

- IE – 1 Diagrama unifilar tablero TGP – 1
- IE – 2 Diagrama unifilar tablero TGP – 2
- IE – 3 Diagrama unifilar tablero TD – N
- IE – 4 Diagrama de disposición banco de condensadores
- IE – 5 Sistema de fuerza
- IE – 6 Sistema de fuerza
- IE – 7 Sistema de fuerza

IE – 8	Sistema de fuerza
IE – 9	Sistema de control
IE – 10	Sistema de ventilación
IE – 11	Diagrama de conexiones
IE – 12	Diagrama unifilar banco de condensadores
IE – 13	Listado de componentes

PRÓLOGO

El desarrollo tecnológico hace que en la actualidad las redes eléctricas estén contaminadas de perturbaciones debido a cargas que deforman las ondas eléctricas (tensión y corriente), causando daños ó mala operación de equipos sensibles conectados a ella.

En tal sentido, el presente informe de ingeniería, resume algunos conceptos fundamentales sobre perturbaciones de baja frecuencia, como son los armónicos y asimismo plantea la solución para que éstos no dañen los condensadores y transformadores.

Se puede apreciar que el uso de condensadores tal como se plantea de forma convencional, para la compensación de energía reactiva, en lugar de ser una solución se puede convertir en un problema, como por ejemplo produciendo resonancia, por ello, en redes muy contaminadas, como es nuestro caso, se debe plantear soluciones que impidan dañar equipos y se logre el objetivo que es ahorrar el pago por concepto de energía reactiva.

El presente informe se ha estructurado en cuatro (4) capítulos que a continuación se detalla:

En el capítulo I, se plantean las generalidades, problemática y objetivo del presente informe, asimismo se resume la normativa aplicada para la selección de equipos.

En el capítulo II, se establece el marco teórico en el cual se basa la solución a la problemática. Se dan conceptos sobre energía reactiva, condensadores, armónicos y filtros de rechazo.

En el capítulo III, se hace un análisis de la planta para determinar su potencia aparente, activa y reactiva y en función de ello determinar el filtro de rechazo a instalar para evitar el fenómeno de resonancia.

En el capítulo IV, se hace una evaluación de la inversión realizada en la implementación del filtro de rechazo y se calcula el periodo de recuperación de la misma.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

La planta se encuentra ubicada en el distrito de Lurín, aproximadamente a 1.5 Km. del mar en el departamento y provincia de Lima. Actualmente tiene una producción de 3000 Tn de alimento balanceado para aves y porcinos; dada la creciente demanda, la dirección general ha decidido aumentar la producción actual para satisfacer las necesidades del mercado. Para ello se proyecta montar dos transformadores de potencia de 2.5 MVA, cada uno, con lo cual se espera cubrir la demanda de potencia proyectada. La compañía eléctrica suministrará energía a la planta a través de una red en 22.9 KV. y ésta a su vez será transformada a 0.46 KV. para poder distribuir energía a cada uno de los tableros generales que a alimentarán las cargas.

Las condiciones ambientales de la planta son las siguientes:

- Temperatura promedio anual máxima: 23 ° C

- Temperatura promedio anual mínima: 18 ° C
- Humedad relativa promedio anual: 76 %
- Promedio total / Lluvias: 44 mm
- Altitud: 50 m.s.n.m.
- Velocidad promedio del viento: 2 m/ seg
- Dirección del viento: Noreste más constante

1.2 PROBLEMÁTICA

El exceso de consumo de energía reactiva genera sobrecostos en el pago mensual por este concepto. Para evitar ello, se hace necesario implementar banco de condensadores.

A su vez, la implementación de los bancos de condensadores y de acuerdo a las condiciones de la red, pueden generar problemas de resonancia con los transformadores de potencia, dando lugar a sobretensiones y/o sobrecorrientes que perjudican a los condensadores y al mismo transformador. Estos se impide implementando la conexión de reactores ó inductancias en serie con los condensadores que en conjunto se denomina filtro de rechazo.

1.3 OBJETIVO

Determinar la potencia reactiva que permita ahorrar el pago por este concepto y asimismo seleccionar el reactor ó inductancia que conectado en serie con el condensador impida la resonancia (entre el

transformador de potencia y banco de condensadores) y por consiguiente evitar la amplificación de armónicos.

1.4 NORMATIVIDAD

- IEC 61642 Redes Industriales afectadas por armónicos.
Aplicación de filtros y condensadores.

- IEC 60831-1 Condensadores de potencia auto-regenerables
hasta 1000V.

- IEC EN 60931 - 1 Condensadores y capacidad de sobre
corriente permanente.

- EN 60289 Reactancia para filtros y limitación de corrientes de
cortocircuito.

- IEC EN 60252-2 descarga de condensadores

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. CONDENSADORES Y SU IMPORTANCIA EN PLANTAS INDUSTRIALES

En una instalación eléctrica los elementos que la componen pueden actuar como consumidores que utilizan la energía eléctrica de la red, como fuente de alimentación ó como convertidor en otra forma de energía (trabajo útil). Para que esto ocurra es necesario que el elemento de la instalación intercambie con la red, energía reactiva principalmente del tipo inductivo. La potencia reactiva es una potencia puramente fluctuante que absorben momentáneamente los receptores durante una parte del ciclo y que devuelven a la red a lo largo del ciclo, de forma que no suponen un consumo neto. Esto implica, sin embargo, un consumo de corriente extra (corriente reactiva) ó incremento de la potencia total que transita por la red y por tanto una corriente total mayor que la estrictamente necesaria para obtener el

trabajo útil, produciendo pérdidas innecesarias a lo largo de la red eléctrica, obligando a un mayor dimensionado de los generadores y líneas de transporte. Para atenuar este efecto negativo es necesaria la corrección del factor de potencia.

En los circuitos de corriente alterna, la corriente absorbida por una carga está representada por tres componentes.

La corriente total absorbida por un receptor se llama corriente aparente, I . Solo una parte de esta corriente produce trabajo útil, la denominada corriente activa, cuyo valor es $I_a = I \cos \varphi$. Ambas corrientes, aparente y activa, están relacionadas por el factor de potencia de la instalación.

La corriente reactiva I_r que sirve para producir el flujo necesario para la conversión de las potencias a través del campo eléctrico o magnético es un índice del intercambio energético entre la alimentación y la carga de la instalación eléctrica. Estas tres componentes pueden representarse en un triángulo, según se muestra en la **figura 2.1**.

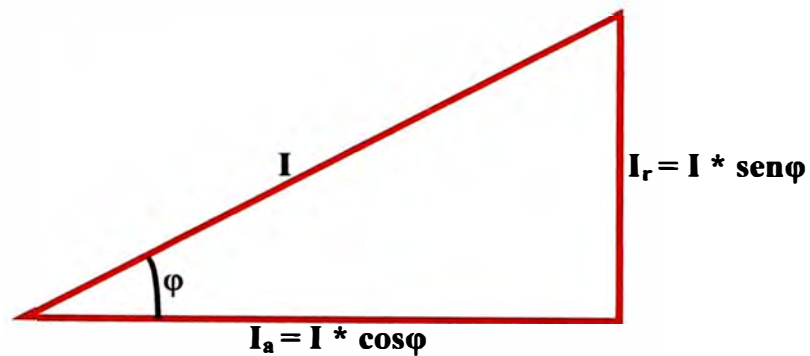


fig. 2.1

2.1.1 COMPENSACIÓN DE LA POTENCIA REACTIVA

El consumo de energía reactiva obliga a sobre dimensionar los medios de generación, transporte y distribución por ello hay interés tanto por parte del usuario así como de la compañía eléctrica por compensar ésta energía reactiva, ya que con ello se consigue instalaciones optimizadas y se evita el recargo por consumo de energía reactiva.

Puede evitarse el consumo de energía reactiva, y por tanto el recargo, si se compensa la potencia reactiva inductiva mediante condensadores. En efecto, la potencia reactiva de tipo inductivo puede ser compensada aprovechando la propiedad de los condensadores de suministrar una corriente reactiva de signo

contrario a la que consumen las cargas inductivas. Dicha compensación, se denomina compensación del factor de potencia ó corrección del $\cos\phi$. El objetivo es alcanzar un $\cos\phi$ total de la carga más los condensadores, lo más próximo posible a la unidad, con lo cual se obtienen los máximos beneficios.

La **figura 2.2** muestra los efectos de dicha compensación, la potencia reactiva, Q , consumida por las cargas es compensada por los condensadores y en consecuencia la corriente aparente transportada se reduce.

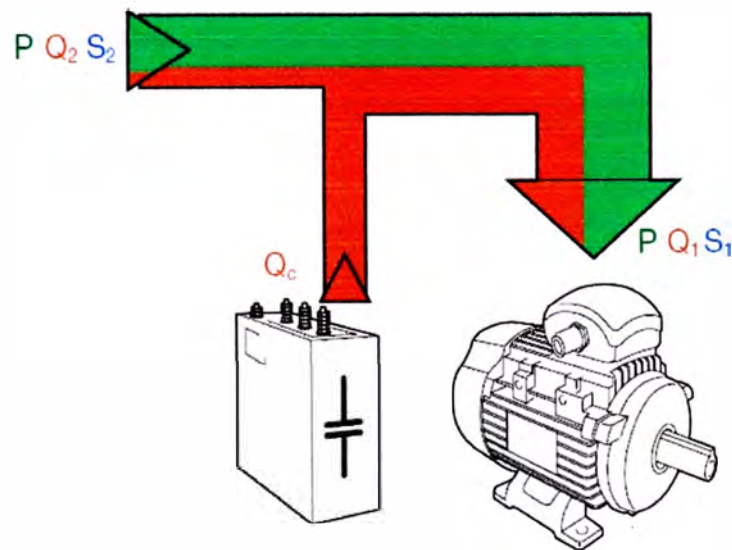


fig. 2.2

Las ventajas del uso de condensadores podemos resumir en lo siguiente:

➤ **Uso optimizado de las máquinas eléctricas**

Las máquinas eléctricas (generadores y transformadores) son dimensionados a partir de la potencia aparente S , si conseguimos acercar el factor de potencia a la unidad significa que a igual potencia activa la potencia aparente S será menor, es decir podemos dimensionar la máquina en relación con una potencia aparente menor. En **tabla 2.1** podemos apreciar la variación de la potencia transmitida por un transformador MT/BT en función del factor de potencia.

Potencia del transformador [kVA]	Potencia activa transmitida [kW]					
	cos ϕ					
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
63	32	38	44	50	57	63
100	50	60	70	80	90	100
125	63	75	88	100	113	125
160	80	96	112	128	144	160
200	100	120	140	160	180	200
250	125	150	175	200	225	250
315	158	189	221	252	284	315
400	200	240	280	320	360	400
630	315	378	441	504	567	630
800	400	480	560	640	720	800
1000	500	600	700	800	900	1000
1250	625	750	875	1000	1125	1250

tabla 2.1

➤ **Uso optimizado de las líneas eléctricas**

La corrección del factor de potencia permite tener cables eléctricos de menor dimensión, ya que como se ha indicado al compensar se reduce la potencia aparente S con lo que también la corriente total se reduce.

➤ **Reducción de las pérdidas**

Las pérdidas de potencia en un conductor eléctrico dependen de la resistencia del conductor y del cuadrado de la corriente que los atraviesa. Cuanto más cercano sea el factor de potencia a la unidad las pérdidas disminuyen en el conductor ubicado aguas arriba respecto al punto donde se lleva a cabo la corrección. En un sistema trifásico las pérdidas se expresan de la siguiente manera:

$$p = 3 * R * I^2 = R * \frac{(P^2 + Q^2)}{U_n^2} \quad 2.1$$

Dado que:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * U_n} = \frac{\sqrt{(P^2 + Q^2)}}{\sqrt{3} * U_n} \rightarrow 3 * I^2 = \frac{(P^2 + Q^2)}{U_n^2} \quad 2.2$$

Donde:

I es la corriente que atraviesa el conductor

R es la resistencia del conductor

S es la corriente aparente requerida por la carga

P es la potencia activa requerida por la carga

Q es la potencia reactiva requerida por la carga

U_n es la tensión nominal de la instalación

La reducción de pérdidas una vez realizada la compensación viene dada por:

$$\Delta p = p_1 * \left[1 - \left(\frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi_2} \right)^2 \right] \quad 2.3$$

Donde:

p₁ son las pérdidas antes de la compensación

cosφ₁ es el factor de potencia antes de la corrección

cosφ₂ es el factor de potencia después de la corrección

La siguiente tabla muestra el ahorro en las pérdidas cuando se aumenta el factor de potencia de un valor inicial **cosφ₁** a un valor final 0.9 y 0.95.

		cosφ ₁						
		0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95
Δp%	de cosφ ₁ a 0.9	80.2	69.1	55.6	39.5	20.9	-	-
	de cosφ ₁ a 0.95	82.3	72.3	60.1	45.7	29.1	10.2	-

tabla 2.2

➤ **Reducción de la caída de tensión**

La caída de tensión en una línea eléctrica se calcula de la siguiente forma:

$$\Delta U = \sqrt{3} * I * (R \cos \varphi + X \operatorname{sen} \varphi) = \frac{P}{U_n} * (R + X \operatorname{tg} \varphi) \quad \mathbf{2.4}$$

Donde:

R y X son respectivamente la resistencia y reactancia de la línea

P es la potencia activa que circula por la línea

I es la corriente

U_n es la tensión nominal

Cuanto más se acerca el cosφ a la unidad la caída de tensión es menor, es decir a igual potencia activa transmitida la caída de tensión será menor cuando el cosφ se acerque a la unidad, tal como se indica en los gráficos:

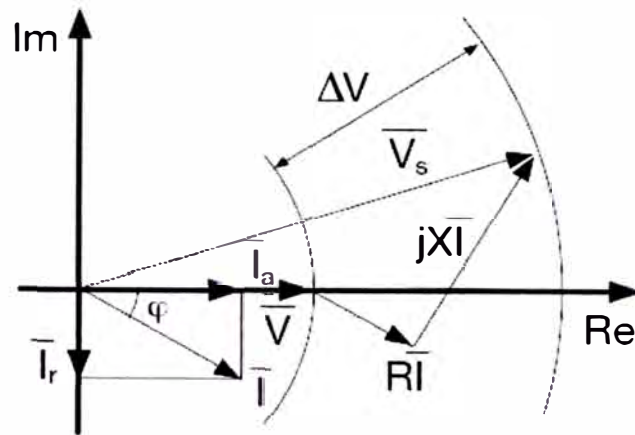


fig. 2.3

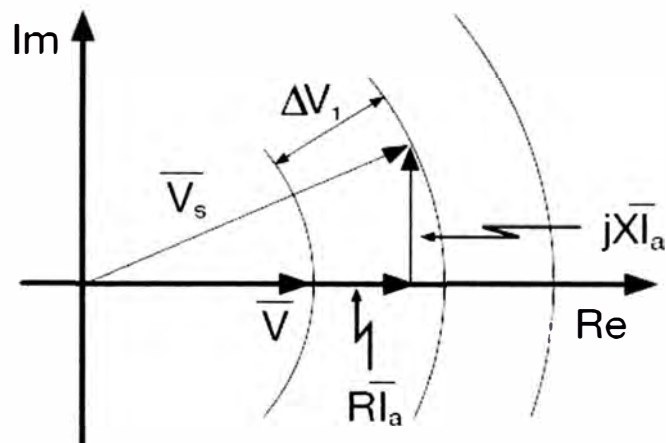


fig. 2.4

➤ **Ventajas económicas de la corrección del factor de potencia**

Dependiendo de cada país las compañías eléctricas aplican penalidades por el consumo de energía reactiva. En el Perú se aplica penalidad cuando el consumo de energía reactiva excede en 30% al consumo de la potencia activa, es decir:

$$\tan\phi = \frac{Q}{P} \leq 0.3 \text{ ó } \cos\phi \leq 0.9578 \quad 2.5$$

Esto significa que cuando el factor de potencia es mayor a 0,9578 la compañía eléctrica no cobrará por cargo de energía reactiva.

El costo anual que un usuario paga por el consumo de energía reactiva y cuyo factor de potencia está por debajo de 0.956, puede expresarse de la siguiente manera:

$$C_{EQ} = (E_Q - 0.3 * E_P) * C \quad 2.6$$

Donde:

C_{EQ} es el costo anual de energía reactiva en soles

E_Q es el consumo de energía reactiva en un año KVAR-H

E_P es la energía activa consumida en un año KW-H

$E_Q - 0.3E_P$ Es la energía reactiva que se debe pagar

C es el costo unitario de energía reactiva en S/. por KVAR-H

Si compensamos la instalación a un factor de potencia igual a 0.9578, es decir para no pagar energía reactiva, el costo de la batería de condensadores y su instalación es:

$$C_{QC} = Q_C * C_C \quad 2.7$$

Donde:

C_{QC} es el costo anual en soles para tener un factor de potencia igual a 0.9578

Q_C es la potencia de la batería de condensadores para que el factor de potencia sea igual a 0.9578

C_C es el costo de la instalación anual de la batería de condensadores en soles por KVAR.

El ahorro para el consumidor será:

$$C_{EQ} - C_{QC} = (E_Q - 0.3 * E_p) * C - Q_C * C_C \quad 2.8$$

2.2 TIPOS DE CONDENSADORES

2.2.1 Por el número polos

- Condensadores monofásicos.
- Condensadores trifásicos

2.2.2 Por la frecuencia a la que trabajan

- Condensadores de 50 Hz
- Condensadores de 60 Hz

2.2.3 por el nivel de tensión

- Condensadores de baja tensión
- Condensadores de Media Tensión
- Condensadores de alta tensión
- Condensadores de muy alta tensión.

2.3 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS CONDENSADORES

Para seleccionar él y/o los condensadores a emplear en una instalación debemos definir el objetivo que queremos lograr con la instalación del condensador ó condensadores.

2.3.1. CONDENSADORES PARA REDUCIR LA CAÍDA DE TENSIÓN

En este caso la principal razón de colocar los condensadores es evitar que la tensión este fuera de los rangos normales establecidos por la Norma Técnica de Calidad de Los Servicios Eléctricos; en el caso de las compañías eléctricas se puede regular la tensión colocando condensadores en la cola de los sistemas de distribución y estos funcionan automáticamente usando relés de tensión o simplemente relés horarios evitando mala calidad de tensión y por consiguiente la aplicación de penalidades por parte del OSINERGMIN. Los relés de tensión mandarían señal de conexión a los condensadores cuando el nivel de tensión este por debajo de los límites establecidos por norma

y dejará de conectar cuando el nivel de tensión este dentro del rango aceptado. En muchos casos se puede usar solo el interruptor horario ya que las empresas eléctricas tienen establecido la hora de mayor caída de tensión, de esta forma se configura el interruptor horario para la conexión y desconexión de los condensadores.

2.3.2. CONDENSADORES PARA LA COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA

El condensador es un bipolo pasivo constituido por dos superficies conductoras, entre las cuales se interpone un material dieléctrico. Los condensadores de última generación son del tipo seco, estos no presentan peligro de contaminación por la probable perdida de material impregnante. Ver figura 2.5

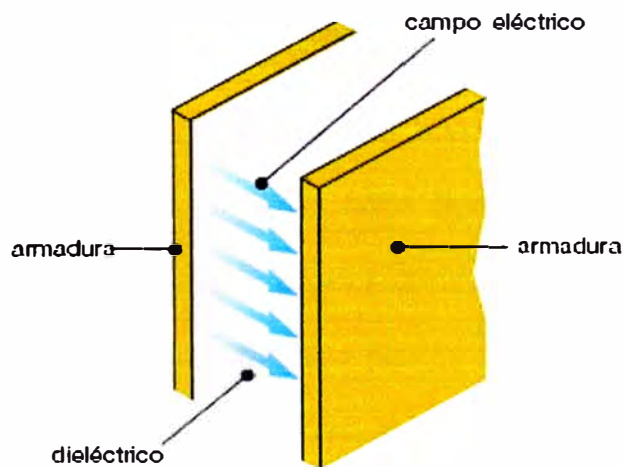


fig. 2.5

Las principales magnitudes que caracterizan a un condensador son:

- Capacidad nominal C_n : Se obtiene de los valores nominales de la tensión, potencia y frecuencia.
- Potencia nominal Q_n : Potencia reactiva para la que el condensador ha sido diseñado
- Tensión nominal U_n : Tensión eficaz alterna para la cual el condensador ha sido diseñado.
- Frecuencia nominal f_n : Frecuencia para la cual el condensador ha sido diseñado.

Aplicando una tensión entre los bornes el condensador queda sometido a ciclos de carga y descarga durante los cuales acumula energía reactiva (carga del condensador) para luego inyectarla al circuito al que va conectado (descarga del condensador).

Los condensadores de baja tensión están fabricados con películas de polipropileno metalizado y pueden ser del tipo autoregenerable (ver anexo 1). En los condensadores de este tipo la parte dieléctrica dañada por una sobrecarga puede regenerarse, en este caso la parte de la película de polipropileno afectada por la descarga se volatiliza por el efecto térmico causado por la misma descarga restableciendo de este modo la parte dañada. Normalmente para la corrección del factor de potencia se utilizan condensadores del tipo cilíndrico los

cuales son unidades monofásicas que se introducen dentro de una caja metálica conectados en delta o estrella para formar unidades trifásicas.

En función de la ubicación de los condensadores y en función de la variación de la carga podemos compensar de las siguientes formas:

- **Corrección del factor de potencia distribuida:** En este caso se conecta directamente a la carga que necesita la corrección del factor de potencia, dimensionando el banco adecuadamente para el factor de potencia deseado, en este caso se debe prever que cuando el dispositivo se desconecte el condensador también debe desconectarse.
- **Corrección del factor de potencia por grupos:** Consiste en corregir el factor de potencia localmente por grupos, escogiendo cargas que tengan funcionamiento similar.
- **Corrección del factor de potencia centralizada:** El comportamiento diario de las cargas tienen una importancia relevante en el tipo de corrección que debemos emplear. En instalaciones de muchas cargas en el que todas las cargas funcionan simultáneamente o algunas de ellas funcionan sólo unas pocas horas al día, es claro que la compensación distribuida

resulta más costosa, quedando largos periodos inutilizados los condensadores instalados, por este motivo resulta más económico corregir con un grupo de condensadores en el punto inicial de la instalación. La instalación de un banco centralizado permite reducción en el costo de la implementación del banco de condensadores, con la desventaja de que las líneas aguas abajo se deben dimensionar considerando toda la corriente incluyendo la activa y reactiva.

- **Corrección del factor de potencia mixta:** Comprende la aplicación de la corrección del factor de potencia combinando la centralizada y la distribuida aprovechando las ventajas de ambas. En este caso la compensación distribuida se aplica a las grandes cargas y la centralizada para las restantes.
- **Corrección del factor de potencia automática:** La compensación automática se utiliza generalmente para compensar un grupo grande de cargas de una parte de la instalación o de toda la instalación; donde se note que el consumo de energía tiene variaciones muy notables. Para este caso se emplean equipos llamados reguladores automáticos del factor de potencia que en función del consumo y del factor de potencia que deseamos alcanzar conectan y desconectan los condensadores necesarios para lograr nuestro objetivo.

2.4. ARMÓNICOS Y SUS EFECTOS EN LAS PLANTAS INDUSTRIALES

2.4.1. ARMÓNICOS

El desarrollo tecnológico ha dado lugar a la difusión de aparatos electrónicos que, debido a su principio de funcionamiento, absorben corrientes no sinusoidales (cargas no lineales). Estas corrientes provocan, aguas arriba en la red, una caída de tensión también no sinusoidal y, consecuentemente, las cargas lineales se encuentran alimentadas por una tensión distorsionada. Los armónicos son las componentes de una forma de onda distorsionada y su utilización permite analizar cualquier forma de onda periódica no sinusoidal, descomponiéndola en distintas componentes sinusoidales. Según el teorema de Fourier, cualquier función periódica de periodo T generalmente puede representarse por la suma de infinitos términos sinusoidales, cuyas frecuencias son múltiplos enteros de la frecuencia de la función original.

El armónico cuya frecuencia corresponde al periodo de la frecuencia original se llama armónico fundamental y el armónico con frecuencia n veces la fundamental se llama armónico n . Una forma de onda perfectamente sinusoidal no presenta armónicos de orden diferente a la fundamental. Por tanto la presencia de armónicos en una red eléctrica representa una deformación tanto en la onda de corriente

como en la de tensión, lo que indica que hay una distribución de energía eléctrica que puede provocar el funcionamiento deficiente de los equipos.

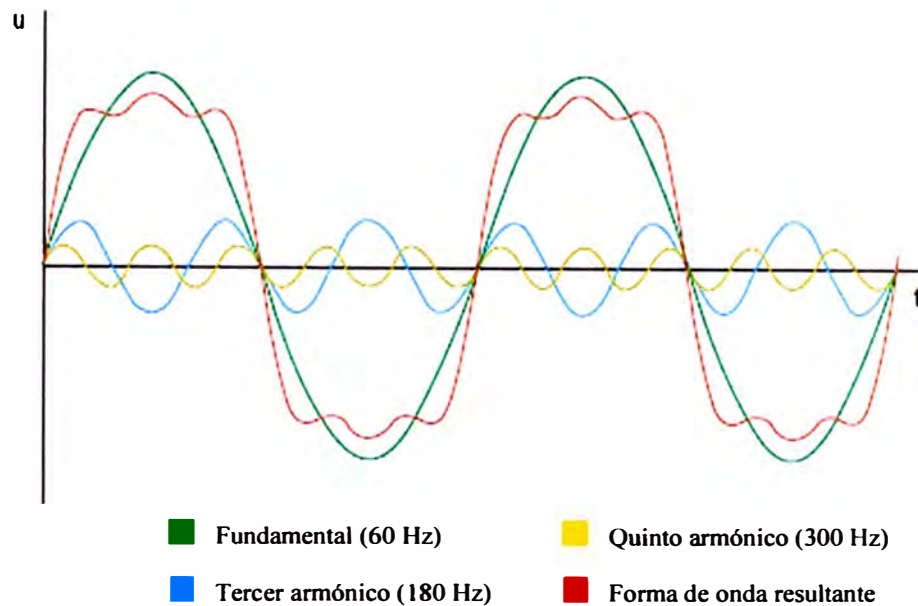


fig. 2.6

2.4.2. EFECTOS DE LOS ARMÓNICOS

2.4.2.1 SOBRECARGAS

Los principales efectos de los armónicos se pueden resumir en que éstos aumentan la potencia que se debe transportar y por consiguiente empeoran el factor de potencia. Estos producen pérdidas en el cobre que afectan a los cables, a los devanados de los transformadores, a los contactos de los contactores e interruptores y en general a todos los elementos resistivos de la

red. Dichas pérdidas son proporcionales a la resistencia y al cuadrado de la corriente aparente que la atraviesa de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$P = R * I^2 = R * \sqrt{\sum I_n^2} \quad \mathbf{2.9}$$

Debemos tener en cuenta que los armónicos hacen aumentar el valor eficaz de la corriente y tensión como se indica en las siguientes ecuaciones:

$$U_{rms} = \sqrt{\sum_0^n U_n^2} = \sqrt{U_0^2 + U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \dots} \quad \mathbf{2.10}$$

$$I_{rms} = \sqrt{\sum_0^n I_n^2} = \sqrt{I_0^2 + I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \dots} \quad \mathbf{2.11}$$

En cuanto a las pérdidas en el hierro son debido esencialmente a dos causas: Pérdidas por histéresis, P_H , y pérdidas por corrientes inducidas o por Foucault, P_F , las primeras son proporcionales a la frecuencia y al cuadrado de la corriente eficaz total, **ecuación 2.12** y las segundas son proporcionales a la frecuencia al cuadrado **ecuación 2.13** donde n representa el orden de cada uno de los armónicos e I_n la corriente eficaz de los mismos. En forma práctica y de acuerdo a

procedimientos experimentales las pérdidas en el hierro se da con la siguiente fórmula donde q toma valor entre 1.7 y 1.8.

$$P_H = K_h * \sum n * I_n^2 \quad \mathbf{2.12}$$

$$P_F = K_f * \sum n^2 * I_n^2 \quad \mathbf{2.13}$$

$$P_{Fe} = K_{Fe} * \sum n^q * I_n^2 \quad \mathbf{2.14}$$

Concluimos que los cables deben dimensionarse por la I_{me} total, que normalmente puede medirse con cualquier analizador de redes o con un instrumento que mida el verdadero valor eficaz. En cuanto al dimensionamiento de los transformadores y reactancias, que combinan hierro y cobre, los cálculos al combinar varios armónicos se hacen utilizando el factor K . Considerando que el calentamiento por los armónicos afecta a los transformadores de la red de distribución. Por ello el comité de normalización europeo CENELEC ha definido un factor de reducción de la potencia de transformadores o un factor de sobredimensionamiento que viene dado por:

$$K = \sqrt{1 + \frac{e}{1+e} * \left(\frac{I_1}{I_{ef}}\right)^2 * \sum_{n=2}^{40} n^q * \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2} \quad \mathbf{2.15}$$

Donde e es un factor que representa la relación entre pérdidas en el cobre y pérdidas en el hierro del transformador. Este factor puede tomarse de los datos de ensayo del transformador o en su defecto como un valor aproximado $e = 0.3$ y el exponente q que suele tomarse entre 1.7 y 1.8.

Los armónicos son el fenómeno que más daño causan a los condensadores.

Se sabe que la reactancia capacitiva es inversamente proporcional a la frecuencia, por lo tanto la impedancia producida en los armónicos de tensión disminuye al aumentar el orden de los armónicos, lo que implica que los condensadores al estar alimentados por una tensión deforme puede hacer que estos consuman una corriente con una magnitud que pueden dañar a los condensadores, como se demuestra en las siguientes ecuaciones:

$$I_n = \sqrt{3} * n * \omega * C * U_n \quad \mathbf{2.16}$$

Donde:

I_n es la corriente correspondiente al n-esimo armónico

n es el orden de los armónicos.

ω es la pulsación del armónico fundamental

C es la capacidad del condensador

U_n es la tensión concatenada al n-esimo armónico

La corriente total consumida por la batería de condensadores está dada por:

$$I_c = \sqrt{3} * \omega * C * \sqrt{U_1^2 + \sum_{n=2}^{\infty} (n * U_n)^2} \quad 2.17$$

Podemos concluir que la corriente absorbida por un condensador es mayor cuando tenemos la presencia de armónicos. Por ello las normas IEC EN 60831-1 e IECEN 60931-1 establecen que los condensadores sean capaces de funcionar permanentemente con corriente superior a la corriente nominal de la batería.

2.4.2.2. RESONANCIAS

Un problema aún más importante se da cuando la distorsión en la línea alcanza valores elevados existiendo peligro de resonancia entre el sistema de corrección del factor de potencia y la inductancia equivalente de la red.

La resonancia se presenta cuando la reactancia inductiva y capacitiva se iguala. Tendremos una resonancia en serie cuando la reactancia capacitiva e inductiva están en serie y resonancia en paralelo cuando éstas reactancias están en paralelo. En una red se pueden dar al mismo tiempo resonancia en serie y paralelo a una determinada frecuencia llamada frecuencia de resonancia fr.

- **RESONANCIA SERIE:** La conexión en serie de una bobina y de un condensador da como resultado un circuito cuya impedancia puede calcularse de la **ecuación 2.19** El módulo de dicha impedancia varía con la frecuencia según la **fig. 2.6**

$$Z = (R_L + R_S) + j(X_L - X_C) \quad \mathbf{2.18}$$

$$|Z| = \sqrt{(R_L + R_S)^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2} \quad \mathbf{2.19}$$

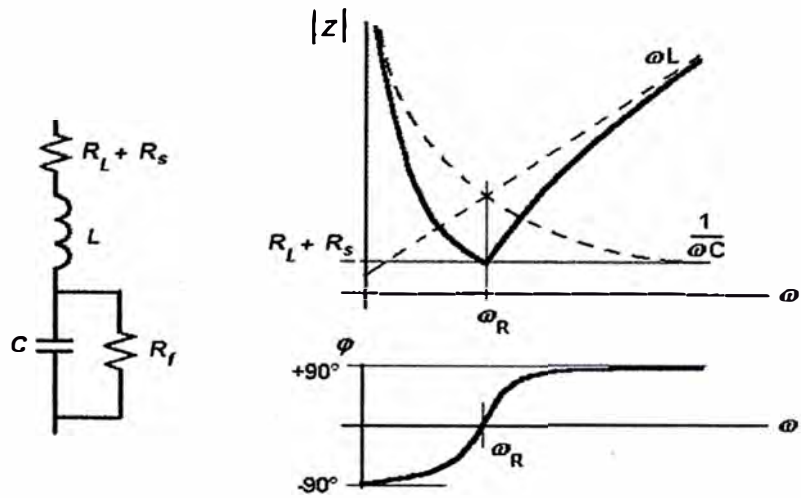


fig. 2.6

La frecuencia de resonancia para la cual coincidan los valores X_L y X_C es cuando la impedancia es mínima, por tanto la **ecuación 2.19** queda reducida a la suma de las resistencias R_L (inductancia) y R_S (condensador) que normalmente tienen un valor muy bajo por lo que se desprecia.

$$\text{Condición de resonancia } X_L = X_C \quad \omega_R L = \frac{1}{\omega_R C} \quad \mathbf{2.20}$$

$$\text{Frecuencia de resonancia } \omega_R = \frac{1}{LC} \quad \mathbf{2.21}$$

Por tanto si un circuito resonante recibe alimentación de tensión alterna con una frecuencia cercana a la frecuencia

de resonancia puede tener lugar a una amplificación de la corriente absorbida, la cual puede provocar daños a los condensadores.

- **RESONANCIA PARALELO:** Por el contrario la conexión en paralelo de una bobina y un condensador da como resultado que el módulo de la impedancia sea máximo a la frecuencia de resonancia como se muestra en la **figura 2.7**. Por lo que si un circuito paralelo recibe alimentación de corrientes armónicas se puede dar lugar a sobretensiones en el armónico de resonancia, produciendo también daños en los componentes de la red.

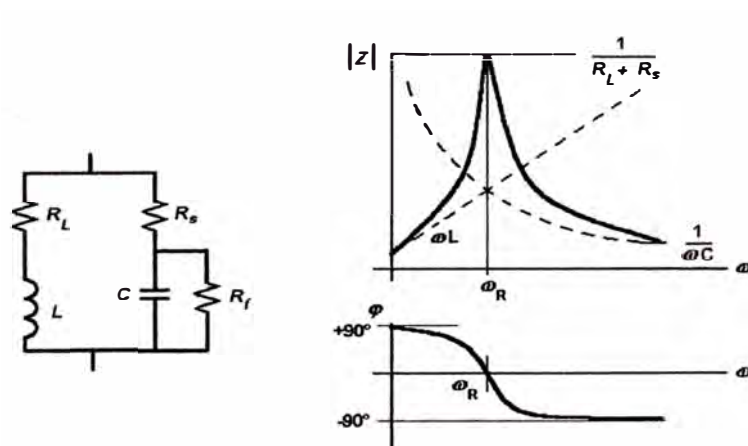


fig. 2.7

Cálculo de la frecuencia de resonancia

Considerando el esquema unifilar de una instalación industrial como el que sigue:

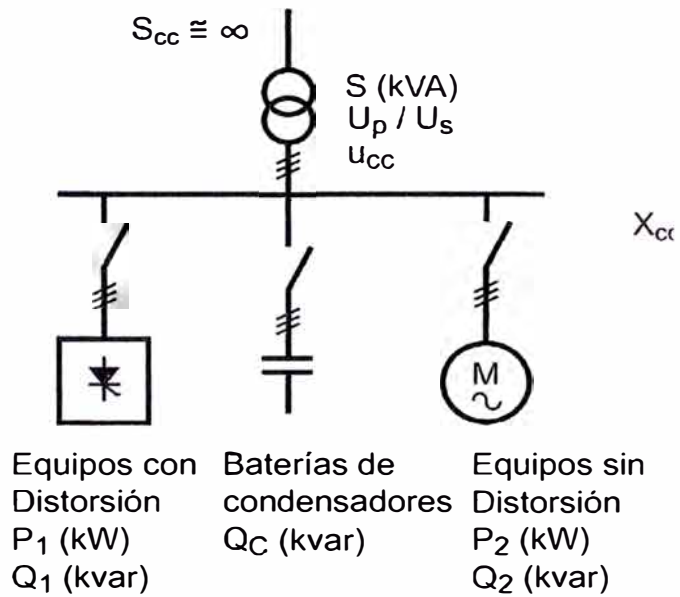


fig. 2.8

Su esquema equivalente será:

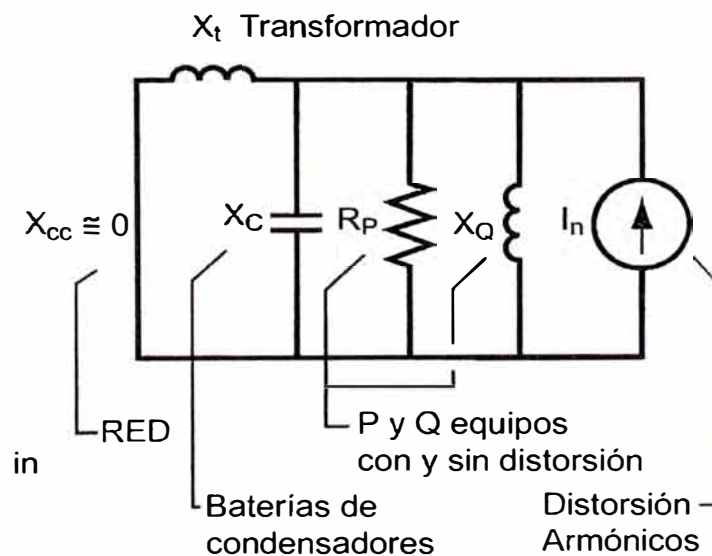


fig. 2.9

En este caso puede darse una resonancia en paralelo entre la reactancia del transformador X_T en paralelo con el condensador de compensación reactiva X_C .

El valor de $X_{t\omega}$ (reactancia a la frecuencia fundamental ω Hz) puede calcularse según la fórmula:

$$X_{t\omega} = \frac{U_C^2}{S_{CC}} \quad 2.22$$

El valor de $X_{c\omega}$ también a la frecuencia fundamental viene dada por la fórmula:

$$X_{c\omega} = \frac{U_C^2}{Q} \quad 2.23$$

Por tanto la relación entre la frecuencia de resonancia y la fundamental puede calcularse a partir de las ecuaciones anteriores según la siguiente ecuación:

$$\frac{\omega_R}{\omega} = \sqrt{X_{c\omega} / X_{t\omega}} = \sqrt{S_{CC} / Q} \quad 2.24$$

Donde S_{CC} es la potencia de cortocircuito del transformador y Q la potencia de la batería de condensadores.

2.5 FILTROS DE ARMÓNICOS Y SUS TIPOS

La mayor parte de los problemas de perturbaciones pueden ser corregidos mediante filtros. Cada tipo de problema requiere un estudio de las cargas que pueden ser el origen de las perturbaciones y en la medida de lo posible, medida de las tensiones y corrientes con análisis de armónicos para poder elegir el filtro adecuado. El siguiente resumen indica los tipos de filtros que se pueden usar para dar solución a diferentes tipos de problemas que se presentan en redes industriales.

- **Filtro de Rechazo:** Corrección de problemas de resonancia en equipos de corrección del factor de potencia.
- **Filtros de absorción parcial o sintonizados:** Absorción de armónicos para reducir el THD de la instalación.
- **Filtros activos:** Absorción de armónicos para reducir el THD de la instalación.

- **Reactancia en serie con la entrada de la red:** Corrige la corriente de línea de convertidores con alto contenido de armónicos.
- **Filtros LCL:** Corrige la corriente de línea de convertidores con alto contenido de armónicos.
- **Reactancias en el lado de continua:** Corrige la corriente de línea de convertidores con alto contenido de armónicos.

2.6 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE UN FILTRO DE ARMÓNICOS

2.6.1 PROTECCIÓN DE LA RED PARA EVITAR AMPLIFICACIÓN DE LOS ARMÓNICOS CAUSADOS POR FENÓMENOS DE RESONANCIA

De acuerdo a las recomendaciones de la IEC se debería utilizar un filtro de rechazo en lugar de una batería de condensadores convencional, siempre que el THD de tensión supere un 2.5 a 3%. Los filtros de rechazo se especifican haciendo referencia factor de sobre tensión, p%, que da la relación entre la tensión de la reactancia y la del condensador y fija la frecuencia de resonancia del conjunto de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$p\% = 100 \frac{U_L}{U_C} = 100 * \left(\frac{\omega}{\omega_R} \right)^2 \quad 2.24$$

La colocación de un filtro de rechazo en una red hace que baje la impedancia equivalente en el punto de conexión a la red, con lo cual si la impedancia de cortocircuito de la propia red es ya razonablemente baja, se reducen los armónicos de tensión en dicho punto. La elección de un filtro de rechazo se hace en base a la potencia reactiva necesaria. En cuanto a la elección del factor p% del filtro, lo más frecuente es que el armónico dominante sea del 5°, por lo que se suelen elegir filtros con p=7% (resonancia del filtro a 226.7

Hz para red de 60 Hz). En caso de presencia de una gran potencia de cargas monofásicas los filtros con $p=7\%$ no impiden totalmente la resonancia y pueden amplificar el 3er armónico. En tal caso la norma IEC-61642 aconseja elegir frecuencias más bajas. Lo típico es elegir filtros con $p=14\%$ (resonancia a 160.3 Hz para red de 60 Hz).

2.6.2 FILTROS PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DE LA RED

Debemos identificar las cargas que son las que mayor perturbación generan en la red. No es interesante filtrar cargas de muy pocos amperios, ya que difícilmente causan perturbaciones importantes sobre otras cargas vecinas y proporcionalmente a su potencia tienen un costo elevado. Un filtro de absorción pasivo es una buena solución para centros de transformación cargados principalmente con convertidores electrónicos, ver anexo 2.

2.6.3 FILTROS EN FUNCIÓN DEL TIPO DE CARGA

Cuando se desea absorber armónicos en una red contaminada, se debe identificar que tipo de carga (trifásica o monofásica) son las que provocan la perturbación, generalmente en redes con infinidad de cargas monofásicas perturbadoras se deben usar transformadores D-Y separadores.

2.6.4 FILTROS ACTIVOS

Analizando el costo beneficio se pueden implementar filtros activos, el cual está basado en convertidores de potencia conmutados y que tiene por misión la de cancelar los armónicos de tensión y/o corriente presentes en una determinada línea. Pueden ser del tipo serie o paralelo dependiendo si queremos mejorar el suministro de tensión o disminuir los armónicos de corriente que se vierten a la red de alimentación debido a las cargas no lineales. Ver anexo 3.

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL FILTRO DE RECHAZO

3.1 DETERMINACION DE LA POTENCIA ACTIVA, REACTIVA Y APARENTE DE LA PLANTA

Actualmente la planta tiene una producción de 3000 toneladas semanales; con la ampliación se espera tener una producción semanal de 7000 toneladas de alimento peletizado. Para ello se está proyectando dos líneas de producción P1 y P2 y los procesos asociados.

El desarrollo de este análisis se efectúa en función a los datos de carga proporcionados por la Planta de Producción.

3.1.1 POTENCIA PLANTA EXISTENTE

3.1.1.1 Media Tensión

Actualmente la planta cuenta con un suministro en 10 kV conformado por:

- Cable de 10 kV, 3x120 mm² NKY
- Celda de llegada equipada con seccionador de potencia 630 A, y fusibles 12 kV - 125 A.

- Transformador de 800 kVA, ONAN, Dy5, 10 / 0,46 kV.
- Transformador de 800 kVA, ONAN, Dy5, 10 / 0,46 kV.

3.1.1.1 Baja Tensión

La distribución de la energía se efectúa a través de dos tableros de distribución: TD1 y TD2.

- **Tablero de distribución TD1:**

Compuesto por:

- Interruptor de llegada, de 1250 A, 460 V, 3Ø,
- Máxima demanda de este tablero: 457 kW.
- Interruptores de derivación para alimentar a:
 - Centros de Control de Motores de Mezclado,
 - Centro de Control de Motores Peletizado,
 - Centro de Control de Motores de Producto Terminado.
 - Centro de Control de Motores de Planta 2.5 Tn.
 - Tablero TA.
 - Tablero TDF-01,
 - Tablero TD1-TRS-01.
 - Banco de condensadores BC1,

- **Tablero de distribución TD2**

Compuesto por:

- Interruptor de llegada de 1250 A, 460 V, 3Ø,

- **Máxima demanda de este tablero: 489 kW**
- **Interruptores de derivación para alimentar a:**
 - Centro de Control de Motores de Peletizado.
 - Centro de Control de Motores de Planta 1Tn,
 - Centro de Control de Motores de Molienda,
 - Centro de Control de Motores DPM y Varios,
 - Tablero de Distribución 220 V,
 - Resistencia de tanque de grasa,
 - Almacenaje (2.5 Tn)
 - Banco de condensadores BC2,

Para evaluar la carga en los tableros existentes TD1 y TD2 se realizaron mediciones los cuales se resumen en el **cuadro 3.1**

CUADRO 3.1

CARGA EXISTENTE

TABLERO	PROCESO	KW INSTALADO	F.D.D	M. D.
TD 1	Mezclado, peletizado Producto Terminado Planta 2.5Tn	457.00	1.00	457.00
TD 2	Peletizado planta 1tn	107.00	1.00	107.00
TD 2	Molienda, DPM, varios	305.00	1.00	305.00
TD 2	Almacenaje	77.00	1.00	77.00
	TOTAL GENERAL KW	946.00		946.00

3.1.2 POTENCIA PLANTA PROYECTADA

Se implementarán las siguientes cargas:

PLANTA DE 2.5 Tn

MOLIENDA (30)

CARGAS	kW	ARRANQUE
Alimentador Molino	2,50	V-V
Alimentador Molino	2,50	V-V
Motor molino 60 ton/hr	400,00	A-E
Motor molino ton/hr	288,00	A-E
Sin Fin de Descarga	8,60	A-D
Sin Fin de Descarga	8,60	A-D
Ventilador	25,40	A-E
Ventilador	17,30	A-E
Elevador de Cangilones	11,00	A-D
Elevador de Cangilones	11,00	A-D
Transportador de Cadena	2,20	A-D
Transportador de Cadena	2,20	A-D
Filtro de mangas para elevadores y transp.	1,10	A-D
Filtro de mangas para elevadores y transp.	1,10	A-D
Filtro de mangas para elevadores y transp.	1,10	A-D
Filtro de mangas para elevadores y transp.	1,10	A-D
TOTAL	783,70	

DPM (40 y 50)- Ejecución

CARGAS	kW	ARRANQUE
Gusano dosificador	3,00	V-V
Gusano dosificador	3,00	V-V
Gusano dosificador	3,00	V-V
Gusano dosificador	3,00	V-V
Gusano dosificador	3,00	V-V
Gusano dosificador	3,00	V-V
Gusano dosificador	3,00	V-V
Gusano dosificador	3,00	V-V
Gusano dosificador	3,00	V-V
Elevador de cangilones	11,00	V-V
Transportador de cadena	3,00	V-V
Transportador de cadena	3,50	V-V
Transportador de cadena	11,00	V-V
Elevador de cangilones	18,50	V-V
TOTAL	74,00	

DPM (40 y 50)

CARGAS	kW	ARRANQUE
Limpiador rotativo	17,30	A-E
Filtro de mangas	1,10	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
Elevador de Cangilones	11,00	A-D
Elevador de Cangilones	11,00	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
TOTAL	50,30	

POST PELLET (70)

CARGAS	kW	ARRANQUE
Coater	2,50	V-V
Bomba	1,70	V-V
Sistema de Control de grasa	1,30	A-D
Mezclador de Paletas	2,50	A-D
Transportador de Cadena con retorno	1,10	V-V
Elevador de Cangilones	8,60	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
Coater	2,50	V-V
Bomba	1,70	V-V
Sistema de Control de grasa	1,30	A-D
Mezclador de Paletas	2,50	A-D
Transportador de Cadena con retorno	1,10	V-V
Elevador de Cangilones	8,60	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
TOTAL	37,60	

PRODUCTO TERMINADO (80)

CARGAS	kW	ARRANQUE
Transportador de Cadena con retorno 25 mts	3,00	V-V
Transportador de Cadena con retorno 25 mts	3,00	V-V
Transportador de Cadena con retorno 16 mts.	1,50	V-V
Transportador de Cadena con retorno 16 mts.	1,50	V-V
Transportador de Cadena con retorno 16 mts.	2,20	V-V
Transportador de Cadena con retorno 16 mts.	2,20	V-V
Transportador de Cadena con retorno 20 mts	2,20	V-V
Motor de balanza 1	20,00	A-E
Motor de balanza 2	20,00	A-E
Motor de balanza 3	20,00	A-E
Motor de balanza 4	20,00	A-E
Filtro de mangas	1,10	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
TOTAL	104,40	

PELETIZADO (60)

CARGAS	kW	ARRANQUE
Transportador de peletizado	2,98	A-D
Esclusa de ciclón	0,75	A-D
Expander 1	450,00	V-V
Expander 2	450,00	V-V
Crumbler del expander (Wing)	1 5,50	V-V
Crumbler del expander (Wing)	2 5,50	V-V
Tornillo Alimentador	4,60	V-V
Motor Acondicionador	22,00	V-V
Motor prensa	362,00	A-E
Sistema de Ajuste de rodillos	0,25	A-D
Grúa para cambio de dados	1,00	A-D
Esparcidor de Pellet	0,40	A-D
Válvula rotativa del enfriador	0,90	A-D
Accionamiento descargador enfriador	2,50	A-D
Ventilador	63,30	V-V
Tornillo Alimentador	4,60	V-V
Motor Acondicionador	22,00	A-E
Motor prensa	362,00	A-E
Sistema de Ajuste de rodillos	0,25	A-D
Grúa para cambio de dados	1,00	A-D
Esparcidor de Pellet	0,40	A-D
Válvula rotativa del enfriador	0,90	A-D
Accionamiento descargador enfriador	2,50	A-D
Ventilador	63,30	V-V
Esclusa de ciclón	1,30	A-D
Elevador de cangilones	5,50	A-D
Elevador de cangilones	5,50	V-V
Filtro de mangas	1,10	V-V
Filtro de mangas	1,10	V-V
Alimentador del Crumbler	1,30	V-V
Sistema de Ajuste de rodillos	0,10	V-V
Sistema de Ajuste de rodillos	0,10	V-V
Motor de Crumbler	35,00	V-V
Zaranda Vibratoria	1,80	V-V
Gusano sin fin	2,25	V-V
Alimentador del Crumbler	1,30	V-V
Sistema de Ajuste de rodillos	0,10	V-V
Sistema de Ajuste de rodillos	0,10	V-V
Motor de Crumbler	35,00	V-V
Zaranda Vibratoria	1,80	A-D
Gusano sin fin	2,25	A-D

CARGAS	kW	ARRANQUE
Sinfin de dosificación gruesa T100 1.5 KW	2,50	V-V
Sinfin de dosificación gruesa T100 1.5 KW	2,50	V-V
Sinfin de dosificación gruesa T100 1.5 KW	2,50	V-V
Sinfin de dosificación gruesa T100 1.5 KW	2,50	V-V
Sinfin de dosificación fina T30 0.37 KW	0,45	V-V
Sinfin de dosificación fina T30 0.37 KW	0,45	V-V
Sinfin de dosificación fina T30 0.37 KW	0,45	V-V
Sinfin de dosificación fina T30 0.37 KW	0,45	V-V
Sinfin de dosificación fina T30 0.37 KW	0,45	V-V
Sinfin de dosificación fina T30 0.37 KW	0,45	V-V
Sinfin de dosificación fina T30 0.37 KW	0,45	V-V
Sinfin de dosificación fina T30 0.37 KW	0,45	V-V
Sinfin de dosificación fina T30 0.37 KW	0,45	V-V
Sinfin de dosificación fina T30 0.37 KW	0,45	V-V
Sinfin de dosificación fina T30 0.37 KW	0,45	V-V
Filtro DFB 2000m3	4,60	A-D
Sistema de izaje de insumos	2,20	A-D
Sistema de izaje de insumos	2,20	A-D
TOTAL	88,50	

EXTRUSION (900)

CARGAS	kW	ARRANQUE
Transportador de cadena	20.00	V-V
Elevador de canguilones	50.00	V-V
Transportador de cadena autolimpiante	20.00	V-V
Ventilador para silo	5.00	V-V
Sinfin alimentador	3.00	A-D
Sinfin barredor	3.00	A-D
Transportador de cadena	5.00	A-D
Elevador de cangilones	7.50	A-D
Limpiador rotativo	5.00	A-D
Alimentador	2.20	A-D
Molino	75.00	A-E
Ventilador para silo	5.00	V-V
Tornillo sinfin	5.00	A-D
Elevador de cangilones	7.50	A-D
Extrusora	350.00	A-E
Enfriador	2.20	A-D
Ventilador	30.00	V-V
Alimentador	2.20	V-V
Molino	75.00	A-E
Ventilador	30.00	V-V
Tornillo sinfin	2.20	V-V
Elevador de cangilones	7.50	A-D
Transportador de cadena	5.00	A-D
TOTAL	717.30	

CALDERO

CARGAS	kW	ARRANQUE
	51,40	
TOTAL	51,40	

COMPRESOR

CARGAS	kW	ARRANQUE
	10.00	
TOTAL	10.00	

BODEGA DE SOYA (100)

CARGAS	kW	ARRANQUE
Transportador 1	11.19	V-V
Elevador 1	55.95	V-V
Transportador de carga 2	11.19	V-V
Transportador de carga 3	11.19	V-V
Transportador de descarga 4	3.73	V-V
Transportador de descarga 5	3.73	V-V
Transportador de descarga 6	3.73	V-V
Transportador de descarga 7	3.73	V-V
Transportador de descarga 8	4.48	V-V
TOTAL	108.92	

SILOS (100)

CARGAS	kW	ARRANQUE
Transportador 1	11.19	V-V
Elevador 1	37.30	A-E
Scalper	7.46	A-D
Ventilador de Scalper	37.30	V-V
Elevador 2 500 ton/hr	111.90	A-E
Transportador 2	11.19	V-V
Transportador 3	11.19	V-V
Sin Fin Extractor Silos1	3.73	A-D
Sin Fin Extractor Silos2	3.73	A-D
Sin Fin Extractor Silos3	3.73	A-D
Sin Fin Extractor Silos4	3.73	A-D
Sin Fin Extractor Silos5	3.73	A-D
Sin Fin Extractor Silos6	3.73	A-D
Sin Fin Barredor Silos1	3.73	A-D

CARGAS	kW	ARRANQUE
Sin Fin Barredor Silos2	3.73	A-D
Sin Fin Barredor Silos3	3.73	A-D
Sin Fin Barredor Silos4	3.73	A-D
Sin Fin Barredor Silos5	3.73	A-D
Sin Fin Barredor Silos6	3.73	A-D
Ventilador de Silo 1	7.46	V-V
Ventilador de Silo 2	7.46	V-V
Ventilador de Silo 3	7.46	V-V
Ventilador de Silo 4	7.46	V-V
Ventilador de Silo 5	7.46	V-V
Ventilador de Silo 6	7.46	V-V
Transportador de cadena 4	14.92	V-V
Transportador de cadena 5	7.46	V-V
Transportador de cadena 6	7.46	V-V
TOTAL	346.89	

PLANTA DE 1 Tn

MOLIENDA (30)

CARGAS	kW	ARRANQUE
Molino 3	32.11	V-V
Molino 4	32.11	V-V
Alimentador 3	2.20	V-V
Alimentador 4	2.20	V-V
Transportador helicoidal de molino 3	3.00	A-D
Transportador helicoidal de molino 4	3.00	A-D
Ventilador 3	15.00	A-E
Ventilador 4	15.00	A-E
TOTAL	104.62	

PELETIZADO (60)

CARGAS	kW	ARRANQUE
Tornillo Alimentador 2 mt. 36 TPH	3,00	V-V
Motor Acondicionador	20,00	A-E
Expander 3	238,00	V-V
Crumbler del expander (Wing) 3	5,50	A-D
Motor prensa 20 TPH	180,00	A-E
Sistema de Ajuste de rodillos	0,25	A-D
Grúa para cambio de dados	2,20	A-D
Esclusa alimentación del enfriador	0,75	A-D
Motor principal enfriador	2,24	A-D
Alimentador de crumbler	0,75	A-D
Crumbler (Desmoronador de pellet)	22,37	A-E
Transport. de cadena 11 mt. 45 TPH	3,00	A-D
Elev. de cangilones, 38.5 mt. 45 TPH	10,00	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
Zaranda Vibratoria	0,60	A-D
Esclusa de ciclón	0,75	A-D
Ventilador	37,28	V-V
TOTAL	527,78	

PRODUCTO TERMINADO (80)

CARGAS	kW	ARRANQUE
Transp. de cadena, 18.5 mt. 45 TPH	3,00	A-D
Filtro de mangas	1,10	A-D
TOTAL	4,10	

CARGAS	kW	ARRANQUE
Sinfin de dosificación gruesa T100	1,50	V-V
Sinfin de dosificación gruesa T100	1,50	V-V
Sinfin de dosificación gruesa T100	1,50	V-V
Sinfin de dosificación gruesa T100	1,50	V-V
Sinfin de dosificación gruesa T100	1,50	V-V
Sinfin de dosificación gruesa T100	1,50	V-V
Sinfin de dosificación gruesa T100	1,50	V-V
Sinfin de dosificación gruesa T100	1,50	V-V
Sinfin de dosificación fina T30	0,37	V-V
Sinfin de dosificación fina T30	0,37	V-V
Sinfin de dosificación fina T30	0,37	V-V
Sinfin de dosificación fina T30	0,37	V-V
Sinfin de dosificación fina T30	0,37	V-V
Sistema de izaje de insumos	2,20	A-D
Sistema de izaje de insumos	2,20	A-D
Sistema de izaje de insumos	2,20	A-D
Sin fin de Descarga, XX mt. XX TPH	2,20	A-D
TOTAL	77,25	

CUADRO 3.2**RESUMEN DE CARGAS DE LA AMPLIACIÓN****PLANTA DE 2.5 Tn**

ITEM	PROCESO	KW INSTALADO
1	Molienda	783.70
2	DPM	124.30
3	Peletizado	1.926.43
4	Producto terminado	104.40
5	Post pellet	37.60
6	Microdosificacion	149.90
7	Bodega de soya	108.92
8	Silos	346.89
9	Extrusion	717.30
10	Mesa densimetrica	34.97
12	Compresoras	10.00
13	Caldero	51.40
	Total Planta 2.5 Tn	4,395.81

CUADRO 3.3**PLANTA DE 1 Tn**

ITEM	PROCESO	kw INSTALADO
1	Molienda	104.63
2	DPM	52.40
3	Peletizado	527.78
4	Producto Terminado	4.10
5	Microdosificación	77.25
6	Transformador TR -E	100.00
7	Resistencia de tanque de grasa	15.00
	TOTAL PLANTA 1 Tn	881.16

CUADRO 3.4
POTENCIA TOTAL DE AMPLIACIÓN

ITEM	PROCESO	kW INSTALADO
1	PLANTA 2.5 Tn	4,395.81
2	PLANTA 1 Tn	881.16
	POTENCIA TOTAL DE AMPLIACIÓN	5,276.97

3.1.3 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA CON LA CARGA EXISTENTE Y CARGA DE AMPLIACIÓN

Para realizar el cálculo de la Máxima Demanda se ha tomado en cuenta los procesos productivos de dos plantas similares que pertenecen al mismo grupo y que trabajan en condiciones similares.

Factor de demanda planta 1: 0.65

Factor de demanda planta 2: 0.69

Tomaremos un F.D.D promedio 0.67 para las cargas de ampliación y un F.D.D. 1 para las cargas existentes ya que su máxima demanda se obtuvo directamente de mediciones.

CUADRO 3.5**PLANTA DE ALIMENTOS BALANCEADOS CARGA EXISTENTE**

TABLERO	PROCESO	KW INSTALADO	F.D.D.	M. D.
TD 1	Mezclado, peletizado, Producto Terminado, Planta 2.5Tn	457.00	1	457.00
TD 2	Peletizado planta 1tn	107.00	1	107.00
TD 2	Molienda, DPM, varios	305.00	1	305.00
TD 2	almacenaje	77.00	1	77.00
	TOTAL KW	946.00		946.00

CUADRO 3.6**PLANTA DE ALIMENTOS BALANCEADOS CARGA DE
AMPLIACIÓN**

PLANTA	PROCESO	KW INSTALADO	F.D.D.	M. D.
2.5Tn	Molienda	783.70	0.67	525.08
2.5Tn	DPM	124.30	0.67	115.79
2.5Tn	Peletizado	1,926.43	0.67	1,290.71
2.5Tn	Producto Terminado	104.40	0.67	69.95
2.5Tn	Post Pellet	37.60	0.67	25.19
2.5Tn	Microdosificación	149.90	0.67	100.43
2.5Tn	Bodega de Soya	108.92	0.67	72.98
2.5Tn	Silos	346.89	0.67	232.42
2.5Tn	Extrusión	717.30	0.67	480.59
2.5Tn	Mesa Densimétrica	34.97	0.67	23.30
2.5Tn	Compresoras	10.00	0.67	6.70
2.5Tn	Caldero	51.40	0.67	34.44
1 Tn	Molienda	104.63	0.67	137.10
1 Tn	DPM	52.40	0.67	107.47

PLANTA	PROCESO	KW INSTALADO	F.D.D .	M. D.
1 Tn	Peletizado	527.78	0.67	420.95
1 Tn	Producto Terminado	4.10	0.67	3.54
1 Tn	Microdosificacion	77.25	0.67	51.76
1 Tn	Transformador TR -E	100.00	0.67	134.00
1 Tn	Resistencia de tanque de grasa	15.00	0.67	10.05
	TOTAL kW	5,276.97		3,535.57

CUADRO 3.7

RESUMEN MÁXIMA DEMANDA TOTAL

CARGA	MÁXIMA DEMANDA KW
EXISTENTE	946.00
AMPLIACIÓN	3,535.57
TOTAL	4,481.57

El ente regulador OSINERGMIN establece los siguientes tipos de tarifas:

Regulada: Para usuarios con consumo entre los 200 KW – hasta los 2,500KW.

Tarifa libre: Para usuarios con consumo mayor a 2500 kW

Según lo anterior San Fernando será considerado como cliente libre por lo que deberá negociar sus tarifas con la empresa concesionaria.

Para efectos de una mejor distribución y control de la potencia, se ha previsto repartir estratégicamente las cargas en dos tableros generales de distribución a los que denominaremos TGP-1 y TGP-2.

3.1.4 PROYECCIÓN DE CARGAS ASOCIADAS A LOS TABLEROS TGP-1 y TGP-2

Las cargas asociadas a los tableros generales TD1 y TD2 serán concentrados en el nuevo tablero TD-N que será alimentado directamente del tablero TGP-2.

Se ha previsto que la carga de peletizado y post pellet para la planta de 2.5 Tn sea repartida igualmente en los tableros TGP-1 y TGP-2.

Total de Peletizado = 1,926.43 KW

Total de Post Pellet = 37.60 KW

Total general (Peletizado + Post Pellet) = 1,964.03 kW.

Las cargas serán repartidas en dos centros de control de motores:

CCM de Peletizado 1 = 982.01 kW

CCM de Peletizado 2 = 982.01 KW

CUADRO 3.8**TGP-1**

PLANTA	N°	CARGAS DEL PROCESO	KW
2.5 Tn	1	Peletizado 1 + Post Pellet 1	982.01
2.5 Tn	2	Molienda	783.70
2.5 Tn	3	DPM (Ejecución)	74.00
2.5 Tn	4	DPM	50.30
2.5 Tn	5	Microdosificación 1	61.40
2.5 Tn	6	Microdosificación 2	88.50
2.5 Tn	7	Mesa Densimétrica	34.97
2.5 Tn	8	Compresor	10.00
2.5 Tn	9	Caldero	51.40
2.5 Tn	10	Extrusión	717.30
2.5 Tn	11	Silos	346.90
2.5 Tn	12	Producto terminado.	104.40
		TOTAL	3,304.88

CUADRO 3.9**TGP-2**

PLANTA	N°	CARGAS DEL PROCESO	kW
2.5 Tn	1	Peletizado 2 + Post Pellet 2	982.01
2.5 Tn	2	Bodega de Soya	108.92
2.5 Tn	3	Tablero de distribución TDN	1,411.94
1 Tn	4	Peletizado	527.78
1 Tn	5	Molienda y producto terminado	108.73
1 Tn	6	DPM	52.4
1 Tn	7	Microdosificación	77.25
1 Tn	8	Transformador TR -E	100.00
1 Tn	9	Resistencia de tanque de grasa	15.00
		TOTAL	3,384.03

Los diagramas unifilares de los tableros TGP-1 y TGP-2 se adjuntan en los planos IE-1 y IE-2.

3.1.5. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA APARENTE Y REACTIVA DE LA PLANTA

Potencia activa del Tablero TGP-1 3,304.00 KW **según cuadro 3.8.**

Potencia activa del tablero TGP-2: 3,384.03 KW **según cuadro 3.9.**

F.D.D. = 0.67

Factor de potencia promedio: 0.85 (Catálogos técnicos de los motores)

Aplicando el **diagrama vectorial 1** calculamos la potencia reactiva necesaria para llegar a un factor de potencia igual a $0.9578 \cong 0.96$, que según lo indicándolo en el capítulo 2 **ecuación 2.5**, es el factor de potencia mínimo para no pagar energía reactiva.

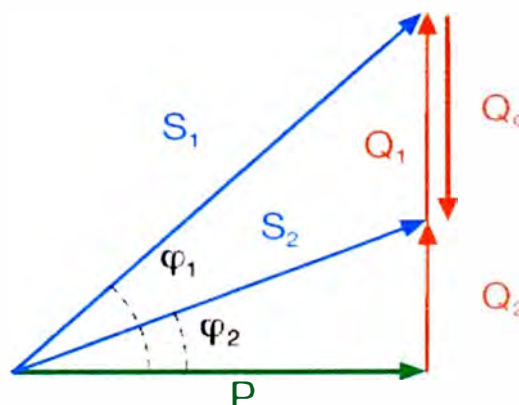


Diagrama vectorial 3.1

Potencias Totales antes de la compensación

De 3.1 y 3.3

$$S_T = 5,271.74 \text{ KVA (potencia aparente)}$$

De 3.2 y 3.4

$$Q_T = 2,776.88 \text{ KVAR (potencia reactiva)}$$

3.2. SELECCION DEL BANCO DE CONDENSADORES

Del diagrama vectorial 3.1 tenemos

TABLERO TGP-1

$$\cos \varphi_2 = 0.96$$

$$S_2 = 2,213.68 / 0.96 = 2,305.92 \text{ KVA} \quad \mathbf{3.5}$$

$$Q_2 = \sqrt{2,305^2 - 2,213.68^2} = 645.67 \text{ KVAR} \quad \mathbf{3.6}$$

TABLERO TGP-2

$$\cos \varphi_2 = 0.96$$

$$S_2 = 2,267.30 / 0.96 = 2,361.77 \text{ KVA} \quad \mathbf{3.7}$$

$$Q_2 = \sqrt{2,361.77^2 - 2,267.30^2} = 660.67 \text{ Kvar} \quad \mathbf{3.8}$$

Potencias Totales después de la compensación

De 3.5 y 3.7

$S_T = 4,667.69$ KVA (potencia aparente)

De 3.6 y 3.8

$Q_T = 1,306.34$ KVAR (potencia reactiva)

Potencia del banco de condensadores TGP-1

$$Q_{c1} = Q_1 - Q_2$$

$Q_{c1} = 726.25$ Kvar (potencia del banco de condensadores BC1)

Potencia del banco de condensadores TGP-2

$$Q_{c2} = Q_1 - Q_2$$

$Q_{c2} = 744.29$ Kvar (potencia del banco de condensadores BC2)

La alimentación a las cargas está dividida por dos transformadores, los cuales a su vez alimentan a los tableros TGP1 y TGP2 que como se vio en el apartado 3..1.4 tienen cargas similares tanto en reactiva como en activa. Por tanto para compensar ambos sistemas se debe colocar dos bancos de condensadores de similar capacidad.

De los cálculos se tiene que el banco de condensadores para el tablero TGP1 debe ser de 726.25 KVAR y para el tablero TGP2 de 744.29 KVAR. Para efectos de diseño consideramos que ambos tableros tendrán la misma capacidad y será cercana a una potencia

de 750 KVAR, la potencia exacta se determina luego de definir los siguientes puntos.

3.2.1. NÚMERO DE PASOS Y CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDENSADORES:

- **Paso fijo:** El cual compensará la energía reactiva del transformador de potencia cuando éste trabaje en vacío. La potencia de este paso fijo se establece en función de la potencia del transformador. Un valor adecuado es considerar el 5% de la potencia total. Este porcentaje se determina en función a la reactancia magnetizante, la tensión de cortocircuito del transformador y la carga que alimenta.

La potencia de nuestro transformador es: 2.5 MVA.

Paso fijo: $0.05 * 2500 \text{ Kvar} = 125 \text{ KVAR}$.

Según el apartado 2.6, seleccionamos 4 condensadores de 36 KVAR / 525V, los que a 492.2V dan una potencia total de 126.55 KVAR. La tensión de 492.2V se determina considerando que se utilizarán reactancias con $p=7\%$.

- **Pasos automáticos:** Para determinar el número de pasos automáticos se tiene en cuenta lo siguiente:
 - Potencia total del banco de condensadores, descontando el paso fijo.

- Capacidad en KVAR de los condensadores que existen en el mercado.
- Capacidad del regulador de energía reactiva para soportar el número de pasos automáticos que se deben implementar.
- Capacidad del contactor para soportar la potencia de cada paso y que estén disponibles en el mercado.

La potencia total de nuestro banco descontando el paso fijo es de 623.45 KVAR en 460V. Igual que en la selección de los condensadores para el paso fijo, escogemos condensadores con tensión nominal a 525V.

- La potencia de cada paso se selecciona de tal forma que permita facilidad en la interconexión del cable, condensador, contactor, interruptor y barras colectoras. Para ello se recomienda usar cable THW cuyo calibre no sea mayor a 35mm². Por esta razón convendría agrupar 2 condensadores de 36 KVAR por paso, según ello nuestro banco estaría conformado por:
 - 10 pasos de 72 KVAR en 525V ó 10 pasos de 63.28 KVAR en 492.20V.
 - 01 paso de 36 KVAR en 525 V ó 31.64 KVAR en 492.20V.

En total tendríamos 11 pasos y el paso de 31.64 KVAR será el paso fijo.

- No es bueno escoger pasos con potencia muy pequeña ya que ello implicaría un mayor número de maniobras y por ende el desgaste de los equipos de maniobra como interruptores y contactores. Otra limitante es que si tenemos un banco de potencia considerable, como en nuestro caso, y escogemos pasos con potencias muy pequeñas tendríamos que seleccionar un regulador que deba tener una capacidad de aceptar más de 14 pasos y normalmente en el mercado los reguladores con mayor capacidad son de 14 pasos. Para nuestro caso escogeremos este regulador (ver anexo 5) y como nuestro banco tiene 11 pasos nos quedarían tres espacios de reserva, para una futura ampliación.

3.3. SELECCIÓN DEL FILTRO DE RECHAZO.

Como se ha visto en los capítulos anteriores los condensadores conectados a una red contaminada de armónicos pueden llegar hacer resonancia con el transformador de potencia. Por ello es necesario colocar en serie, con cada paso del banco, reactores que eviten ésta resonancia. A esta rama LC se le denomina filtro de rechazo y su principal objetivo es la compensación reactiva evitando resonancia con el transformador de potencia.

El transformador de potencia que alimenta nuestra red es de 2.5 MVA y tiene una tensión de cortocircuito $V_{cc} = 7\%$.

Al estar nuestra red contaminada de armónicos, principalmente por los armónicos 5°, 7°, 11° y 13° (ver anexo 2) debido a la presencia de motores que son alimentados por variadores de velocidad, debemos tener cuidado sobre todo si la frecuencia de resonancia entre el banco de condensadores y el transformador de potencia está muy cerca a una de éstas armónicas. Si ello sucede entonces se producirán sobre carga en el banco de condensador e incluso en el mismo transformador de potencia pudiendo dañarlos.

La rama LC denominada filtro de rechazo debe estar diseñada de tal forma que su frecuencia de resonancia esté desintonizada con respecto a las frecuencias armónicas presentes en la red.

3.3.1. Calculo de la frecuencia de resonancia entre el transformador de potencia y banco de condensadores

Sabemos que:

$$X_L = \omega * L \quad 3.8$$

$$X_C = 1 / (\omega * C) \quad 3.9$$

de (3.8) y (3.9)

$$\frac{X_L}{X_C} = \frac{\omega * L}{\left(\frac{1}{\omega * C}\right)} = \omega^2 * L * C \quad 3.10$$

La frecuencia de resonancia está dada por:

$$\omega_R = \frac{1}{\sqrt{L * C}} \quad 3.11$$

de (3.10) y (3.11)

$$\left(\frac{\omega_R}{\omega} \right) = \sqrt{\frac{X_C}{X_L}} \quad 3.12$$

$$\frac{\omega_R}{\omega} = n \quad \text{Orden de armónico de resonancia} \quad 3.13$$

Donde ω_R es la frecuencia de resonancia y ω es la frecuencia fundamental.

También sabemos que:

$$X_C = \frac{V^2}{Q} \quad 3.14$$

$$X_L = \frac{V^2}{S_{CC}} \quad 3.15$$

De (3.13) , (3.14 y (15) tenemos:

$$n = \sqrt{\frac{S_{cc}}{Q}}$$

3.16

La potencia de cortocircuito en nuestro sistema es:

$$S_{cc} = \frac{2500}{0.07} = 35,714.285 \text{ KVA}$$

La potencia del banco de condensadores es:

$$Q = 750 \text{ kVAR.}$$

Aplicando la fórmula (3.16) a nuestro sistema tenemos que:

$$n = \sqrt{\frac{35,714.28}{750}} = 6.9$$

Vemos que la frecuencia de resonancia es muy próxima al armónico 7 que es precisamente uno de los armónicos generados por las cargas perturbadoras específicamente los variadores de velocidad (ver anexo 2)

Para nuestro caso los armónicos predominantes son el 5° , 7° ,11° y 13 ° por lo que el filtro de rechazo debe ser diseñado con un factor p = 7% y frecuencia de resonancia a 226.7 Hz.

Las reactancias tienen una característica constructiva que se especifica en Henrios la que debemos calcular para seleccionar la reactancia adecuada.

Cálculo de los Henrios de la reactancia.

Sabemos que:

$$\omega_R = \frac{1}{\sqrt{L * C}} \quad 3.17$$

$f_R = 226.7 \text{ Hz}$ (frecuencia de resonancia)

$$C = Q / (2 * \pi * f * V^2)$$

$f = 60 \text{ Hz}$ (frecuencia fundamental)

$V = 492.2 \text{ V}$.

$Q_1 = 63.28 \text{ Kvar}$

$Q_2 = 31.64 \text{ Kvar}$

$C_1 = 692.86 \text{ uF}$

De (3.17) obtenemos que:

$$L_1 = 0.71 \text{ mH}$$

La reactancia que se debe colocar en serie con el condensador de 63.28 Kvar debe ser de 0.71 mH.

$$C_2 = 346.43 \text{ uF}$$

De (3.17) Obtenemos:

$$L_2 = 1.4 \text{ mH.}$$

La reactancia que se debe colocar en serie con el condensador de 31.64 Kvar debe ser de 1.4 mH.

Con estos datos nuestro filtro de rechazo queda definido de la siguiente forma:

Paso fijo:

4 Condensadores de 31.64 kVar a 492.2 V

2 Reactancias de 0.71 mHr a 492.2 V.

Pasos regulados automáticos:

1 Condensador de 31.64 kVar a 492.2 V.

10 Condensador de 63.28 kVar a 492.2 V.

1 Reactancias de 1.4 mHr a 492.2 V

10 Reactancias de 0.71 mHr a 492.2 V

Potencia total del filtro de rechazo: 791 KVar en 492.2 V.

Sin embargo, los reactores que están en serie con los condensadores al ser inductancias restan la potencia reactiva capacitiva entregada a la red.

La potencia que se resta viene dada por:

$$Q_L = V^2/2\pi fL \text{ (Potencia reactiva inductiva)}$$

Entonces:

$$Q_L = 1.83 \text{ KVar para la reactancia de } 0.71 \text{ mH.}$$

$$Q_L = 0.92 \text{ KVar para la reactancia de } 1.4 \text{ mH.}$$

$$\text{Potencia total reactiva inductiva} = 12 \cdot 1.83 + 1 \cdot 0.92 = 22.88 \text{ KVAR}$$

Por lo tanto la potencia real de compensación es:

$$Q_c = 791 - 22.88 = 768.12 \text{ KVAR en } 460\text{V.}$$

Se debe implementar dos filtros de rechazo de 768.12 KVAR en 460V, uno para cada tablero.

3.4 DISEÑO DEL TABLERO ELÉCTRICO DEL FILTRO DE RECHAZO.

3.4.1 Dimensionamiento del equipamiento

3.4.1.1 Interruptor General

Cálculo Corriente de cortocircuito

$S_{CC} = SN / V_{CC} = 2500 / 0.07 = 35714.28 \text{ KVA}$ (potencia de cortocircuito)

$$I_{CC} = S_{CC} / (V * 1.73) = 35,714.28 \text{ kVA} / (0.46 * 1.73) = 44,879\text{A.}$$

Cálculo de la capacidad de corriente

Dado que tenemos tres espacios de reserva que equivalen a 184.35 KVAR, el interruptor general será dimensionado considerando que la potencia del banco es: $768.12 + 184.35 = 952.47 \text{ KVAR.}$

Por recomendación de fabricante el interruptor se debe dimensionar con un 40% de sobre carga cuando la aplicación sea con condensadores:

$$I = 1.4 * Q / (V * 1.73) = 1.4 * 952.47 / (0.46 * 1.73) = 1,675 \text{ A}$$

Seleccionamos un interruptor termomagnético de 3x2000A y 50 KA de capacidad de ruptura, que cumple con las características requeridas por la red eléctrica.

Condensadores

Los condensadores seleccionados son:

25 Condensadores de 36 KVar / 525V. (ver capítulo anterior)

Reactancias

Las reactancias seleccionadas son:

12 Reactancias de 0.71 mH y 4kV de tensión de aislamiento clase F (155 °C).

1 Reactancia de 1.4 mH y 4 KV de tensión de aislamiento clase F (155 ° C).

Contactores

Seleccionamos contactores especiales para condensadores, estos vienen con una resistencia de precarga incorporada, la cual reduce el pico de corriente cuando se conecta el contactor

Son:

12 Contactores de 65 KVar en 460V.

1 Contactor 32 KVar en 460V.

Fusibles

Se seleccionan de acuerdo a lo siguiente:

$$I = 1.4 * \frac{Q}{(\sqrt{3} * V)}$$

Para los pasos de 61.45 KAVR se escogen fusibles de 125 A

Para los pasos de 30.73 KVAR se escogen fusibles de 63 A.

Regulador de Energía Reactiva

Regulador de energía reactiva de 14 pasos de los cuales 11 estarán operativos y tres los mantendremos en reserva para futuras ampliaciones. La alimentación del regulador será en 220V.

Barras colectoras

Estas barras son donde se conectarán todos los cables que vienen de los contactores, fusibles y condensadores. Se

dimensiona de acuerdo a la capacidad del interruptor general considerando un 20% adicional ya que las barras serán agujereadas para la conexión de cables lo que resta su capacidad.

La barra seleccionada será de 10x120 pintada con capacidad para 2110 A.

Cables de conexión

Los cables tanto para fuerza y control serán del tipo libre de halógeno:

Para control se usarán cable 1.5 mm² para tensión y 2.5 mm² para corriente.

Para fuerza se usaran cables de 35 mm² libre de halógeno

Ventiladores

Los ventiladores se deben seleccionar considerando que todos los condensadores están funcionando a la temperatura ambiente de 25 °C.

Ver planos IE-3 , IE-4, IE-5, IE-6, IE-7, IE-8, IE-9, IE-10, IE-11, IE-12, IE-13

CAPÍTULO IV

METRADO Y PRESUPUESTO

4.1. METRADO Y PRESUPUESTO DEL FILTRO DE RECHAZO

ITEM	DESCRIPCION	CANT	UN D	P.U. S/	P.T. S/
1	Gabinete metálico autosoportado de 3 cuerpos fabricado en plancha LAF, sometido a proceso fosfatizado y acabado en pintura electrostática.	1	1	5,500.00	5,500.00
2	Interruptor termo magnético de bastidor abierto 3x2000A 50KA/460V	1	Pza	11,500.00	11,500.00
3	Regulador de energía reactiva de 14 pasos, tensión de alimentación 230V.	1	Pza	1,100.00	1,100.00
4	Condensador de potencia de 36 kVar 525V	25	Pza	355.00	8875.00
5	Reactancia con P=7%, 0.71 mH 525V	24	Pza	430.00	10,320.00
6	Reactancia con P=7%, 1.4mH 525V	1	Pza	280.00	280.00
7	Base Portafusible tipo NH00	39	Pza	15.00	585.00
8	Fusible tipo NH 50 A 600V	3	Pza	10.00	30.00
9	Fusible tipo NH 100 A 600V	36	Pza	10.00	360.00
10	Contactador de 65 kVar a 525V tensión nominal 600V	12	Pza	314.00	3,768.00
11	Contactador de 32 kvar a 525V tensión nominal 600V	1	Pza	284.00	284.00
12	Contacto auxiliar lateral 1NA + 1NC	13	Pza	15.00	195.00
13	Resistencia de descarga rápida 25W	13	Pza	35.00	455.00
14	Ventilador	10	Pza	225.00	2,250.00
15	Termostato	3	Pza	45.00	135.00
16	Barra de cobre de 10x120mm (2110 A)	3	Pza	2,133.60	6400.80
17	Aisladores porta barras 1000Kg/1kV.	9	Pza	25.00	225.00
18	Cable de fuerza NH - 80 10mm ² (50 A)	30	Mts	2.50	75.00
19	Cable de fuerza NH-80 35 mm ² (110 A)	120	Mts	1.80	216.00
20	Transformador de tensión 100 VA 460/230V.	1	Pza	125.00	125.00

ITEM	DESCRIPCION	CANT	UND	P.U. S/	P.T. S/
	para alimentar al regulador de energía reactiva.				
21	Transformador de tensión 500 VA 460/230V para alimentar los ventiladores	1	Pza	225.00	225.00
22	Transformador de tensión de 1000 Va 460/230V para alimentar las bobinas de los contactores.	1	Pza	560.00	560.00
23	Accesorios: cintillos, terminales, marcadores, etc.	1	Glb	300.00	300.00
24	Ingeniería (Diseño)	72	HH	11.00	792.00
25	Ensamble Mecánico	115	HH	6.25	718.75
26	Ensamble eléctrico	140	HH	6.25	875.00
27	Pruebas	15	HH	11.00	165.00
28	Gatos generales 10%				5,631.46
29	Utilidad 10%				5,631.46
TOTAL COSTO FILTRO DE RECHAZO S/.					67,577.46

4.2. METRADO Y PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN DEL FILTRO DE RECHAZO

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	UND	P.U. S/.	P.T. S/.
1	Cable de fuerza NYY 240mm ²	45	m	98.00	4,410.00
2	Cable de control GPT 5mm ²	5	m	0.60	3.00
21	Transformador de corriente de núcleo partido de 5000/5	1	Pza	950.00	950.00
22	Bandeja portacable 500x10mm	6	m	120.00	720.00
24	Ingeniería	50	HH	11.00	550.00
25	Cableado	30	HH	6.25	187.50
26	Montaje bandejas	15	HH	6.25	93.75
27	Pruebas	25	HH	11.00	275
28	Gatos generales 10%				718.93
29	Utilidad 10%				718.93
TOTAL COSTO FILTRO DE RECHAZO S/.					8,627.11

4.3. PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

E_Q : es la energía reactiva que el banco de condensadores suministra a la planta en un año en Kvar-h. Se calcula a partir de las horas de trabajo de la planta y el uso de la capacidad instalada del banco de condensadores.

- La planta trabajará durante las 24 horas del día.
- De 6 a.m. a 6 p.m. consideramos un promedio de 80% de la capacidad instalada del banco de condensadores.
- De 6 p.m. a 6 a.m. consideramos un promedio de 30% de la capacidad instalada del banco de condensadores.

Entonces el consumo anual de energía reactiva es:

$$E_Q = 12 \cdot 30 \cdot 12 \cdot 768.12 \text{ KVAR} \cdot 0.8 + 12 \cdot 30 \cdot 768.12 \cdot 12 \cdot 0.3$$

$$E_Q = 3'650,106.24 \text{ KVAR-H}$$

C es el costo unitario de energía reactiva en S/ por Kvar-h

$$C = 0.0343 \text{ soles por KVAR-H}$$

AER = Ahorro por pago de energía reactiva anual en soles

$$AER = 0.0343 \cdot 3'650,106.24 = \text{S/ } 124,103.61$$

Del apartado 4.2. tenemos que el costo total (CT) de fabricación e instalación del banco de condensadores es:

$$CT = 67,577.46 + 8,627.11 = 76,204.57 \text{ soles}$$

Según lo anterior el periodo de recuperación será:

$$PR = 76,204.57 / (124,103.61/12) = 7.4 \text{ meses}$$

CONCLUSIONES

- 1. El filtro de rechazo proporciona seguridad en la operación de los condensadores, de tal manera de cumplir con el objetivo de reducir el costo por consumo de energía reactiva.**
- 2. El filtro de rechazo ha sido diseñado de tal forma que permita ampliar su capacidad para necesidades de compensación futura.**
- 3. La inversión en la implementación de los filtro de rechazo, si bien es elevada al inicio, se recupera en un periodo de tiempo corto de 7.4 meses, por lo que su aplicación resulta rentable.**
- 4. La instalación del filtro de rechazo no solo protege al condensador sino también al transformador y equipos conectados en paralelo a la red, es decir su implementación significa también continuidad de servicio y ahorro en reparación de máquinas y equipos.**
- 5. En nuestro caso el consumo de energía reactiva es muy elevado y disperso, por ello la compensación centralizada es la que resulta más económica. Sin embargo, en el futuro, para optimizar la red interna y según necesidad se podrán hacer compensaciones individuales a cargas importantes.**

6. Como se puede apreciar en el diseño del tablero del filtro de rechazo las reactancias a pesar de su peso, en comparación con los condensadores, están ubicadas en la parte superior, esto debido a que es un equipo que calienta mucho y por lo tanto debido al calor que produce puede afectar el funcionamiento de los condensadores. Por esta razón y por que el aire caliente se disipa hacia arriba es que las bobinas se han colocado encima de los condensadores. Además los extractores están colocados en la parte superior del tablero lo que facilita la expulsión del aire caliente al exterior.

RECOMENDACIONES

- 1. Luego de instalar el filtro de rechazo se deben realizar mediciones con analizador de redes para verificar su correcto funcionamiento.**
- 2. Periódicamente se debe verificar, el estado de los condensadores, contactores, resistencias de descarga y regulador de energía reactiva.**
- 3. Las altas temperaturas de operación es una de las causas más frecuentes por la que los equipos fallan y muy especialmente los condensadores, por ello es necesario verificar que los ventiladores y extractores instalados en el tablero del filtro de rechazo estén funcionando adecuadamente.**
- 4. Se debe programar el regulador de energía reactiva de tal forma que permita un desgaste parejo de los contactores.**
- 5. Se debe tener presente que el banco de condensadores, en nuestro proyecto es un equipo crítico, ya que si deja de funcionar se deben para ciertas cargas importantes de lo contrario el consumo podría sobrepasar la capacidad del transformador de potencia sobre todo en momentos de consumo pico.**

BIBLIOGRAFÍA

- 1. "ESTACIONES TRANSFORMADORAS Y DE DISTRIBUCIÓN SU ESTUDIO, REGULACION, MONTAJE Y ENSAYO";**
Gaudencio Zoppeti Júdez; 1989; Editorial Gustavo Gill S.A:
- 2. "EFICIENCIA EN EL USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA"**
Josep Balcells ; 2011 ; Editorial Marcombo S.A
- 3. "MANUAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA";** McGraw-Hill; 1998
- 4. "MANUAL DE LAS INSTALACIONES DE DISTRIBUCION DE ENERGÍA ELECTRICA";** BBC ; 1983
- 5. "CUADENO DE APLICACIONES TÉCNICAS ";** ABB; 2011
- 6. "MANUAL DE ESQUEMAS AUTOMATIZACIÓN Y DISTRIBUCION DE ENERGÍA";** MOELLER; 2000

ANEXOS

ANEXO 1

CONDENSADORES

Condensadores de potencia, BT

Condensadores prismáticos

Los condensadores prismáticos son condensadores del tipo seco, con una gama que cubre todos los rangos de potencias y tensiones, a 50 y a 60 Hz. Su diseño, así como los procesos de fabricación y ensayo, hacen que los condensadores con tecnología prismática presenten un gran nivel de calidad y una gran longevidad.

Tecnología

Los condensadores prismáticos están equipados por diferentes capacidades básicas. Estas capacidades se configuran para obtener la tensión y potencia deseada

• Capacidades básicas

Las capacidades básicas se realizan con polipropileno metalizado y son encapsuladas en resina de poliuretano termoendurecible. Este sistema dota a la capacidad básica, de una gran rigidez tanto eléctrica como mecánica.

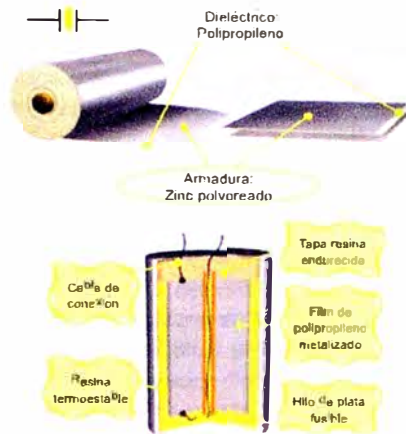
• Condensador

El conjunto de capacidades básicas es introducido en una envolvente metálica y relleno con Vermiculita. Este componente da una gran seguridad al conjunto de capacidades básicas, dadas sus propiedades como dieléctrico y material inerte no inflamable.

Niveles de protección

En caso de defecto:

- **Nivel 1.** La capa de zinc se evapora en el punto de "defecto" (zona desmetalizada), por tanto desaparece el arco
- **Nivel 2.** Si la corriente es grande (tensión elevada, armónicos) el fusible interno desconecta la capacidad básica
- **Nivel 3.** Si el defecto, no es limitado por el fusible, se generan gases en el interior del condensador averiado, por lo que la elevación de la tapa de sobrepresión desconecta el condensador básico
- **Nivel 4.** Para una mayor seguridad la VERMICULITA (inerte e ignífuga) evita cualquier tipo de deflagración



Ventajas de los condensadores prismáticos

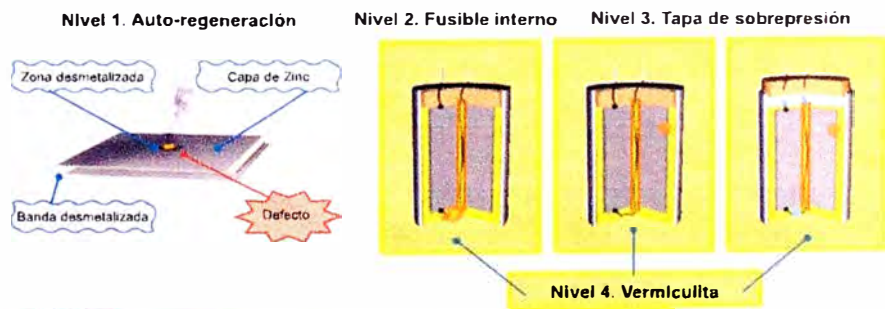
Esta tecnología presenta las siguientes ventajas:

• Continuidad de servicio

En caso de defecto de una capacidad básica ésta se desconecta sin afectar al resto, que sigue trabajando con normalidad.

• Mayor nivel de protección

Cada capacidad básica está equipada con protecciones, haciendo la Vermiculita de protección global. Este sistema permite alargar la vida de la unidad.



Condensadores prismáticos

La aplicación de nuevas tecnologías, y el uso de placas de circuito impreso a la fabricación de condensadores prismáticos, han permitido a CIRCUTOR reinventar el clásico condensador CS fabricado desde hace más de 35 años. El espíritu de innovación y tecnología propia usada en el diseño del nuevo condensador CSB, aumentan la vida de los tradicionales condensadores prismáticos en más de un 60%. Con esta nueva serie mejoramos el modelo anterior en todos sus aspectos ofreciendo un producto más duradero, seguro y rentable para nuestros clientes.

Procesos innovadores

Fabricación realizada en cadena de montaje totalmente automatizada y con procesos diseñados para favorecer la eliminación de los aspectos más críticos que afectan a la vida del condensador, que son el contacto con ambientes húmedos y los excesos de temperatura. Los procesos de montaje y ensayos intermedios realizados en la nueva serie CSB garantizan un 60% más de vida útil de los condensadores.

Uso de placas colectoras

El nuevo sistema de ensamblaje de los elementos capacitivos se basa en una placa colectoras, semejante a la utilizada en tecnología de electrónica de potencia, aportando una serie muy significativa de ventajas con respecto al usual método de conexión por medio de cableado, destacando:

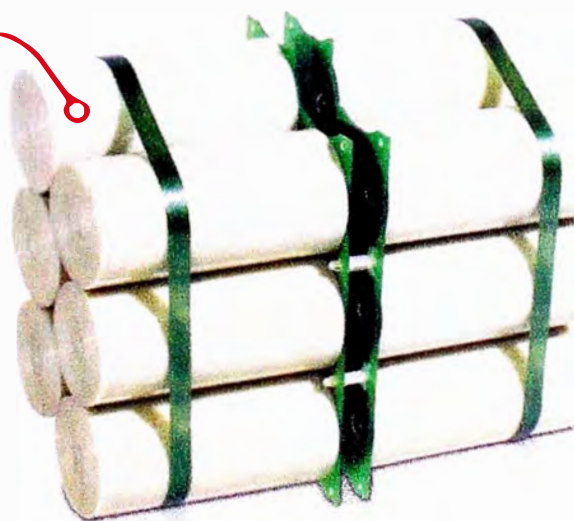
- La uniforme disposición de los elementos capacitivos en el interior de la envolvente metálica, garantiza una homogénea disipación térmica total, proporcionando una mayor vida al condensador.

- La eliminación completa del cableado de interconexión, que resulta en la reducción de sus pérdidas totales (mayor eficiencia) y tiempo de montaje, así como en la minimización de los posibles problemas por puntos calientes.

- Envolventes metálicas de menor altura que las utilizadas hasta ahora para las mismas potencias. Reduciendo así el peso y, por tanto, transporte y espacio necesario para su ubicación, tanto de los condensadores como de las baterías automáticas equipadas con éstos.

+60%
Vida útil

*El uso de la placa
colectoras de circuito
impreso asegura unas
mínimas pérdidas
totales.*



Condensadores tubulares

Los condensadores tubulares **CLZ** son condensadores en envolvente tubular, del tipo seco, que cubren una amplia gama de potencias y tensiones tanto a 50 como 60 Hz.

Su sistema de diseño, así como los procesos de fabricación y ensayo, hacen que los condensadores tubulares **CLZ** presenten un gran nivel de calidad y una gran longevidad.

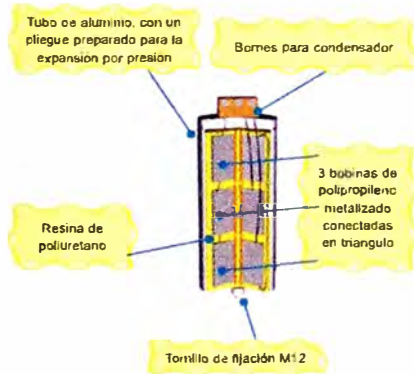
Nueva tecnología

Nueva tecnología de refrigeración.

Los condensadores **CLZ** hasta 25 kvar ofrecen una nueva tecnología de refrigeración mediante gas nitrógeno, siendo un sistema refrigerante de altas prestaciones, inocuo y antiinflamable.

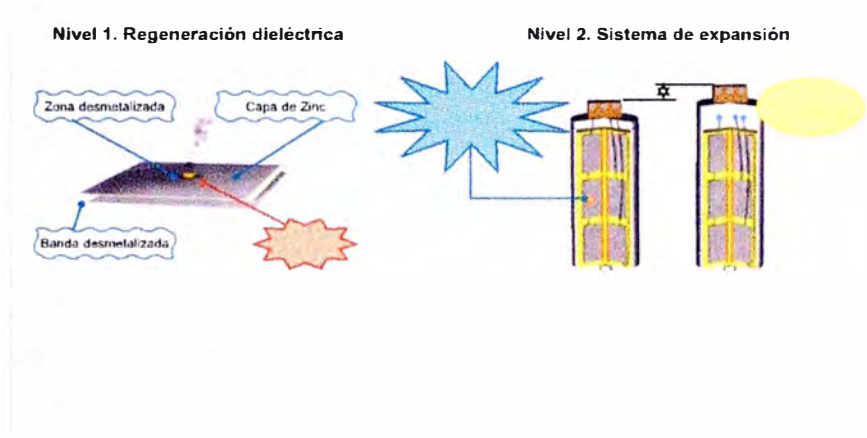
Reducidas dimensiones y alta disipación

- Diámetros de 85, 110 y 136 mm.
- Reducida altura de condensadores
- Envolvente de aluminio



Niveles de protección

- Nivel 1 Nivel 2



Nueva tecnología refrigeración gas inerte y carcasa de aluminio

Nueva tecnología

Etiquetas multimarcado

Grado de protección IP 20 (hasta 30 kvar)

TLCZ-FP

Tabla de selección de producto

	Característica	Gama	Potencia máxima	Tensión	Frecuencia	Pág.
CLZ-FPT		Pequeña potencia	7,5 kvar	de 230 a 480 V c.a.	50 ... 60 Hz	7
CLZ-FP		Gran potencia	50 kvar	de 230 a 520 V c.a.	50 ... 60 Hz	9
CV		Pequeña potencia	25 kvar	de 230 a 480 V c.a.	50 ... 60 Hz	11
CQ		Mediana potencia	50 kvar	de 230 a 480 V c.a.	50 ... 60 Hz	13
CSB		Gran potencia: - Baterías electromecánicas	100 kvar	de 230 a 1 000 V c.a.	50 ... 60 Hz	15
CSB-6B		Gran potencia: - Baterías sistema estático	100 kvar	de 230 a 1 000 V c.a.	50 ... 60 Hz	17
CFB		Filtros: - Baterías electromecánicas	100 kvar	de 230 a 1 000 V c.a.	50 ... 60 Hz	19
CFB-6B		Filtros: - Baterías sistema estático	100 kvar	de 230 a 1 000 V c.a.	50 ... 60 Hz	21
CSF		Compensación fija con fusibles	80 kvar	230 / 400 V c.a.	50 ... 60 Hz	23
CSM		Compensación fija con magnetotérmico 10 kA	60 kvar	230 / 400 V c.a.	50 ... 60 Hz	25
CSB-A		Compensación fija con interruptor automático 35 kA	100 kvar	230 / 400 V c.a.	50 ... 60 Hz	27
FRF/FRM		Compensación fija con reactancias y fusibles (FRF) / automática (FRM)	80 kvar	230 / 400 V c.a.	50 ... 60 Hz	29

CLZ-FPT

Condensador tubular, Terminal Faston



Descripción

Los condensadores tubulares **CLZ** son condensadores en envoltente tubular, del tipo seco, que cubren una amplia gama de potencias y tensiones tanto a 50 como 60 Hz. Su diseño, así como los procesos de fabricación y ensayo, hacen que los condensadores tubulares **CLZ** presenten un gran nivel de calidad y una gran longevidad.

Los condensadores **CLZ** están compuestos por 3 capacidades básicas que son introducidas en una envoltente metálica cilíndrica y rellena con un gel que realiza las funciones de dieléctrico y soporte mecánico.

Aplicación

Su aplicación se centra en la compensación en instalaciones tanto en cargas fijas como en variaciones de cargas (baterías de condensadores).

Características

Características eléctricas

Sobrecarga	1,3 veces la corriente nominal en permanencia
Sobretensión	10 %, 8 sobre 24 horas 15 %, hasta 15 minutos sobre 24 horas 20 %, hasta 5 minutos sobre 24 horas 30 %, hasta 1 minuto sobre 24 horas
Nivel de aislamiento	3 / 15 kV
Tolerancia	-5...+15 %
Resistencia de descarga	75 V / 3 minutos
Frecuencia	50 ó 60 Hz
Pérdidas:	<ul style="list-style-type: none"> • Dieléctricas • Totales
Protecciones	<ul style="list-style-type: none"> • Regeneración dieléctrica • Sistema de expansión

Características mecánicas

Envoltente	Aluminio
Bornes de potencia	tipo Faston
Tomillos de sujeción	M10
Grado de protección	IP 00 para CLZ-FPT y CLZ-FP >30 kvar IP 20 para CLZ-FP ≤ 30 kvar IP 54 para CLZ-FP con tapa cubrebornes

Condiciones ambientales

Temperatura Clase D:	Medida diana	45 °C
	Medida anual	35 °C
	Máxima	55 °C
	Mínima	-25 °C
Humedad		80 % HR
Altitud		2 000 m

Condiciones de montaje

Tipo de montaje	Vertical
Ventilación	Natural o forzada según diseño de armario
Distancia entre condensadores	Mínimo 2 cm

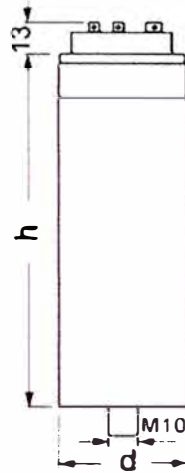
Normas

CEI 60831-1, CEI 70/7, UNE 20827, UNE 20010, BS 1650, VDE 560

CLZ-FPT

Condensador tubular, terminal Faston

Dimensiones



Tipo	d	h
A	50	151
A1	65	155
A2	75	155
A3	75	215

Referencias

kvar (50 Hz)		kvar (60 Hz)		Dimensiones mm (d x h)	Peso (kg)	Tipo fig.	Tipo	Código
400 V	440 V	400 V	440 V					
2	2,5	2,5		50 x 151	0,3	A	CLZ-FPT-44/2,5	R20574
2,5	3	3		50 x 151	0,3	A	CLZ-FPT-44/3	R20575
4	5	5		65 x 155	0,5	A1	CLZ-FPT-43/5	R20578
5	6,25	6		75 x 155	0,7	A2	CLZ-FPT-44/6,25	R20579
6,25	7,5	7,5		75 x 215	1	A3	CLZ-FPT-44/7,5	R2057A

CLZ-FP

Cond



Descripción

Los condensadores tubulares CLZ son condensadores en envoltorio tubular, del tipo seco, que cubren una amplia gama de potencias y tensiones tanto a 50 como 60 Hz. Su sistema de diseño, así como los procesos de fabricación y ensayo, hacen que los condensadores tubulares CLZ presenten un gran nivel de calidad y una gran longevidad.

Nueva tecnología de refrigeración.

Los condensadores CLZ hasta 25 kvar ofrecen una nueva tecnología de refrigeración mediante gas nitrógeno, siendo un sistema refrigerante de altas prestaciones, inocuo y antiinflamable.

Aplicación

Su aplicación se centra en la compensación en instalaciones tanto en cargas fijas como en variaciones de cargas (baterías de condensadores).

Características

Características eléctricas

Sobrecarga	1,3 veces la corriente nominal en permanencia
Sobretensión	10 %, 8 sobre 24 horas 15 %, hasta 15 minutos sobre 24 horas 20 %, hasta 5 minutos sobre 24 horas 30 %, hasta 1 minuto sobre 24 horas
Nivel de aislamiento	3 / 15 kV
Tolerancia	-5...+15 %
Resistencia de descarga	75 V / 3 minutos
Frecuencia	50 o 60 Hz
Pérdidas:	Niveles sistema CLZ: < 0,2 W / kvar < 0,5 W / kvar
	• Regeneración dieléctrica • Sistema de expansión
Protecciones	

Características mecánicas

Envoltorio	Aluminio
Bornes de potencia	M10
Tornillos de sujeción	M12
Grado de protección	IP 00 para CLZ-FPT y CLZ-FP >30 kvar IP 20 para CLZ-FP ≤ 30 kvar IP 54 para CLZ-FP con tapa cubrebornes

Condiciones ambientales

Temperatura Clase D:	Medida diaria	45 °C
	Medida anual	35 °C
	Máxima	55 °C
	Mínima	-25 °C
Humedad		80 % HR
Altitud		2 000 m

Condiciones de montaje

Tipo de montaje	Vertical
Ventilación	Natural o forzada según diseño de armario
Distancia entre condensadores	Mínimo 2 cm

Normas

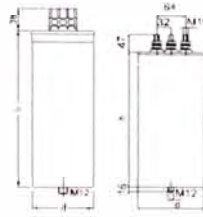
CEI 60831-1, CEI 70/7, UNE 20827, UNE 20010, BS 1650, VDE 560

CLZ-FP

Condensador tubular con roseta de conexión



Dimensiones



Tipo	d	h	Tipo	d	h
B	85	175	G	136	220
C	85	245	H	136	261
D	110	220	I	136	355
E	110	245			
F	110	261			

Referencias

230 V			kvar (50 Hz)		kvar (60 Hz)		Dimensiones mm (d x h)	Peso (kg)	Tipo Fig.	Tipo	Código	
220 V	230 V	240 V	220 V	230 V								
2,3	2,5	2,7	2,7	3	85 x 175	1,2	B	CLZ-FP-23/2,5	R20514			
3,7	4	4,4	4,4	4,8	85 x 245	1,6	C	CLZ-FP-23/4	R20517			
4,6	5	5,4	5,5	6	85 x 245	1,6	C	CLZ-FP-23/5	R20518			
5,7	7,5	8,2	8,2	9	110 x 245	2,6	E	CLZ-FP-23/7,5	R2051A			
9,1	10	10,9	11	12	110 x 245	2,6	E	CLZ-FP-23/10	R2051C			
11,4	12,5	13,6	--	--	136 x 220	3,3	G	CLZ-FP-23/12,5	R2051D			
13,7	25	--	--	--	136 x 220	3,3	G	CLZ-FP-23/15	R2051E			
440 V			400 V		440 V		Dimensiones mm (d x h)	Peso (kg)	Tipo Fig.	Tipo	Código	
400 V	440 V	400 V	440 V									
8	10	10	10	85 x 245	1	C	CLZ-FP-44/10	R2057C				
10	12,5	12	12	85 x 245	1,2	C	CLZ-FP-44/12,5	R2057D				
12,5	15	15	15	85 x 245	1,3	C	CLZ-FP-44/15	R2057E				
15	18,2	18	18	110 x 245	2	E	CLZ-FP-44/18,2	R2057M				
16	20	20	20	110 x 245	2	E	CLZ-FP-44/20	R2057F				
20	25	--	--	110 x 245	2,2	E	CLZ-FP-44/25	R2057G				
25	30	--	--	110 x 245	3,3	E	CLZ-FP-44/30	R2057H				
32	40	--	--	136 x 261	4,2	H	CLZ-FP-44/40	R2057J				
40	50	--	--	136 x 355	5,5	I	CLZ-FP-44/50	R2057K				
525 V			480 V		525 V		Dimensiones mm (d x h)	Peso (kg)	Tipo Fig.	Tipo	Código	
480 V	525 V	550 V	480 V	525 V								
1,7	2	2,2	2,0	2,4	85 x 175	1,2	B	CLZ-FP-52/2	R20553			
2,1	2,5	2,7	2,5	3	85 x 175	1,2	B	CLZ-FP-52/2,5	R20554			
2,5	3	3,3	3,0	3,6	85 x 175	1,2	B	CLZ-FP-52/3	R20555			
3,3	4	4,4	4,0	4,8	85 x 175	1,2	B	CLZ-FP-52/4	R20557			
4,2	5	5,5	5,0	6	85 x 175	1,2	B	CLZ-FP-52/5	R20558			
5,2	6,25	6,8	6,2	7,5	85 x 175	1,2	B	CLZ-FP-52/6,25	R20559			
6,3	7,5	8,2	7,5	9	85 x 245	1,6	C	CLZ-FP-52/7,5	R2055A			
6,7	8	8,7	8	9,6	85 x 245	1,6	C	CLZ-FP-52/8	R2055B			
8,4	10	11	10,0	12	85 x 245	1,6	C	CLZ-FP-52/10	R2055C			
10,4	12,5	13,7	12,5	15	110 x 220	2,2	D	CLZ-FP-52/12,5	R2055D			
12,5	15	16,5	15,0	18	110 x 245	2,6	E	CLZ-FP-52/15	R2055E			
16,7	20	22	20,1	24	110 x 245	2,6	E	CLZ-FP-52/20	R2055F			
20,89	25	27,4	24,57	30	110 x 245	2,7	E	CLZ-FP-52/25	R2055G			
25	30	33	30	36	136 x 220	2,8	G	CLZ-FP-52/30	R2055H			
33	40	44	40	50	136 x 261	2,9	H	CLZ-FP-52/40	R2055J			
42	50	55	50	60	136 x 355	3	I	CLZ-FP-52/50	R2055K			
460 V - para filtrado			460 V		440 V		460 V		Reactancia	Código R.	Tipo	Código
460 V	440 V	460 V	460 V									
6	6,6	7,2	85 x 175	0,9	B	CLZ-FP-46/6,25	R20589					
12,5	13,7	15	85 x 245	1,2	C	CLZ-FP-46/12,5	R2058D					
15	16,5	18	85 x 245	1,4	C	CLZ-FP-46/15	R2058E					
19	20,9	22,8	85 x 245	1,9	C	CLZ-FP-46/19	R2058L					
25	27,4	30	85 x 245	2,1	C	CLZ-FP-46/25	R2058G					
30	32,9	36,6	136 x 220	3	G	CLZ-FP-46/30	R2058H					
6	6,6	7,2	R-5-400	P70110	B	CLZ-FP-46/6,25	R20589					
12,5	13,7	15	R-10-400	P70115	C	CLZ-FP-46/12,5	R2058D					
15	16,5	18	R-12,5-400	P70117	C	CLZ-FP-46/15	R2058E					
19	20,9	22,8	R-15-400	P70120	C	CLZ-FP-46/19	R2058L					
25	27,4	30	R-20-400	P70125	C	CLZ-FP-46/25	R2058G					
30	32,9	36,6	R-25-400	P70130	G	CLZ-FP-46/30	R2058H					

CV

Condensador trifásico de potencia para baja tensión



Descripción

Los condensadores prismáticos **CV** son condensadores del tipo seco, con una gama que cubre rangos de potencias y tensiones, tanto a 50 como a 60 Hz.

Su diseño, así como los procesos de fabricación y ensayo, hacen que los condensadores con tecnología prismática presenten una gran longevidad.

Sus 4 niveles de protección interna (autoregeneración fusible interno, tapa de sobrepresión y vermiculita), hacen de los condensadores prismáticos los más seguros del mercado.

Aplicación

Su aplicación se centra en la compensación en instalaciones tanto en cargas fijas como en variaciones de cargas (baterías de condensadores).

Características

Características eléctricas

Sobrecarga		1,3 veces la corriente nominal en permanencia
		10 %, 8 sobre 24 horas
		15 %, hasta 15 minutos sobre 24 horas
		20 %, hasta 5 minutos sobre 24 horas
		30 %, hasta 1 minuto sobre 24 horas
Sobretensión:		
Nivel de aislamiento		3 / 15 kV
Tolerancia de potencia		-5...+15 %
Resistencia de descarga		75 V / 3 minutos
Frecuencia		50 o 60 Hz
Perdidas:	• Dieléctricas • Totales	< 0,2 W / kvar < 0,5 W / kvar
Protecciones		• Regeneración dieléctrica • Fusible interno • Sistema de sobrepresión • Vermiculita

Características mecánicas

Envolvente		Acero tratado y pintado color RAL 3005
Bornes:	• Potencia • Tierra	• M6 para CV, M10 para CQ, CSB, CSB-6B, CFB, CFB-6B • M6
Pares de apnete		• CV 5 Nm • CQ, CSB, CSB-6B, CFB, CFB-6B: 15 Nm
Grado de protección		IP 42 con tapa cubrebornes

Condiciones ambientales

Temperatura Clase C:	Medida diaria	40 °C
	Media anual	30 °C
	Máxima	50 °C
	Minima	-40 °C
Humedad		80 %
Altitud		2 000 m

Condiciones de montaje

Tipo de montaje	Vertical
Ventilación	Natural o forzada según diseño de armario
Distancia entre condensadores	Mínimo 4 cm
Peso	0,4 kg

Normas

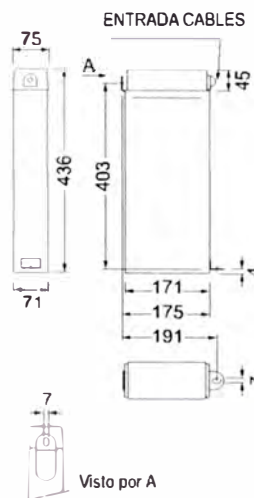
CEI 60831-1, CEI 70/7, UNE 20827, UNE 20310, BS 1650, VDE 560

CV

Condensador trifásico de potencia para baja tensión



Dimensiones



Referencias

230 V						440 V							
kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código	kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código		
50 Hz	60 Hz					50 Hz	60 Hz						
2,5	3	3	204 x 435 x 75	CV-23/2,5	R20114	2,5	3	2	204 x 435 x 75	CV-44/2,5	R20144		
3,75	4,5	3,5	204 x 435 x 75	CV-23/3,75	R20116	5	4,5	2	204 x 435 x 75	CV-44/5	R20148		
5	6	3,5	204 x 435 x 75	CV-23/5	R20118	7,5	9	2,5	204 x 435 x 75	CV-44/7,5	R2014A		
7,5	9	4	204 x 435 x 75	CV-23/7,5	R2011A	10	12,5	2,5	204 x 435 x 75	CV-44/10	R2014C		
10	12,5	4	204 x 435 x 75	CV-23/10	R2011C	12,5	15	3	204 x 435 x 75	CV-44/12,5	R2014D		
12,5	15	4,5	204 x 435 x 75	CV-23/12,5	R2011D	15	17,5	4	204 x 435 x 75	CV-44/15	R2014E		
15	17,5	4,5	204 x 435 x 75	CV-23/15	R2011E	20	25	4	204 x 435 x 75	CV-44/20	R2014F		
400 V						25	30	6	204 x 435 x 75	CV-44/25	R2014G		
kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código	460 V							
50 Hz	60 Hz					kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código		
2,5	3	2,5	204 x 435 x 75	CV-40/2,5	R20134	50 Hz	80 Hz					2,5	3
5	4,5	2,5	204 x 435 x 75	CV-40/5	R20138	5	6	1	204 x 435 x 75	CV-46/5	R20158		
7,5	9	3	204 x 435 x 75	CV-40/7,5	R2013A	7,5	9	1,5	204 x 435 x 75	CV-46/7,5	R2015A		
10	12,5	3	204 x 435 x 75	CV-40/10	R2013C	10	12,5	1,5	204 x 435 x 75	CV-46/10	R2015C		
12,5	15	3,5	204 x 435 x 75	CV-40/12,5	R2013D	12,5	15	2	204 x 435 x 75	CV-46/12,5	R2015D		
15	17,5	4,5	204 x 435 x 75	CV-40/15	R2013E	15	17,5	3	204 x 435 x 75	CV-46/15	R2015E		
20	25	4,5	204 x 435 x 75	CV-40/20	R2013F								
25	30	6,5	204 x 435 x 75	CV-40/25	R2013G								

CQ

Condensador trifásico de potencia para baja tensión

**Descripción**

Los condensadores prismáticos **CQ** son condensadores del tipo seco, con una gama que cubre rangos de potencias y tensiones, tanto a 50 como a 60 Hz.

Su diseño, así como los procesos de fabricación y ensayo, hacen que los condensadores con tecnología prismáticos presenten una gran longevidad.

Sus 4 niveles de protección interna (autoregeneración fusible interno, tapa de sobrepresión y vermiculita), hacen de los condensadores prismáticos los más seguros del mercado.

Aplicación

Su aplicación se centra en la compensación en instalaciones tanto en cargas fijas como en variaciones de cargas (baterías de condensadores).

Características**Características eléctricas**

Sobrecarga		1,3 veces la corriente nominal en permanencia
Sobretensión		10 %, 8 sobre 24 horas 15 %, hasta 15 minutos sobre 24 horas 20 %, hasta 5 minutos sobre 24 horas 30 %, hasta 1 minuto sobre 24 horas
Nivel de aislamiento		3 / 15 kV
Tolerancia de potencia		-5...+15 %
Resistencia de descarga		75 V / 3minutos
Frecuencia		50 ó 60 Hz
Pérdidas:	• Dieléctricas • Totales	< 0,2 W / kvar < 0,5 W / kvar
Protecciones		• Regeneración dieléctrica • Fusible interno • Sistema de sobrepresión • Vermiculita

Características mecánicas

Envolvente		Acero tratado y pintado color RAL 3005
Bornes:	• Potencia • Tierra	• M6 para CV, M10 para CQ, CSB, CSB-6B, CFB, CFB-6B • M6
Pares de apriete		• CV 5 Nm • CQ, CSB, CSB-6B, CFB, CFB-6B: 15 Nm
Grado de protección		IP 42 con tapa cubrebomes

Condiciones ambientales

Temperatura Clase C:	Medida diaria	40 °C
	Media anual	30 °C
	Máxima	50 °C
	Mínima	-40 °C
Humedad		80 %
Altitud		2 000 m

Condiciones de montaje

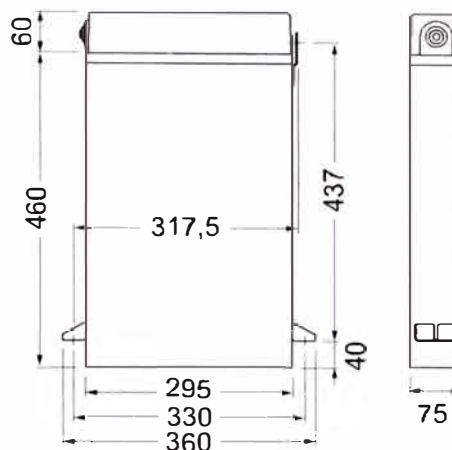
Tipo de montaje	Vertical
Ventilación	Natural o forzada según diseño de armario
Distancia entre condensadores	Mínimo 4 cm
Peso	0,4 kg

Normas

CEI 60831-1, CEI 70/7, UNE 20827, UNE 20010, BS 1650, VDE 560

CQ

Condensador trifásico de potencia para baja tensión


Dimensiones

Referencias
230 V

kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
50 Hz	60 Hz				
10	12,5	4,9	360 x 520 x 75	CQ-23/10	R2031C
12,5	15	4,9	360 x 520 x 75	CQ-23/12,5	R2031D
15	17,5	4,9	360 x 520 x 75	CQ-23/15	R2031E
20	25	6,4	360 x 520 x 75	CQ-23/20	R2031F
25	30	7,9	360 x 520 x 75	CQ-23/25	R2031G
30	35	7,9	360 x 520 x 75	CQ-23/30	R2031H

400 V

kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
50 Hz	60 Hz				
10	12,5	4	360 x 520 x 75	CQ-40/10	R2033C
12,5	15	4,5	360 x 520 x 75	CQ-40/12,5	R2033D
15	17,5	5	360 x 520 x 75	CQ-40/15	R2033E
20	25	6	360 x 520 x 75	CQ-40/20	R2033F
25	30	6	360 x 520 x 75	CQ-40/25	R2033G
30	35	6	360 x 520 x 75	CQ-40/30	R2033H
40	50	7	360 x 520 x 75	CQ-40/40	R2033J
50	60	9	360 x 520 x 75	CQ-40/50	R2033K

440 V

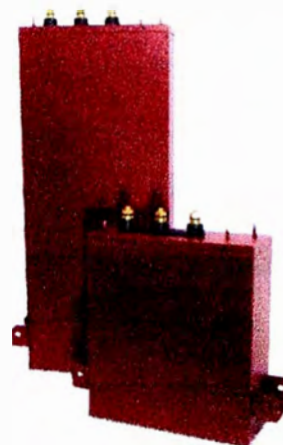
kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
50 Hz	60 Hz				
15	17,5	4,1	360 x 520 x 75	CQ-44/15	R2034E
20	25	4,9	360 x 520 x 75	CQ-44/20	R2034F
25	30	4,9	360 x 520 x 75	CQ-44/25	R2034G
30	35	4,9	360 x 520 x 75	CQ-44/30	R2034H
40	50	6	360 x 520 x 75	CQ-44/40	R2034J
50	60	7,9	360 x 520 x 75	CQ-44/50	R2034K

460 V

kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
50 Hz	60 Hz				
10	12,5	4,1	360 x 520 x 75	CQ-46/10	R2035C
12,5	15	4,1	360 x 520 x 75	CQ-46/12,5	R2035D
15	17,5	4,1	360 x 520 x 75	CQ-46/15	R2035E
20	25	4,9	360 x 520 x 75	CQ-46/20	R2035F
25	30	4,9	360 x 520 x 75	CQ-46/25	R2035G
30	35	4,9	360 x 520 x 75	CQ-46/30	R2035H
40	50	7,9	360 x 520 x 75	CQ-46/40	R2035J
50	60	7,9	360 x 520 x 75	CQ-46/50	R2035K
60	-	8,1	360 x 520 x 75	CQ-46/60	R2035L

CSB

Condensadores prismáticos trifásicos de potencia de nueva generación



Descripción

La aplicación de nuevas tecnologías, y el uso de placas de circuito impreso a la fabricación de condensadores prismáticos, han permitido a CIRCUTOR reinventar el clásico condensador **CS** fabricado desde hace más de 35 años.

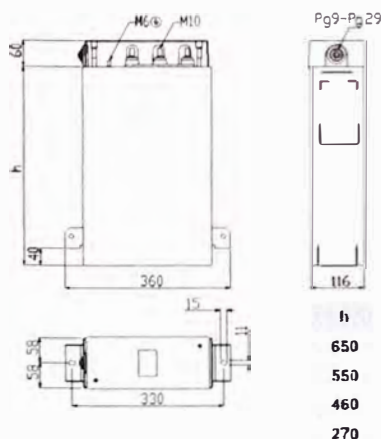
El espíritu de innovación y tecnología propia usada en el diseño del nuevo condensador **CSB**, aumentan la vida de los tradicionales condensadores prismáticos en más de un 60%.

Con esta nueva serie mejoramos el modelo anterior en todos sus aspectos ofreciendo un producto más duradero, seguro y rentable para nuestros clientes.

Aplicación

Su aplicación se centra en la compensación en instalaciones tanto en cargas fijas como en variaciones de cargas (baterías de condensadores).

Dimensiones



Características

Características

Sobrecarga	1,3 veces la corriente nominal en permanencia
Sobretensión	10%, 8 sobre 24 horas 15%, hasta 15 minutos sobre 24 horas 20%, hasta 5 minutos sobre 24 horas 30%, hasta 1 minuto sobre 24 horas
Nivel de aislamiento	3 / 15 kV
Potencias	Desde 5 kvar hasta 120 kvar
Tensiones	Desde 230 V hasta 1100 V
Tolerancia de potencia	-5 ... +15%
Resistencia de descarga	75 V/3 min
Frecuencia	50 ... 60 Hz
Pérdidas	Dieléctricas < 0,2 W / kvar Totales < 0,5 W / kvar
Protecciones	Regeneración dieléctrica Fusible interno Sistema de sobrepresión Vermiculita

Características mecánicas

Envolvente	Acero tratado y pintado color RAL 3005
Bornes	Potencia M10 Tierra M6
Pares de apriete	15 Nm
Grado de protección	IP 42 con tapa cubre bornes

Condiciones ambientales

Temperatura clase D	Media diaria 45 °C Media anual 35 °C Máxima 55 °C Mínima -40 °C
Humedad relativa	80% (sin condensación)
Altitud máxima	2000 m

Condiciones de montaje

Tipo de montaje	Vertical / Horizontal
Ventilación	Natural o forzada según diseño del armario
Distancia entre condensadores	Mínimo de 4 cm

Normas

CEI 60831-1, UNE - EN 60831-1

CSB

Condensadores prismáticos trifásicos de potencia de nueva generación



Referencias

kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
50 Hz	60 Hz				
10	12,5	3,3	360 x 330 x 120	CSB-23/10	R2321C
12,5	15	3,3	360 x 330 x 120	CSB-23/12,5	R2321D
15	17,5	3,3	360 x 330 x 120	CSB-23/15	R2321E
20	25	4,2	360 x 330 x 120	CSB-23/20	R2321F
25	30	5,0	360 x 330 x 120	CSB-23/25	R2321G
30	35	5,0	360 x 330 x 120	CSB-23/30	R2321H
40	50	7,3	360 x 520 x 120	CSB-23/40	R2321J
50	60	8,2	360 x 520 x 120	CSB-23/50	R2321K

kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
50 Hz	60 Hz				
15	17,5	3,3	360 x 330 x 120	CSB-40/15	R2323E
20	25	3,3	360 x 330 x 120	CSB-40/20	R2323F
25	30	3,3	360 x 330 x 120	CSB-40/25	R2323G
30	35	4,2	360 x 330 x 120	CSB-40/30	R2323H
40	50	5,0	360 x 330 x 120	CSB-40/40	R2323J
50	60	5,0	360 x 330 x 120	CSB-40/50	R2323K
60	70	6,6	360 x 520 x 120	CSB-40/60	R2323L
80	95	8,2	360 x 520 x 120	CSB-40/80	R2323Q
100	120	9,0	360 x 520 x 120	CSB-40/100	R2323R

kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
50 Hz	60 Hz				
15	17,5	2,6	360 x 330 x 120	CSB-44/15	R2324E
20	25	3,3	360 x 330 x 120	CSB-44/20	R2324F
25	30	3,3	360 x 330 x 120	CSB-44/25	R2324G
30	35	3,5	360 x 330 x 120	CSB-44/30	R2324H
40	50	4,2	360 x 330 x 120	CSB-44/40	R2324J
50	60	5,0	360 x 330 x 120	CSB-44/50	R2324K
60	70	5,0	360 x 330 x 120	CSB-44/60	R2324L
80	95	7,3	360 x 520 x 120	CSB-44/80	R2324Q
100	120	8,2	360 x 520 x 120	CSB-44/100	R2324R

kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
50 Hz	60 Hz				
15	17,5	3,3	360 x 330 x 120	CSB-46/15	R2325E
20	25	3,3	360 x 330 x 120	CSB-46/20	R2325F
25	30	4,2	360 x 330 x 120	CSB-46/25	R2325G
30	35	4,2	360 x 330 x 120	CSB-46/30	R2325H
40	50	5,0	360 x 330 x 120	CSB-46/40	R2325J
50	60	6,6	360 x 520 x 120	CSB-46/50	R2325K
60	70	7,3	360 x 520 x 120	CSB-46/60	R2325L
80	95	9,0	360 x 520 x 120	CSB-46/80	R2325Q
100	120	10,9	360 x 610 x 120	CSB-46/100	R2325R

kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
50 Hz	60 Hz				
8	10	2,8	360 x 330 x 120	CSB-48/10	R277AC
12,5	15	3,5	360 x 330 x 120	CSB-48/15	R277AE
16,7	20	3,5	360 x 330 x 120	CSB-48/20	R277AF
20,8	25	4,2	360 x 330 x 120	CSB-48/25	R277AG
25	30	4,2	360 x 330 x 120	CSB-48/30	R277AH
33,3	40	5,0	360 x 330 x 120	CSB-48/40	R277AJ
41,7	50	6,8	360 x 520 x 120	CSB-48/50	R277AK
50	60	7,5	360 x 520 x 120	CSB-48/60	R277AL
66,7	80	9,0	360 x 520 x 120	CSB-48/80	R277AQ
83,8	100	10,9	360 x 610 x 120	CSB-48/100	R277AR

kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
50 Hz	60 Hz				
9,11	10,93	2,6	360 x 330 x 120	CSB-52/10	R2326C
13,67	16,4	3,3	360 x 330 x 120	CSB-52/15	R2326E
18,22	21,87	3,3	360 x 330 x 120	CSB-52/20	R2326F
22,78	27,33	4,2	360 x 330 x 120	CSB-52/25	R2326G
27,33	32,8	4,2	360 x 330 x 120	CSB-52/30	R2326H
36,45	43,74	5,0	360 x 330 x 120	CSB-52/40	R2326J
45,56	54,67	6,6	360 x 520 x 120	CSB-52/50	R2326K
54,67	65,6	7,3	360 x 520 x 120	CSB-52/60	R2326L
63,78	76,54	8,2	360 x 520 x 120	CSB-52/70	R2326M

kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
50 Hz	60 Hz				
10	12,5	2,6	360 x 330 x 120	CSB-69/10	R232BC
15	17,5	3,3	360 x 330 x 120	CSB-69/15	R232BE
20	25	3,3	360 x 330 x 120	CSB-69/20	R232BF
25	30	3,3	360 x 330 x 120	CSB-69/25	R232BG
30	35	4,2	360 x 330 x 120	CSB-69/30	R232BH
40	50	5,0	360 x 330 x 120	CSB-69/40	R232BJ
50	60	5,0	360 x 330 x 120	CSB-69/50	R232BK
60	70	6,6	360 x 520 x 120	CSB-69/60	R232BL
80	95	8,2	360 x 520 x 120	CSB-69/80	R232BQ
100	-	9,0	360 x 520 x 120	CSB-69/100	R232BR

kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
50 Hz	60 Hz				
10	12	3,5	360x330x120	CSB-110/10	R2327C
20	24	5,0	360x330x120	CSB-110/20	R2327F
30	36	5,0	360x330x120	CSB-110/30	R2327H
40	48	7,5	360x480x120	CSB-110/40	R2327J
50	60	9,0	360x520x120	CSB-110/50	R2327K
60	72	9,0	360x520x120	CSB-110/60	R2327L
70	84	10,9	360x610x120	CSB-110/70	R2327M

CSB-6B

Condensador trifásico de potencia para baja tensión.
Bitemensión



Descripción

La aplicación de nuevas tecnologías, y el uso de placas de circuito impreso a la fabricación de condensadores prismáticos, han permitido a **CIRCUTOR** reinventar el clásico condensador **CS** fabricado desde hace más de 35 años.

El espíritu de innovación y tecnología propia usada en el diseño del nuevo condensador **CSB**, aumentan la vida de los tradicionales condensadores prismáticos en más de un 60%.

Con esta nueva serie mejoramos el modelo anterior en todos sus aspectos ofreciendo un producto más duradero, seguro y rentable para nuestros clientes.

Aplicación

Su aplicación se centra en la compensación en instalaciones tanto en cargas fijas como en variaciones de cargas (baterías de condensadores). Aplicación para sistemas estáticos.

Características

Características eléctricas

Sobrecarga	1,3 veces la corriente nominal en permanencia
Sobretensión	10 %, 8 sobre 24 horas 15 %, hasta 15 minutos sobre 24 horas 20 %, hasta 5 minutos sobre 24 horas 30 %, hasta 1 minuto sobre 24 horas
Nivel de aislamiento	3 / 15 kV
Tolerancia de potencia	-5...+15 %
Resistencia de descarga	75 V / 3 minutos
Frecuencia	50 o 60 Hz
Perdidas:	<ul style="list-style-type: none"> • Dieléctricas • Totales
Protecciones	<ul style="list-style-type: none"> • Regeneración dieléctrica • Fusible interno • Sistema de sobrepresión • Vermiculita

Características mecánicas

Envolvente	Acero tratado y pintado color RAL 3005
Bornes:	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia • Tierra
Pares de apriete	<ul style="list-style-type: none"> • CV 5 Nm • CQ, CSB, CSB-6B, CFB, CFB-6B: 15 Nm
Grado de protección	IP 42 con tapa cubrebornes

Condiciones ambientales

Temperatura Clase C:	Medida diaria	40 °C
	Media anual	30 °C
	Máxima	50 °C
	Mínima	-40 °C
Humedad		80 %
Altitud		2 000 m

Condiciones de montaje

Tipo de montaje	Vertical
Ventilación	Natural o forzada según diseño de armario
Distancia entre condensadores	Mínimo 4 cm
Peso	0,4 kg

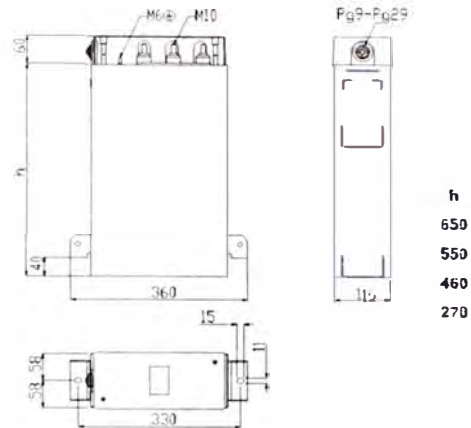
Normas

CEI 60831-1, CEI 70/7, UNE 20827, UNE 20010, BS 1650, VDE 560

CSB-6B

Condensador trifásico de potencia para baja tensión. Bitensión

Dimensiones



Referencias

BITENSIÓN 230 / 400 V

kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
50 Hz	60 Hz				
5	6	3,3	360 x 330 x 120	CSB-2340/5	R2328B
7,5	9	3,9	360 x 330 x 120	CSB-2340/7,5	R2328A
10	12,5	3,9	360 x 330 x 120	CSB-2340/10	R2328C
12,5	15	3,9	360 x 330 x 120	CSB-2340/12,5	R2328D
15	17,5	4,6	360 x 330 x 120	CSB-2340/15	R2328E
20	25	4,6	360 x 330 x 120	CSB-2340/20	R2328F
25	30	4,6	360 x 330 x 120	CSB-2340/25	R2328G
30	35	6,2	360 x 330 x 120	CSB-2340/30	R2328H
40	50	8,3	360 x 520 x 120	CSB-2340/40	R2328J

BITENSIÓN 400 / 690 V

kvar		Peso (kg)	Dim. (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
50 Hz	60 Hz				
5	6	2,5	360 x 330 x 120	CSB-4069/5	R2329B
7,5	9	3,5	360 x 330 x 120	CSB-4069/7,5	R2329A
10	12,5	4,5	360 x 330 x 120	CSB-4069/10	R2329C
12,5	15	5	360 x 330 x 120	CSB-4069/12,5	R2329D
15	17,5	6	360 x 330 x 120	CSB-4069/15	R2329E
20	25	6,5	360 x 330 x 120	CSB-4069/20	R2329F
25	30	7	360 x 330 x 120	CSB-4069/25	R2329G
30	35	7,5	360 x 330 x 120	CSB-4069/30	R2329H
40	50	8,5	360 x 330 x 120	CSB-4069/40	R2329J
50	60	10,5	360 x 330 x 120	CSB-4069/50	R2329K
60	70	13,5	360 x 520 x 120	CSB-4069/60	R2329L
75	95	15	360 x 520 x 120	CSB-4069/75	R2329P
80	96	11,3	360 x 520 x 120	CSB-4069/80	R2329Q

Nota: Los condensadores bitensión sirven para la compensación fija de motores.

CFB

Condensador para filtros de rizado



Descripción

La aplicación de nuevas tecnologías, y el uso de placas de circuito impreso a la fabricación de condensadores prismáticos, han permitido a **CIRCUTOR** reinventar el clásico condensador **CS** fabricado desde hace más de 35 años.

El espíritu de innovación y tecnología propia usada en el diseño del nuevo condensador **CSB**, aumentan la vida de los tradicionales condensadores prismáticos en más de un 60%.

Con esta nueva serie mejoramos el modelo anterior en todos sus aspectos ofreciendo un producto más duradero, seguro y rentable para nuestros clientes.

Aplicación

Su aplicación se centra en la compensación en instalaciones tanto en cargas fijas como en variaciones de cargas (baterías de condensadores), y con contenido de armónicos elevado y/o existencia de riesgo de resonancia.

Características

Características eléctricas

Sobrecarga		1.3 veces la corriente nominal en permanencia
Sobretensión:		10 %, 8 sobre 24 horas 15 %, hasta 15 minutos sobre 24 horas 20 %, hasta 5 minutos sobre 24 horas 30 %, hasta 1 minuto sobre 24 horas
Nivel de aislamiento		3 / 15 kV
Tolerancia de potencia		-5...+15 %
Resistencia de descarga		75 V / 3 minutos
Frecuencia		50 ó 60 Hz
Pérdidas:	<ul style="list-style-type: none"> • Dieléctricas • Totales 	<ul style="list-style-type: none"> < 0,2 W / kvar < 0,5 W / kvar
Protecciones		<ul style="list-style-type: none"> • Regeneración dieléctrica • Fusible interno • Sistema de sobrepresión • Vermiculita

Características mecánicas

Envolvente		Acero tratado y pintado color RAL 3005
Bornes:	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia • Tierra 	<ul style="list-style-type: none"> • M6 para CV, M10 para CQ, CSB, CSB-6B, CFB, CFB-6B • M6
Pares de apriete		<ul style="list-style-type: none"> • CV 5 Nm • CQ, CSB, CSB-6B, CFB, CFB-6B: 15 Nm
Grado de protección		IP 42 con tapa cubrebornes

Condiciones ambientales

Temperatura Clase C:	Medida diaria	40 °C
	Media anual	30 °C
	Maxima	50 °C
	Mínima	-40 °C
Humedad		80 %
Altitud		2 000 m

Condiciones de montaje

Tipo de montaje	Vertical
Ventilación	Natural o forzada según diseño de armario
Distancia entre condensadores	Mínimo 4 cm
Peso	0,4 kg

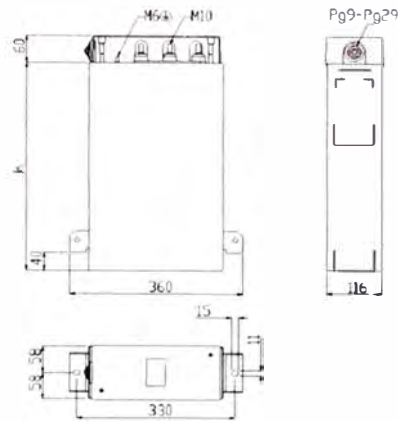
Normas

CEI 60831-1, CEI 70/7, UNE 20827, UNE 20010, BS 1650, VDE 560

CFB

Condensador para filtros de rechazo

Dimensiones



Referencias

CFB 260 V

kvar (230 V)	Peso (kg)	Dimensiones	Para reactancia	Tipo	Código
5	2,6	360 x 330 x 120	R-5-230	CFB 26/6,3	R2412A
10	3,3	360 x 330 x 120	R-10-230	CFB 26/12,5	R2412D
15	3,3	360 x 330 x 120	RB-15-230	CFB 26/18	R2412E
20	4,2	360 x 330 x 120	RB-20-230	CFB 26/25	R2412G
25	5,0	360 x 330 x 120	RB-25-230	CFB 26/30	R2412H
30	5,0	360 x 330 x 120	RB-30-230	CFB 26/37	R2412J
40	7,3	360 x 520 x 120	RB-40-230	CFB 26/48	R2412K
50	8,2	360 x 520 x 120	RB-50-230	CFB 26/60	R2412L

CFB 460 V

kvar (400 V)	kvar (440 V)	Peso (kg)	Dimensiones	Para reactancia	Tipo	Código
5	6,25	3,3	360 x 330 x 120	R-5-400 / 6-460	CFB 46/6	R2415A
10	12,5	3,9	360 x 330 x 120	R-10-400 / 12,5-460	CFB 46/12,5	R2415D
12,5	15	3,9	360 x 330 x 120	R-12,5-400 / 15-460	CFB 46/15	R2415E
15	18,75	3,9	360 x 330 x 120	R-15-400 / 19-460	CFB 46/19	R2415F
20	25	4,6	360 x 330 x 120	RB-20-400 / 25-460	CFB 46/25	R2415G
25	30	4,6	360 x 330 x 120	RB-25-400 / 30-460	CFB 46/30	R2415H
30	37,5	6,2	360 x 330 x 120	RB-30-400 / 37-460	CFB 46/37	R2415J
40	50	7,0	360 x 520 x 120	RB-40-400 / 50-460	CFB 46/50	R2415K
50	60	9,2	360 x 520 x 120	RB-50-400 / 62-460	CFB 46/62	R2415L
60	75	9,9	360 x 520 x 120	RB-60-400 / 74-460	CFB 46/74	R2415P
80	100	11,3	360 x 520 x 120	RB-80-400 / 100-460	CFB 46/100	R2415R

CFB 790 V

kvar (690 V)	Peso (kg)	Dimensiones	Para reactancia	Tipo	Código
5	2,6	360 x 330 x 120	RE-5-400 / 6-460	CFB 79/6	R241DA
10	2,6	360 x 330 x 120	RE-10-400 / 12,5-460	CFB 79/12,5	R241DD
15	3,3	360 x 330 x 120	RE-15-400 / 19-460	CFB 79/19	R241DF
20	3,3	360 x 330 x 120	RE-20-400 / 25-460	CFB 79/25	R241DG
25	4,2	360 x 330 x 120	RE-25-400 / 30-460	CFB 79/30	R241DH
30	4,2	360 x 330 x 120	RE-30-400 / 37-460	CFB 79/37	R241DI
40	5,0	360 x 330 x 120	RE-40-400 / 50-460	CFB 79/50	R241DK
50	6,6	360 x 330 x 120	RBE-50-400 / 62-460	CFB 79/62	R241DL
60	7,3	360 x 520 x 120	RBE-60-400 / 74-460	CFB 79/74	R241DP
80	9,0	360 x 520 x 120	RBE-80-400 / 100-460	CFB 79/100	R241DR

*NOTA. Para compensar el efecto de sobretension de la reactancia, el condensador ha sido dimensionado para 460,260 V y para una potencia superior en un 25% a la indicada en todas las columnas.

CFB-6B

Condensador especial para filtros de armónicas de la Serie FRE



Descripción

La aplicación de nuevas tecnologías, y el uso de placas de circuito impreso a la fabricación de condensadores prismáticos, han permitido a **CIRCUTOR** reinventar el clásico condensador **CS** fabricado desde hace más de 35 años.

El espíritu de innovación y tecnología propia usada en el diseño del nuevo condensador **CSB**, aumentan la vida de los tradicionales condensadores prismáticos en más de un 60%.

Con esta nueva serie mejoramos el modelo anterior en todos sus aspectos ofreciendo un producto más duradero, seguro y rentable para nuestros clientes.

Aplicación

Su aplicación se centra en la compensación en instalaciones tanto en cargas fijas como en variaciones de cargas (baterías de condensadores), y con contenido de armónicos es elevado y/o existencia de riesgo de resonancia. Aplicación para sistemas estáticos.

Características

Características eléctricas

Sobrecarga		1,3 veces la corriente nominal en permanencia
		10 %, 8 sobre 24 horas
		15 %, hasta 15 minutos sobre 24 horas
		20 %, hasta 5 minutos sobre 24 horas
		30 %, hasta 1 minuto sobre 24 horas
Sobreintensión		
Nivel de aislamiento		3 / 15 kV
Tolerancia de potencia		-5...+15 %
Resistencia de descarga		75 V / 3minutos
Frecuencia		50 ó 60 Hz
Pérdidas:	<ul style="list-style-type: none"> • Dieléctricas • Totales 	<ul style="list-style-type: none"> < 0,2 W / kvar < 0,5 W / kvar
Protecciones		<ul style="list-style-type: none"> • Regeneración dieléctrica • Fusible interno • Sistema de sobrepresión • Vermiculita

Características mecánicas

Envolvente		Acero tratado y pintado color RAL 3005
Bornes:	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia • Tierra 	<ul style="list-style-type: none"> • M6 para CV, M10 para CQ, CSB, CSB-6B, CFB, CFB-6B • M6
Pares de apriete		<ul style="list-style-type: none"> • CV 5 Nm • CQ, CSB, CSB-6B, CFB, CFB-6B: 15 Nm
Grado de protección		IP 42 con tapa cubrebornes

Condiciones ambientales

Temperatura Clase C:	Medida diaria	40 °C
	Media anual	30 °C
	Máxima	50 °C
	Mínima	-40 °C
Humedad		80 %
Altitud		2 000 m

Condiciones de montaje

Tipo de montaje	Vertical
Ventilación	Natural o forzada según diseño de armario
Distancia entre condensadores	Mínimo 4 cm
Peso	0,4 kg

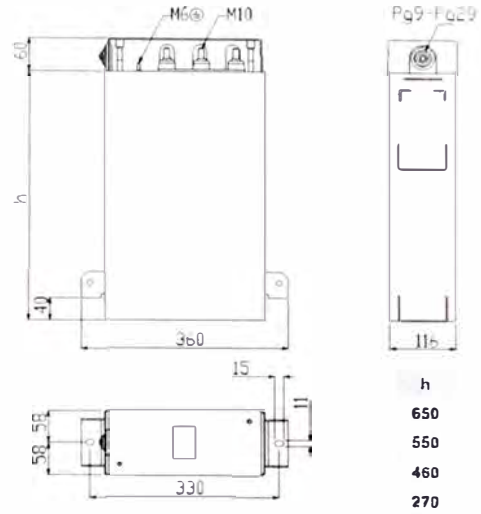
Normas

CEI 60831-1, CEI 70/7, UNE 20827, UNE 20010, BS 1650, VDE 560

CFB-6B

Condensador especial para filtros de armónicos de la Serie FRE

Dimensiones



Referencias

CFB 460-6B V

kvar (L-C) (400 V)	kvar (L-C) (440 V)	Peso (kg)	Dimensiones	Para reactancia	Tipo	Código
5	6,25	2,6	360 x 330 x 120	RE-5-400 / 6-460	CFB-46/6-6B	R2425A
10	12,5	2,6	360 x 330 x 120	RE-10-400 / 12,5-460	CFB-46/12,5-6B	R2425D
15	18,75	3,3	360 x 330 x 120	RE-15-400 / 19-460	CFB-46/19-6B	R2425F
20	25	3,3	360 x 330 x 120	RE-20-400 / 25-460	CFB-46/25-6B	R2425G
25	30	4,2	360 x 330 x 120	RE-25-400 / 30-460	CFB-46/30-6B	R2425H
30	37,5	4,2	360 x 330 x 120	RE-30-400 / 37-460	CFB-46/37-6B	R2425J
40	50	5,0	360 x 330 x 120	RE-40-400 / 50-460	CFB-46/50-6B	R2425K
50	60	6,6	360 x 330 x 120	RBE-50-400 / 62-460	CFB-46/62-6B	R2425L
60	75	7,3	360 x 520 x 120	RBE-60-400 / 74-460	CFB-46/74-6B	R2425P
80	100	9,0	360 x 520 x 120	RBE-80-400 / 100-460	CFB-46/100-6B	R2425R

CFB 260-6B V

kvar (L-C) (230 V)	Peso (kg)	Dimensiones	Para reactancia	Tipo	Código
5	3,2	360 x 330 x 120	RE-5-230	CFB-26/6,3-6B	R2422A
10	3,9	360 x 330 x 120	RE-10-230	CFB-26/12,5-6B	R2422D
15	4,6	360 x 330 x 120	RE-15-230	CFB-26/18-6B	R2422E
20	6,2	360 x 330 x 120	RBE-20-230	CFB-26/25-6B	R2422G
25	7,0	360 x 330 x 120	RBE-22-230	CFB-26/30-6B	R2422H
30	6,2	360 x 330 x 120	RBE-30-230	CFB-26/37-6B	R2422J
40	8,3	360 x 520 x 120	RBE-40-230	CFB-26/48-6B	R2422K

NOTA: Para compensar el efecto de sobretensión de la reactancia, el condensador ha sido dimensionado para 460/260 V y para una potencia superior en un 25% a la indicada en todas las columnas.

CSB-F

Condensador trifásico de potencia con protección por fusibles



Descripción

La aplicación de nuevas tecnologías, y el uso de placas de circuito impreso a la fabricación de condensadores prismáticos, han permitido a **CIRCUTOR** reinventar el clásico condensador **CS** fabricado desde hace más de 35 años.

El espíritu de innovación y tecnología propia usada en el diseño del nuevo condensador **CSB**, aumentan la vida de los tradicionales condensadores prismáticos en más de un 60%.

Con esta nueva serie mejoramos el modelo anterior en todos sus aspectos ofreciendo un producto más duradero, seguro y rentable para nuestros clientes.

Aplicación

Su aplicación se centra básicamente en la compensación para transformadores, y motores. En general para la compensación de instalaciones con cargas constantes.

Características

Características eléctricas

Tensión de empleo	230, 400 V (otras tensiones, consultar)
Tensión de refuerzo 400 V	440 V
Tolerancia sobre la capacidad	± 10%
Equipo formado por	Condensador CS + Fusibles generales de protección tipo NH-00 con alto poder de corte (APR)
Nivel de aislamiento	3 / 15 kV
Resistencia de descarga	75 V / 3 minutos
Sobrecarga	1,3 veces la corriente nominal en permanencia
Sobretensión	10% 8 sobre 24 horas 15% hasta 15 minutos sobre 24 horas 20% hasta 5 minutos sobre 24 horas 30% hasta 1 minutos sobre 24 horas
Frecuencia	50 ó 60 Hz
Pérdidas	<ul style="list-style-type: none"> • Dieléctricas • Totales
Protecciones	<ul style="list-style-type: none"> • Regeneración dieléctrica • Fusible interno • Sistema de sobrepresión • Vermiculita

Características mecánicas

Bornes:	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia • Tierra 	<ul style="list-style-type: none"> • M6 para CV, M10 para CQ, CSB, CSB-6B, CFB, CFB-6B • M6
Pares de apriete		<ul style="list-style-type: none"> • CV 5 Nm • CQ, CSB, CSB-6B, CFB, CFB-6B: 15 Nm

Condiciones ambientales

Temperatura clase D:	Medida diaria	45 °C
	Media anual	35 °C
	Máxima	50 °C
	Mínima	-25 °C
Humedad		80 % HR
Altitud		2 000 m

Condiciones de montaje

Grado protección	IP 21
Tipo de montaje	Vertical
Ventilación	Natural o forzada según opciones
Color	RAL 7035: Gris / RAL 3005: Granate

Normas

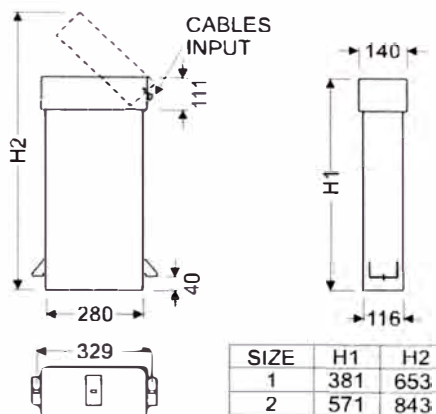
CEI 60831-1, CEI 7077, UNE 20827, UNE 20010, BS 1650, VDE 560

CSB-F

Condensador trifásico de potencia con protección por fusibles



Dimensiones



Referencias

CSB-F 230 V / 50 Hz

kvar	Poder de corte	(A)	Fusibles (A)	Sección cable (mm ²)	Peso (kg)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
5	50 kA	13	20	6	9	280 x 381 x 140	CSB-F - 5 - 230	R23618
7,5	50 kA	19	35	6	9,2	280 x 381 x 140	CSB-F - 7,5 - 230	R2361A
10	50 kA	25	50	10	9,5	280 x 381 x 140	CSB-F - 10 - 230	R2361C
12,5	50 kA	31	63	10	9,5	280 x 381 x 140	CSB-F - 12,5 - 230	R2361D
15	50 kA	38	80	16	11,3	280 x 381 x 140	CSB-F - 15 - 230	R2361E
20	50 kA	50	100	25	11,8	280 x 381 x 140	CSB-F - 20 - 230	R2361F
25	50 kA	63	125	35	10,8	280 x 381 x 140	CSB-F - 25 - 230	R2361G
30	50 kA	75	160	50	10,8	280 x 381 x 140	CSB-F - 30 - 230	R2361H
40	50 kA	100	160	70	14,5	280 x 571 x 140	CSB-F - 40 - 230	R2361J

CSB-F 440 V / 50 Hz

kvar	440 V	400 V	Poder de corte	(A)	Fusibles (A)	Sección cable (mm ²)	Peso (kg)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
5	4	50 kA	6,6	16	6	8	280 x 381 x 140	CSB-F - 5 - 440	R23958	
7,5	6	50 kA	10	20	6	8	280 x 381 x 140	CSB-F - 7,5 - 440	R2395A	
10	8	50 kA	13	25	6	8	280 x 381 x 140	CSB-F - 10 - 440	R2395C	
12,5	10	50 kA	16	35	6	8,5	280 x 381 x 140	CSB-F - 12,5 - 440	R2395D	
15	12,5	50 kA	20	50	6	8,5	280 x 381 x 140	CSB-F - 15 - 440	R2395E	
20	17	50 kA	26	50	10	9,5	280 x 381 x 140	CSB-F - 20 - 440	R2395F	
25	21	50 kA	33	50	10	9,5	280 x 381 x 140	CSB-F - 25 - 440	R2395G	
30	25	120 kA	39	80	16	11	280 x 381 x 140	CSB-F - 30 - 440	R2395H	
37,5	31	120 kA	49	100	25	12,5	280 x 381 x 140	CSB-F - 37,5 - 440	R2395J	
50	42	120 kA	66	125	35	15	280 x 381 x 140	CSB-F - 50 - 440	R2395K	
60	50	120 kA	79	160	50	16	280 x 571 x 140	CSB-F - 60 - 440	R2395L	
75	63	120 kA	103	160	70	18	280 x 571 x 140	CSB-F - 75 - 440	R2395P	
100	80	120 kA	131	200	70	18,5	280 x 571 x 140	CSB-F - 100 - 440	R2395Q	

CSB-F 525 V / 50 Hz

kvar	Poder de corte	(A)	Fusibles (A)	Sección cable (mm ²)	Peso (kg)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
10	50 kA	11	25	6	8	280 x 381 x 140	CSB-F - 10 - 525	R2366C
15	50 kA	16	35	6	8	280 x 381 x 140	CSB-F - 15 - 525	R2366E
20	50 kA	21	50	6	8,5	280 x 381 x 140	CSB-F - 20 - 525	R2366F
25	50 kA	26	63	10	9,5	280 x 381 x 140	CSB-F - 25 - 525	R2366G
30	50 kA	32	80	16	11	280 x 381 x 140	CSB-F - 30 - 525	R2366H
40	50 kA	42	100	25	12,5	280 x 381 x 140	CSB-F - 40 - 525	R2366J
50	50 kA	53	125	35	15	280 x 381 x 140	CSB-F - 50 - 525	R2366K
60	50 kA	63	160	70	17	280 x 381 x 140	CSB-F - 60 - 525	R2366L
70	50 kA	74	160	70	18	280 x 381 x 140	CSB-F - 70 - 525	R2366M

CSB-M

Condensador trifásico de potencia con protección por magnetotérmico



Descripción

La aplicación de nuevas tecnologías, y el uso de placas de circuito impreso a la fabricación de condensadores prismáticos, han permitido a **CIRCUTOR** reinventar el clásico condensador **CS** fabricado desde hace más de 35 años.

El espíritu de innovación y tecnología propia usada en el diseño del nuevo condensador **CSB**, aumentan la vida de los tradicionales condensadores prismáticos en más de un 60%.

Con esta nueva serie mejoramos el modelo anterior en todos sus aspectos ofreciendo un producto más duradero, seguro y rentable para nuestros clientes.

Aplicación

Su aplicación se centra básicamente en la compensación para transformadores, motores. En general para la compensación de instalaciones con cargas constantes.

Características

Características eléctricas

Tensión de empleo	230, 400 V (otras tensiones, consultar)
Tensión de refuerzo 400 V	440 V
Tolerancia sobre la capacidad	± 10%
Equipo formado por	Condensador CS Magnetotérmico tripolar general de protección
Nivel de aislamiento	3 / 15 kV
Resistencia de descarga	75 V / 3 minutos
Sobrecarga	1,3 veces la corriente nominal en permanencia 10 %, 8 sobre 24 horas 15 %, hasta 15 minutos sobre 24 horas 20 %, hasta 5 minutos sobre 24 horas 30 %, hasta 1 minuto sobre 24 horas
Sobretensión	
Frecuencia	50 ó 60 Hz
Perdidas:	• Dieléctricas • Totales
Protecciones	< 0,2 W / kvar < 0,5 W / kvar • Regeneración dieléctrica • Fusible interno • Sistema de sobrepresión • Vermiculita

Características mecánicas

Bornes:	• Potencia • Tierra	• M6 para CV, M10 para CQ, CSB, CSB-6B, CFB, CFB-6B • M6 • CV 5 Nm • CQ, CSB, CSB-6B, CFB, CFB-6B: 15 Nm
Pares de apriete		

Condiciones ambientales

Temperatura clase D:	Medida diaria	45 °C
	Media anual	35 °C
	Máxima	50 °C
	Mínima	-25 °C
Humedad		80% HR
Altitud		2 000 m

Condiciones de montaje

Grado protección	IP 21
Tipo de montaje	Vertical
Ventilación	Natural o forzada según opciones
Color	RAL 7035: Gris / RAL 3005: Granate

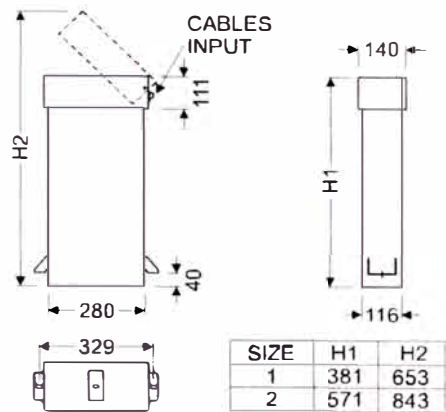
Normas

CEI 60831-1, CEI 70/7, UNE 20827, UNE 20010, BS 1650, VDE 560

CSB-M

Condensador trifásico de potencia con protección por magnetotérmico

Dimensiones



Referencias

CSB-M 230 V / 50 Hz

kvar	Poder de corte	(A)	Interruptor automático	Sección cable (mm ²)	Peso (kg)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
5	10 kA	13	20	6	9	280 x 381 x 140	CSB-M - 5 - 230	R23718
7,5	10 kA	19	35	6	9,2	280 x 381 x 140	CSB-M - 7,5 - 230	R2371A
10	10 kA	25	50	10	9,5	280 x 381 x 140	CSB-M - 10 - 230	R2371C
12,5	10 kA	31	63	10	9,5	280 x 381 x 140	CSB-M - 12,5 - 230	R2371D
15	10 kA	38	80	16	11,3	280 x 381 x 140	CSB-M - 15 - 230	R2371E
20	10 kA	50	100	25	11,8	280 x 381 x 140	CSB-M - 20 - 230	R2371F
25	10 kA	63	125	35	10,8	280 x 381 x 140	CSB-M - 25 - 230	R2371G
30	10 kA	75	160	50	10,8	280 x 381 x 140	CSB-M - 30 - 230	R2371H

CSB-M 440 V / 50 Hz

kvar	Poder de corte	(A)	Interruptor automático	Sección cable (mm ²)	Peso (kg)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código	
440 V	400 V								
5	4	10 kA	6,6	10	6	8	280 x 381 x 140	CSB-M- 5 - 440	R23948
7,5	6	10 kA	10	16	6	8	280 x 381 x 140	CSB-M- 7,5 - 440	R2394A
10	8	10 kA	13	20	6	8	280 x 381 x 140	CSB-M- 10 - 440	R2394C
12,5	10	10 kA	16	25	6	8,5	280 x 381 x 140	CSB-M- 12,5 - 440	R2394D
15	12,5	10 kA	20	32	6	8,5	280 x 381 x 140	CSB-M- 15 - 440	R2394E
20	17	10 kA	26	40	10	9,5	280 x 381 x 140	CSB-M- 20 - 440	R2394F
25	21	10 kA	33	50	10	9,5	280 x 381 x 140	CSB-M- 25 - 440	R2394G
30	25	10 kA	39	63	16	11	280 x 381 x 140	CSB-M- 30 - 440	R2394H
37,5	31	10 kA	49	80	25	12,5	280 x 381 x 140	CSB-M- 37,5 - 440	R2394J
50	42	10 kA	66	100	35	15	280 x 381 x 140	CSB-M- 50 - 440	R2394K
60	50	10 kA	79	160	50	16	280 x 571 x 140	CSB-M- 60 - 440	R2394L
75	66	10 kA	105	160	50	18	280 x 571 x 140	CSB-M- 75 - 440	R2394M

Poder de corte 15 kA

CSB-A

Condensador trifásico de potencia con protección por automático



Descripción

Las condensadores con protección por interruptor automático **CSB-A** son equipos de compensación fija diseñados para la compensación de energía reactiva en motores y transformadores donde los niveles de cargas son constantes. Incluyen una protección general con interruptor automático para el propio condensador.

Aplicación

Su aplicación se centra básicamente en la compensación para transformadores, motores. En general para la compensación de instalaciones con cargas constantes.

Características

Características eléctricas

Tensión de empleo	230, 400 V (otras tensiones, consultar)
Tensión de refuerzo 400 V	440 V
Tolerancia sobre la capacidad	± 10%
Equipo formado por	Condensador CS Interruptor automático tripolar general de protección
Nivel de aislamiento	3 / 15 kV
Resistencia de descarga	75 V / 3 minutos
Sobrecarga	1.3 veces la corriente nominal en permanencia 10 %, 8 sobre 24 horas 15 %, hasta 15 minutos sobre 24 horas 20 %, hasta 5 minutos sobre 24 horas 30 %, hasta 1 minuto sobre 24 horas
Sobretensión	
Frecuencia	50 ó 60 Hz
Pérdidas:	• Dieléctricas • Totales
	< 0,2 W / kvar < 0,5 W / kvar
Protecciones	• Regeneración dieléctrica • Fusible interno • Sistema de sobrepresión • Vermiculita

Características mecánicas

Bornes:	• Potencia • Tierra	• M6 para CV, M10 para CQ, CSB, CSB-6B, CFB, CFB-6B • M6
Pares de apriete		• CV 5 Nm • CQ, CSB, CSB-6B, CFB, CFB-6B. 15 Nm

Condiciones ambientales

Temperatura clase D:	Medida diaria	45 °C
	Media anual	35 °C
	Máxima	50 °C
	Mínima	-25 °C
Humedad		80 % HR
Altitud		2 000 m

Condiciones de montaje

Grado protección	IP 21
Tipo de montaje	Vertical
Ventilación	Natural o forzada según opciones
Color	RAL 7035: Gris / RAL 3005: Granate

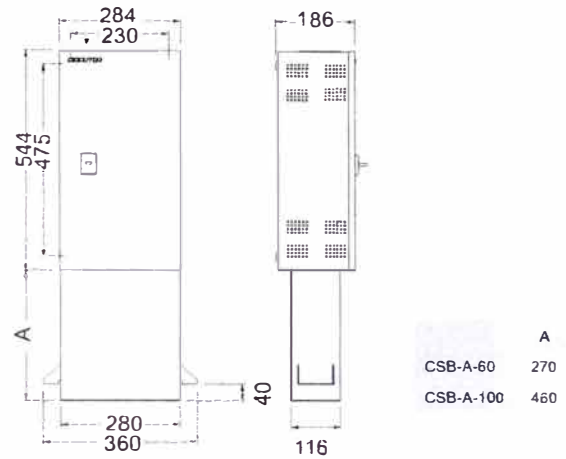
Normas

CEI 60831-1, CEI 70/7, UNE 20827, UNE 20010, BS 1650, VDE 560

CSB-A

Condensador trifásico de potencia con protección por automáticos

Dimensiones



Referencias

CSB-A 440 V / 50 Hz

kvar 440 V	400 V	Poder de corte	(A)	Interruptor automático	Sección cable (mm ²)	Peso (kg)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
25	21	35 kA	33	63	16	15	360 x 814 x 186	CSB-A- 25 - 440	R2473H
37,5	31	35 kA	49	80	25	11	360 x 814 x 186	CSB-A- 37,5 - 440	R2473G
50	42	35 kA	66	80	25	16	360 x 814 x 186	CSB-A- 50 - 440	R2473J
60	50	35 kA	79	100	35	20	360 x 814 x 186	CSB-A- 60 - 440	R2473K
75	62	35 kA	99	125	50	21	360 x 1004 x 186	CSB-A- 75 - 440	R2473L
100	83	35 kA	131	160	70	26	360 x 1004 x 186	CSB-A- 100 - 440	R2473M
120	100	35 kA	158	200	95	28	360 x 1004 x 186	CSB-A- 120 - 440	R2473N

FRF / FRM

Condensador fijo con reactancia de rechazo de $p = 7\%$



Descripción

Las condensadores con filtros de rechazo **FRF / FRM** son equipos de un solo paso diseñados para la compensación de energía reactiva en motores y transformadores donde los niveles de cargas son constantes y el contenido de armónicos es elevado y existe un riesgo de resonancia. Incluyen:

FRF: protección general por fusible tipo **NH-00** de alto poder de corte (APR) para el propio condensador.

FRM: protección general magnetotérmica para el propio condensador.

Aplicación

Su aplicación se centra básicamente en la compensación para transformadores, motores. En general para la compensación de instalaciones con cargas constantes y donde el contenido de armónicos en red es elevado.

Características

Características eléctricas

Tensión de empleo	230, 400 V (otras tensiones, consultar)
Tensión de refuerzo 400 V	440 V
Tolerancia sobre la capacidad	$\pm 10\%$

Condensador **CFB**.

FRF: Fusible general de protección tipo NH-00 con alto poder de corte (APR)

FRM: Magnetotérmico tripolar general de protección
Filtros de rechazo sintonizados a 188 Hz para protección de armónicos presentes en la red y evitar fenómenos de resonancia con armónicos de orden 5 o mayor. Incorpora termiostato para desconexión del escalón en caso de elevada temperatura (90 °C)

Equipo formado por

Nivel de aislamiento	3 / 15 kV
Resistencia de descarga	75 V / 3 minutos
Sobrecarga	1,3 veces la corriente nominal en permanencia
Sobretensión	10 %, 8 sobre 24 horas 15 %, hasta 15 minutos sobre 24 horas 20 %, hasta 5 minutos sobre 24 horas 30 %, hasta 1 minuto sobre 24 horas

Frecuencia 50 ó 60 Hz

Perdidas:

- Dieléctricas
- Totales

< 0,2 W / kvar
< 0,5 W / kvar

Protecciones

- Regeneración dieléctrica
- Fusible interno
- Sistema de sobrepresión
- Vemiculita

Características mecánicas

Bornes:	<ul style="list-style-type: none">• Potencia• Tierra
Pares de apriete	<ul style="list-style-type: none">• CV 5 Nm• CQ, CSB, CSB-6B, CFB, CFB-6B: 15 Nm

Condiciones ambientales

Temperatura clase D	Medida diaria	45 °C
	Media anual	35 °C
	Máxima	50 °C
	Mínima	-25 °C
Humedad		80% HR
Altitud		2 000 m

Condiciones de montaje

Grado protección:	IP 21
Tipo de montaje	Vertical
Ventilación	Natural o forzada según opciones
Color	RAL 7035 Gris / RAL 3005 Granate

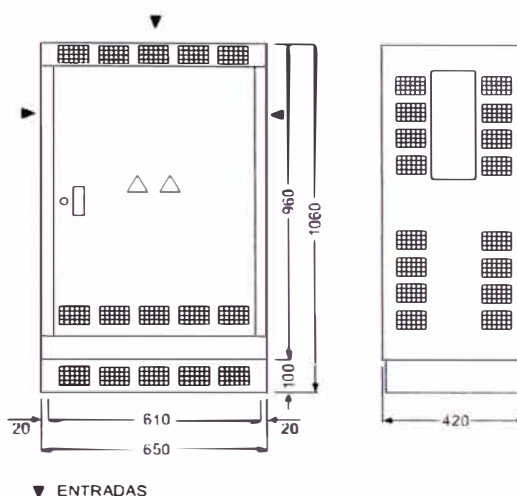
Normas

CEI 60831-1, CEI 70/7, UNE 20827, UNE 20010, BS 1650, VDE 560

FRF / FRM

Condensador tipo con reactancia de rechazo de $\mu = 7\%$

Dimensiones



Referencias

440 V / 50 Hz
FRF: Protección por fusibles APR

kvar	440 V	400 V	(A)	Peso (kg)	Sección cable (mm ²)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
25	21	33	78	10	650 x 1060 x 420	FRF-25-440	R55350	
37,5	31	47	82	16	650 x 1060 x 420	FRF-37,5-440	R55370	
50	42	66	85	25	650 x 1060 x 420	FRF-50-440	R55380	
60	50	79	90	35	650 x 1060 x 420	FRF-60-440	R55390	
75	62	99	96	50	650 x 1060 x 420	FRF-75-440	R553A0	
100	83	131	110	70	650 x 1060 x 420	FRF-100-440	R553B0	

440 V / 50 Hz
FRM: Protección por automático tripolar

kvar	440 V	400 V	(A)	Peso (kg)	Sección cable (mm ²)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
25	21	33	78	10	650 x 1060 x 420	FRM-25-440	R57350	
37,5	31	47	82	16	650 x 1060 x 420	FRM-37,5-440	R57370	
50	42	66	85	25	650 x 1060 x 420	FRM-50-440	R57380	
60	50	79	90	35	650 x 1060 x 420	FRM-60-440	R57390	
75	62	99	96	50	650 x 1060 x 420	FRM-75-440	R573A0	
100	83	131	110	70	650 x 1060 x 420	FRM-100-440	R573B0	

ANEXO 2

FILTROS PARA CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS

CL

Filtro de armónicos para convertidores



Características

Los filtros LCL están especialmente diseñados para eliminar los armónicos de la corriente absorbida por convertidores de potencia de 6 pulsos, tales como variadores de frecuencia para motores, **SAI**, etc.

Se trata esencialmente de filtros pasivos a base de una combinación serie-paralelo de inductancias y condensadores, adaptados a la entrada de los convertidores de potencia.

- Reducción de la distorsión de la onda de corriente hacia la red y el resto de la instalación

- Cumplir con las normas **IEC 61000-3-4, IEC 61000-3-12, IEC 61800-3 e IEEE-519**

Ahorro de energía por la reducción de la corriente eficaz (RMS), por tanto reducimos kV·A demandados.

Incremento de la vida útil de equipos gracias a reducir las pérdidas térmicas que se generan.

Limita transitorios de corriente, evitando daños al convertidor y disparos por sobre-tensión que afectan procesos de producción.

Características eléctricas

Tensión (fase-fase)	400 V c.a. / 480 V c.a. (otras tensiones, bajo demanda)
Frecuencia	50 Hz para tipos LCL-35-xx 60 Hz para tipos LCL-36-xx
Corriente RMS de carga (I_c)	Ver tabla
Capacidad de sobrecarga	1,5 I_c durante 1 min seguido de 5 min a I_c (a temperatura máxima de uso)
Corriente RMS (I_f) de filtrado	Ver tabla
THD de corriente residual	Aprox. 8 %
Caída de tensión a I nominal	< 2 %

Características constructivas

Material armario	Acero tratado y pintado Bastidor RAL 1013 Puertas RAL 3005
Grado de protección	IP 20
Sistema de cierre	Llave y cerradura
Ventilación	Natural
Fijación	Sobre suelo
Instalación	Interior

Condiciones ambientales

Temperatura de uso	35 °C
Humedad relativa	80 %

Normas

EN 60439, EN 60831, EN 50081-1, EN 50081-2, clase A

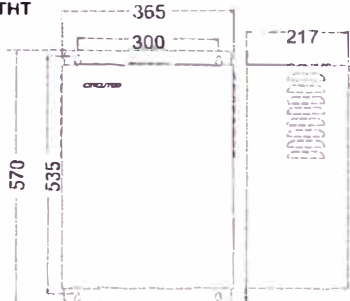
LCL

Filtro de armónicos para convertidores

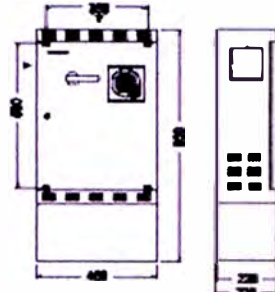


Dimensiones

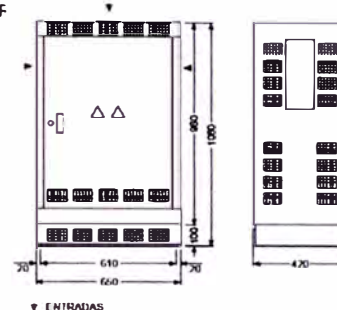
LCL THT



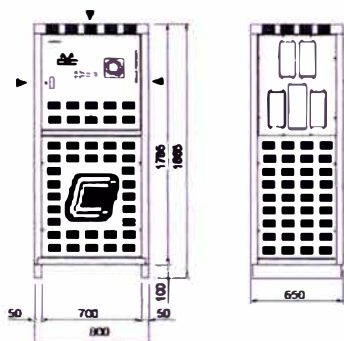
STD-4



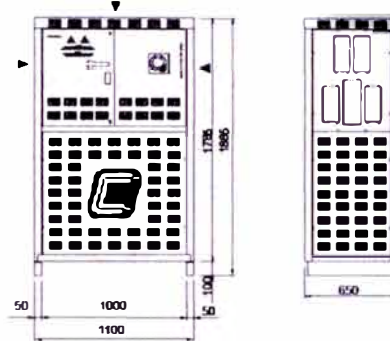
FF



FR4



FR6



Referencias

LCL 400 - 415 V / 50 Hz

Corriente de carga I_c (A)	Q (kvar)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Armario	Tipo	Código
9	1,76	365 x 570 x 217	LCL TH	LCL 35-9A-400	R73105
12	2,51	365 x 570 x 217	LCL TH	LC L35-12A-400	R73106
16	3,27	365 x 570 x 217	LCL TH	LCL 35-16A-400	R73107
22	4,42	460 x 930 x 230	STD-4	LCL 35-22A-400	R73108
32	6,63	460 x 930 x 230	STD-4	LCL 35-32A-400	R73109
40	8,29	460 x 930 x 230	STD-4	LCL 35-40A-400	R73110
47	9,14	650 x 1060 x 420	FRF	LCL 35-47A-400	R73111
54	10,8	650 x 1060 x 420	FRF	LCL 35-54A-400	R73112
64	13,26	650 x 1060 x 420	FRF	LCL 35-64A-400	R73113
76	14,92	650 x 1060 x 420	FRF	LCL 35-76A-400	R73114
90	18,24	800 x 1900 x 650	FR4	LCL 35-90A-400	R73115
110	23,21	800 x 1900 x 650	FR4	LCL 35-110A-400	R73116
150	29,84	800 x 1900 x 650	FR4	LCL 35-150A-400	R73117
180	36,48	800 x 1900 x 650	FR4	LCL 35-180A-400	R73118
220	46,42	1100 x 1900 x 650	FR6	LCL 35-220A-400	R73119
260	53,06	1100 x 1900 x 650	FR6	LCL 35-260A-400	R73120
320	66,32	1100 x 1900 x 650	FR6	LCL 35-320A-400	R73121
400	79,58	1100 x 1900 x 650	FR6	LCL 35-400A-400	R73122

Opcional otras tensiones, frecuencias y corrientes bajo pedido.

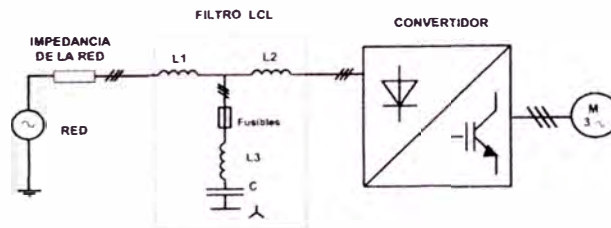
LCL

Filtro de armónicos para convertidores

**Referencias**

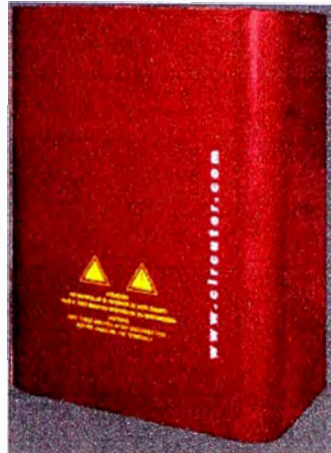
LCL 460 - 480 V / 60 Hz

Corriente de carga I_c (A)	Q (kvar)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Armario	Tipo	Código
9	2,73	365 x 570 x 217	LCL TH	LCL 36-9A-480	R732050070000
16	4,55	365 x 570 x 217	LCL TH	LCL 36-16A-480	R732070070000
22	6,21	460 x 930 x 230	STD-4	LCL 36-22A-480	R732080070000
32	7,59	460 x 930 x 230	STD-4	LCL 36-32A-480	R732090070000
40	11,38	460 x 930 x 230	STD-4	LCL 36-40A-480	R732100070000
47	15,18	650 x 1060 x 420	FRF	LCL 36-47A-480	R732110070000
54	15,18	650 x 1060 x 420	FRF	LCL 36-54A-480	R732120070000
64	18,97	650 x 1060 x 420	FRF	LCL 36-64A-480	R732130070000
76	22,77	650 x 1060 x 420	FRF	LCL 36-76A-480	R732140070000
90	26,56	800 x 1900 x 650	FR4	LCL 36-90A-480	R732150070000
110	30,36	800 x 1900 x 650	FR4	LCL 36-110A-480	R732160070000
150	45,53	800 x 1900 x 650	FR4	LCL 36-150A-480	R732170070000
180	53,12	800 x 1900 x 650	FR4	LCL 36-180A-480	R732180070000
220	60,71	1100 x 1900 x 650	FR6	LCL 36-220A-480	R732190070000
260	68,3	1100 x 1900 x 650	FR6	LCL 36-260A-480	R732200070000
320	91,07	1100 x 1900 x 650	FR6	LCL 36-320A-480	R732210070000
400	121,42	1100 x 1900 x 650	FR6	LCL 36-400A-480	R732220070000

Conexiones

LCL-TH

Filtro de armónicos para elevadores



El filtro LCL-TH es un filtro LCL regulado a través de una maniobra estática (tristores), diseñado especialmente para la compensación de armónicos de convertidores de potencia de 6 pulsos, que trabajan de una manera fluctuante y precisan de una compensación instantánea, como por ejemplo elevadores, grúas, etc.

Aplicación

Reducción de la distorsión de la onda de corriente hacia la red y el resto de la instalación.

Cumplir con las normas EN 12015, IEC 61000-3-4 e IEC 61000-3-12.

Ahorro de energía por la reducción de la corriente eficaz (RMS), por tanto reducimos los kVA demandados.

Incremento de la vida útil de equipos aguas arriba al reducir las pérdidas térmicas que se generan.

Limita transitorios de corriente, evitando daños al convertidor y disparos por sobreten-sión que afectan procesos de producción.

Características

Características eléctricas

Tensión (fase-fase)	400 V c.a. / 480 V c.a. (otras tensiones, bajo demanda)
Frecuencia	50 Hz para tipos LCL-35-xx 60 Hz para tipos LCL-36-xx
Corriente RMS de carga (I_c)	Ver tabla
Capacidad de sobrecarga	1,5 I_c durante 1 min seguido de 5 min a I_c (a temperatura máxima de uso)
Corriente RMS (I_f) de filtrado	Ver tabla
THD de corriente residual	Aprox 8 %
Caída de tensión a I nominal	< 2 %

Características constructivas

Material armario	Acero tratado y pintado Bastidor RAL 1013 Puertas RAL 3005
Grado de protección	IP 20
Sistema de cierre	Llave y cerradura
Ventilación	Natural
Fijación	Sobre suelo
Instalación	Interior

Condiciones ambientales

Temperatura de uso	35 °C
Humedad relativa	80 %

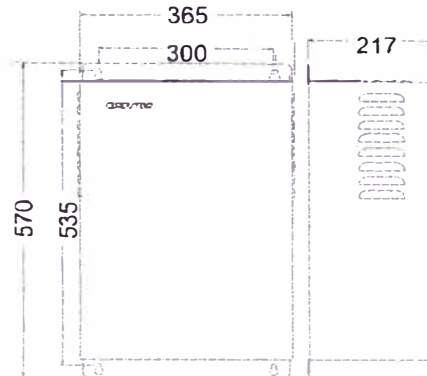
Normas

EN 60439, EN 60831, EN 50081-1, EN 50081-2, clase A

LCL-TH

Filtro de armónicos para elevadores

Dimensiones

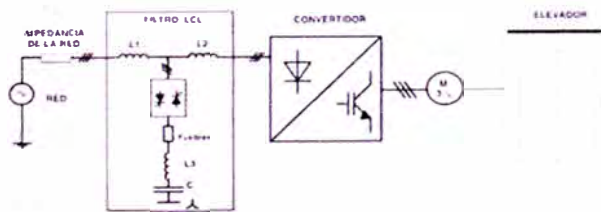


Referencias

LCL-TH 400 - 415 V / 50 Hz

Corriente de carga I_c (A)	Q (kvar)	Dimensiones (mm) ancho x alto x fondo	Tipo	Código
7	1,76	365 x 570 x 217	LCL-TH35-7A-400	R7K104
9	1,51	365 x 570 x 217	LCL-TH35-9A-400	R7K105
12	2,51	365 x 570 x 217	LCL-TH35-12A-400	R7K106
16	3,27	532 x 930 x 235	LCL-TH35-16A-400	R7K107
22	4,42	532 x 930 x 235	LCL-TH35-22A-400	R7K108

Conexiones



Reactancias de filtrado

Muchos de los problemas de perturbaciones en baja tensión pueden ser corregidos mediante filtros. En concreto **CIRCUTOR** ha desarrollado un programa completo de fabricación de filtros de potencia para corregir los siguientes problemas:

- ◉ Corrección de problemas de resonancia en las redes de BT provocados por los equipos de compensación de energía reactiva
- ◉ Rechazo de armónicos en ciertas partes de la instalación
- ◉ Absorción de armónicos para reducir la tasa de distorsión (THD) de la instalación
- ◉ Limitación de potencia de cortocircuito en determinados puntos de la instalación
- ◉ Filtrado de la corriente absorbida por convertidores estáticos (variadores de velocidad, etc.) en el lado de alterna o de continua.

Dado que **CIRCUTOR** dispone de la maquinaria adecuada, puede fabricar todo tipo de reactancias de BT según especificaciones del cliente.

Reactancias para filtros de rechazo

Para la compensación de energía reactiva de instalaciones con un alto contenido de armónicos es necesario montar baterías de condensadores con reactancias de rechazo.



En esta situación la solución es incorporar una reactancia en serie con cada condensador, formando dicho conjunto un filtro de rechazo cuya frecuencia de resonancia esté suficientemente alejada de las frecuencias de los armónicos presentes en la red.

El objetivo del filtro de rechazo es impedir la resonancia entre la impedancia inductiva que resulta de la línea y del transformador de alimentación y los condensadores instalados para compensar el factor de potencia, y evitar la sobrecarga de armónicos en la línea y en los propios condensadores.

El filtro está compuesto de varias ramas L-C, con una configuración y una curva de respuesta como las indicadas en la Fig. 1. El filtro completo puede formarse con tantas ramas como sean necesarias para compensar la energía reactiva de la instalación.

Las reactancias para este tipo de filtros se especifican por el llamado factor de sobretensión, $p\%$, que da la relación entre la tensión de la reactancia y la del condensador, y fija la frecuencia de resonancia del conjunto L-C. También sintoniza a una frecuencia distinta y suficientemente alejada de cualquier frecuencia armónica.

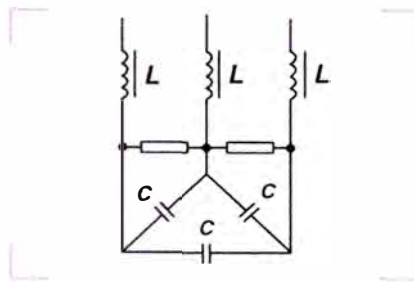
$$p (\%) = 100 \cdot U_L / U_C = 100 \cdot (f / f_s)^2$$

U_L : Caída tensión en la reactancia

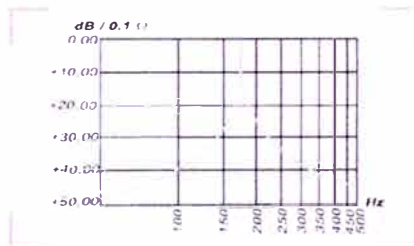
U_C : Tensión resultante en el condensador

f : frecuencia nominal en la red

f_s : frecuencia sintonía serie conjunto L-C



Configuración del filtro de rechazo



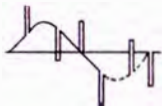
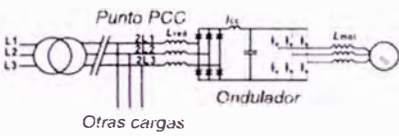
Respuesta en frecuencias típicas

Conversión directa dB / 0,1 Ω a Ω

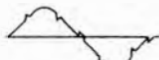
Z (dB / 0,1 Ω)	Z Filtro	Z (dB / 0,1 Ω)	Z Filtro
0	0,100	20	1,00
2	0,125	22	1,25
4	0,158	24	1,58
6	0,199	26	1,99
8	0,251	28	2,51
10	0,315	30	3,16
12	0,398	32	3,98
14	0,501	34	5,01
16	0,630	36	6,30
18	0,794	38	7,94

Tabla 1. Conversión de dB / 0,1 Ω a Ω

Filtrado de microcortes de conmutación en red y en motor



Tensión en PCC sin L_{mot}



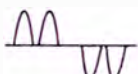
Tensión en PCC con L_{mot}



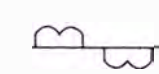
Corriente de motor sin L_{mot}



Corriente de motor con L_{mot}

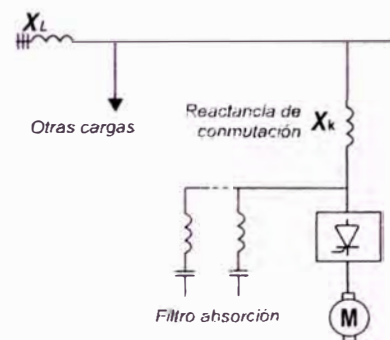


Corriente de red sin L_{cc}



Corriente de red con L_{cc}

Eliminación de microcortes y filtrado de armónicos



Inductancia de mejora de conmutación en c.c.

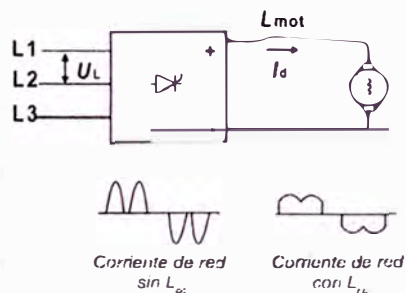


Tabla 2. Reactancias de filtros

Las impedancias de los filtros se dan generalmente en gráficos logarítmicos en donde se representan en ordenadas las impedancias referidas a un valor estándar (en nuestro caso 0,1 Ω) en función de la frecuencia (eje de abscisas). La unidad es entonces el (dB / 0,1 Ω), definido como:

$$Z \text{ (dB / 0,1 } \Omega) = 20 \cdot \log [Z \text{ (filtro) / 0,1 } \Omega]$$

Reactancias de filtro para convertidores de potencia

Los reguladores de velocidad para motores de corriente continua y de corriente alterna (variadores de frecuencia), así como los SAI y en general todos los convertidores basados en tiristores o transistores de potencia, son propensos a generar perturbaciones en la red o exceso de rizado en el lado de continua (motor, en el caso de reguladores de c.c.). Estas perturbaciones afectan a otros equipos vecinos y pueden afectar incluso al propio funcionamiento del convertidor.

Los tipos de problemas básicos que se presentan son los siguientes:

- Microcortes de tensión y exceso de di/dt en el lado de red de todos los equipos antes mencionados
- Puntas de corriente en variadores de frecuencia debidos a la conexión de los condensadores en la etapa de continua
- Exceso de rizado y chispas de conmutación en el motor de equipos de c.c.

Todos estos problemas pueden ser paliados y corregidos mediante reactancias de choque o filtros, tal y como se muestra en la tabla 2.

Reactancias para filtros de absorción

Estos filtros están formados por tantas ramas o grupos de ramas L-C como armónicos se desee filtrar. Las frecuencias de resonancia de los distintos grupos coinciden con las de los armónicos que se desea filtrar.

Constructivamente, cada rama es parecida a la de un filtro de rechazo, pero

aquí el dato de interés es la máxima corriente armónica a filtrar, para lo cual deben dimensionarse tanto la inductancia como el condensador. Dado que las necesidades son muy variadas, no se dispone de componentes estándar, no obstante **CIRCUTOR** puede diseñar y fabricar las reactancias adecuadas a cualquier necesidad.

Las Fig. 2a y 2b muestran, a título de ejemplo, la respuesta típica de dos ramas de filtro para los armónicos 5º y 7º. En la Fig. 2c puede verse la respuesta de un banco de filtros formado por ramas de orden 5, 7, 11, 13 y una etapa pasa altos para $n > 15$.

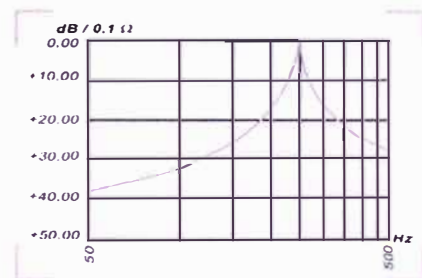


Fig.2a. Respuesta en frecuencias de la rama n = 5

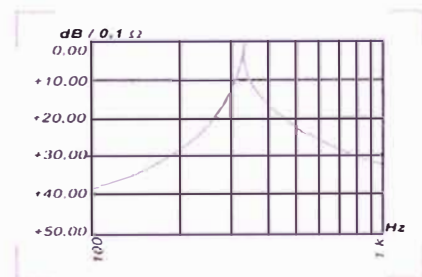


Fig.2b. Respuesta en frecuencias de la rama n = 7

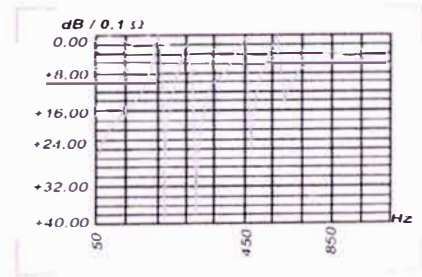
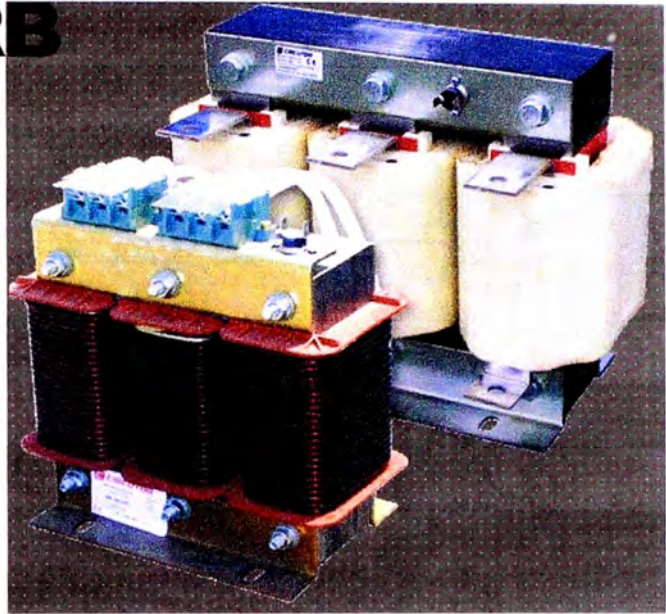


Fig.2c. Respuesta en frecuencias de filtro con n = 5, 7, 11, 13, >15

Reactancias R / RB

Reactancias III para filtros de rechazo



Descripción

CIRCUATOR dispone de una gama estándar de reactancias de rechazo $p = 7\%$, con una frecuencia de resonancia de 189 Hz para redes de 50 Hz (o bajo demanda 227 Hz para redes de 60 Hz). Este es el valor más frecuente de sintonía para evitar cualquier resonancia al armónico 5º y superiores. El conjunto condensador-reactancia absorbe parte de la corriente de 5º armónico y actúa como un filtro de rechazo para las frecuencias superiores. En algunas instalaciones se requieren otros valores de $p\%$, como por ejemplo 5,6% (210 Hz), 6% (204 Hz), 14% (134 Hz), etc.

CIRCUATOR puede construir bajo demanda reactancias adaptadas a cualquier valor de potencia, $p\%$, tensión y frecuencia.

Las reactancias para baja potencia, tipo **R**, están construidas con chapa de bajas pérdidas y bobinadas con conductor de cobre. La conexión se realiza mediante bornes adecuados. Para potencias superiores se emplean las reactancias **RB** con núcleo de chapa magnética con entrehierros múltiples, lo cual le confiere unas excelentes características y muy bajas pérdidas. Los bobinados son con banda de aluminio (o banda de cobre, bajo demanda) y las conexiones de entrada y salida se realizan mediante pletina.

Tanto las reactancias tipo **R** como las **RB** llevan una impregnación al vacío de barniz para aumentar el aislamiento, darle mayor consistencia mecánica y reducir el ruido.

Características

Características

Tensión	400 V Bajo demanda: hasta 1 000 V
Frecuencia de red	50 Hz Bajo demanda: 60 Hz
Potencia	Según tabla Bajo demanda otros valores
Valor de $p\%$	7% (189 Hz) Bajo demanda otros valores
Tipo de conductor	R : hilo de cobre RB : banda de aluminio
Tolerancia L	$\pm 5\%$
Linealidad (5% L)	$1,8 I_n$
Tensión de aislamiento	4 kV
Temperatura del ambiente máxima	-10 ... +45 °C
Aislamiento interno	Clase F (155 °C) Bajo demanda: clase H (180 °C)

Sobrecarga máxima

Permanente	$1,17 I_n$
Transitoria (1 min)	$2 I_n$

Seguridad

Termostato de protección	Apertura a 90 °C
Grado de protección	IP 00
Instalación	Interior

Normas

UNE-EN 60289, IEC 60076

Aplicación

Las reactancias de rechazo de la serie **R** / **RB** están indicadas para su uso en baterías en instalaciones con un alto contenido de armónicos. Las reactancias deben ser conectadas en serie con cada condensador para una protección adecuada de los condensa-

dores, y para evitar efectos de resonancia en la instalación.

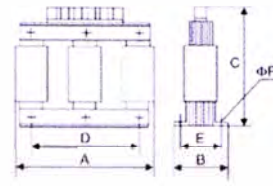
Reactancias R / RB

Reactancias III para filtros de rechazo

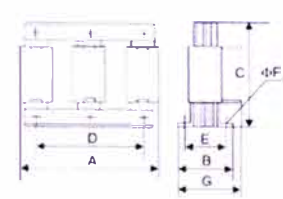


Dimensiones

RX - 7%

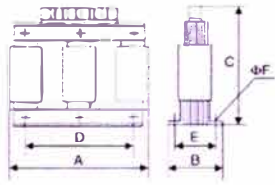


RBX - 7%

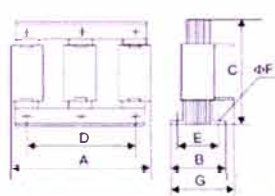


Tipo	a	b	c	d	e	f	g
RX-6,25-400	180	102	190	90	75	7	—
RX-12,5-400	180	112	192	90	85	7	—
RX-20-400	180	122	190	90	95	7	—
RX-25-400	180	137	196	90	110	7	—
RBX-40-400	292	124	231	160	110	9	175
RBX-50-400	292	144	232	160	110	9	175

R - 7%

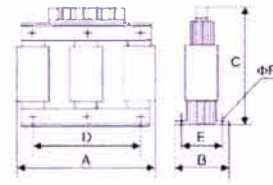


RB - 7%

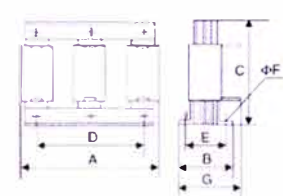


Tipo	a	b	c	d	e	f	g
R-5-400	155	112	165	75	85	7	—
R-10-400	180	102	190	90	75	7	—
R-15-400	180	112	190	90	85	7	—
RB-20-400	260	124	174	150	90	7	150
RB-25-400	260	124	174	150	90	7	150
RB-30-400	290	124	231	160	90	9	150
RB-40-400	293	124	231	160	90	9	150
RB-50-400	310	144	233	160	110	9	175
RB-60-400	305	146	260	160	110	11	180
RB-80-400	335	155	280	180	120	11	185
RB-100-400	338	170	300	180	135	11	215
RB-120-400	355	170	350	200	135	13	220

R - 14%



RBC - 14%



Tipo	a	b	c	d	e	f	g
R-5-400-14%	180	102	197	90	75	7	—
R-10-400-14%	180	122	197	90	95	7	—
R-12,5-400-14%	180	137	197	90	110	7	—
R-15-400-14%	250	122	250	130	90	9	—
R-20-400-14%	250	132	250	130	100	9	—
R-25-400-14%	250	147	256	130	115	9	—
RBC-30-400-14%	285	154	233	160	120	9	181
RBC-40-400-14%	290	159	233	160	125	9	184
RBC-50-400-14%	307	164	233	180	130	9	194
RBC-60-400-14%	335	196	280	280	150	11	197

Referencias

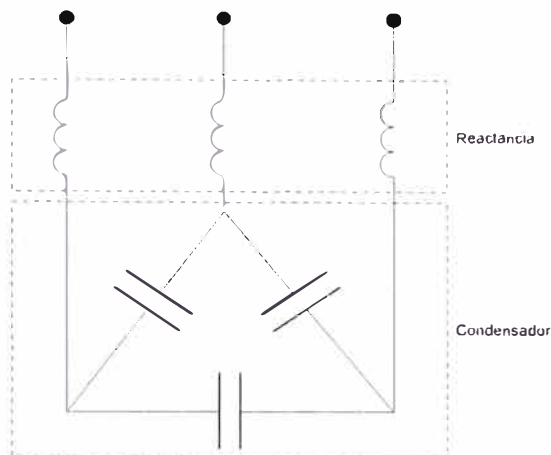
Reactancias III serie RX / RBX a 400 V c.a., 50 Hz, $p = 7\%$ (189 HZ)

Para condensador:	kvar	I_n (A)	L (mH)	Pérdidas	Peso (kg)	Tipo	Código
CF 46 / 7,5	6,25	9	6,12	36 W	8	RX-6,25-400	P7101F
CF 46 / 15	12,5	18	3,06	53 W	9,2	RX-12,5-400	P71013
CF 46 / 25	20	30	1,92	76 W	11,5	RX-20-400	P71015
CF 46 / 30	25	37	1,53	92 W	15	RX-25-400	P71016
CF 46 / 50	40	60	0,95	145 W	20	RBX-40-400	P71018
CF 46 / 63	50	75	0,76	187 W	26	RBX-50-400	P71019

Reactancias R / RB

Reactancias III para filtros de rechazo

Conexiones



Referencias

Reactancias III serie R / RB a 400 V c.a., 50 Hz, $\rho = 7\%$ (189 HZ)

Para condensador:	kvar	I_n (A)	L (mH)	Pérdidas	Peso (kg)	Tipo	Código
CF 46 / 6	5	7,5	7,66	25 W	6	R-5-400 / 6-460	P70110
CF 46 / 12,5	10	15	3,83	50 W	8	R-10-400 / 12,5-460	P70115
CF 46 / 19	15	22	2,55	57 W	9,5	R-15-400 / 19-460	P70117
CF 46 / 25	20	30	1,92	76 W	14	RB-20-400 / 25-460	P70125
CF 46 / 30	25	37	1,53	90 W	14	RB-25-400 / 30-460	P70130
CF 46 / 37	30	45	1,27	120 W	19	RB-30-400 / 37-460	P70135
CF 46 / 50	40	60	0,95	145 W	20	RB-40-400 / 50-460	P70140
CF 46 / 62	50	75	0,76	185 W	27	RB-50-400 / 62-460	P70145
CF 46 / 74	60	90	0,63	205 W	31	RB-60-400 / 74-460	P70150
CF 46 / 100	80	120	0,47	235 W	38	RB-80-400 / 100-460	P70155
CF 46 / 62 x 2	100	145	0,38	250 W	50	RB-100-400 / 120-460	P70160
CF 46 / 74 x 2	120	175	0,32	295 W	58	RB-120-400 / 148-460	P70165

Reactancias III serie R / RBC a 400 V c.a., 50 Hz, $\rho = 14\%$ (134 HZ)

Para condensador:	kvar	I_n (A)	L (mH)	Pérdidas	Peso (kg)	Tipo	Código
CF-50/7	5	7,5	16,31	31 W	9,5	R-5-400-14% / 7-500	P70110 00 003
CF-50/14	10	15	8,15	61 W	13	R-10-400-14% / 14-500	P70115 00 003
CF-50/17	12,5	18	6,52	65 W	16	R-12,5-400-14% / 17-500	P70117 00 003
CF-50/21	15	22	5,43	71 W	21,5	R-15-400-14% / 21-500	P70120 00 003
CF-50/27	20	30	4,07	110 W	25	R-20-400-14% / 27-500	P70125 00 003
CF-50/34	25	37	3,26	112 W	30,5	R-25-400-14% / 34-500	P70130 00 003
CF-50/41	30	45	2,71	146 W	35	RBC-30-400-14% / 41-500	P70135 00 003
CF-50/55	40	60	2,03	181 W	41	RBC-40-400-14% / 55-500	P70140 00 003
CF-50/69	50	75	1,63	225 W	48	RBC-50-400-14% / 69-500	P70145 00 003

Reactancias RE / RBE

Reactancias III para baterías estáticas



Descripción

CIRCUITOR ha normalizado las reactancias serie **RE / RBE** especiales para baterías estáticas. Para un mejor funcionamiento del conjunto, dichas reactancias se conectan dentro del triángulo que forma el grupo condensador-reactancia. A igualdad de potencia indicada, dichas reactancias **RE / RBE** tienen un valor de corriente nominal de 1,73 veces más pequeña y un valor de inductancia 3 veces mayor con respecto a una reactancia **R / RB**.

Se dispone de una gama estándar de reactancias de rechazo de 400 V con $p = 7\%$, con una frecuencia de resonancia de 189 Hz para redes de 50 Hz (o bajo demanda 227 Hz para redes de 60 Hz). También se puede fabricar bajo demanda reactancias para baterías estáticas adaptadas a cualquier valor de potencia, $p\%$, tensión y frecuencia.

Las reactancias para baja potencia, tipo **RE**, están construidas con chapa de bajas pérdidas y bobinadas con hilo de cobre. La conexión se realiza mediante bornes adecuados. Para potencias superiores se emplean las **RBE** con núcleo de chapa magnética con entrehierros múltiples, lo cual le confiere unas excelentes características y muy bajas pérdidas. Los bobinados son de banda de aluminio (o banda cobre, bajo demanda). Las conexiones de entrada y salida se realizan mediante pletina.

Tanto las **RE** como las **RBE** llevan una impregnación al vacío de barniz para aumentar el aislamiento y reducir el ruido.

Características

Características

Tensión	400 V Bajo demanda: hasta 1 000 V
Frecuencia de red	50 Hz Bajo demanda: 60 Hz
Potencia	Según tabla Bajo demanda otros valores
Valor de $p\%$	7 % (189 Hz) Bajo demanda otros valores
Tipo de conductor	RE: hilo de cobre RBE: banda de aluminio
Tolerancia L	$\pm 5\%$
Linealidad (5 % L)	$1,8 I_n$
Tensión de aislamiento	4 kV
Temperatura del ambiente	-10 ... +45 °C
Aislamiento interno	Clase F (155 °C) Bajo demanda: clase H (180 °C)
Sobrecarga máxima	
Permanente	$1,17 I_n$
Transitoria (1 min)	$2 I_n$
Seguridad	
Termostato de protección	Apertura a 90 °C
Grado de protección	IP 00
Instalación	Interior
Normas	
UNE-EN 60289, IEC 60076	

Aplicación

Las reactancias de rechazo de la serie **RE / RBE** están indicadas para su uso en baterías estáticas en instalaciones con un alto contenido de armónicos. Las reactancias deben ser conectadas en serie con cada condensador para una protección adecuada de

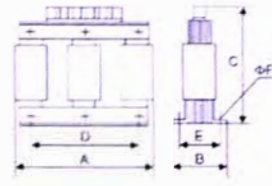
los condensadores, del módulo de maniobra estático y para evitar efectos de resonancia en la instalación.

Reactancias RE / RBE

Reactancias III para baterías estáticas

Dimensiones

RE



RBE



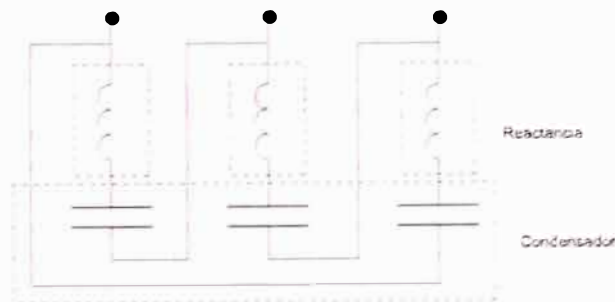
Tipo	a	b	c	d	e	f	g
RE-5-400	155	92	165	75	75	7	—
RE-10-400	180	102	190	90	75	7	—
RE-15-400	180	112	190	90	85	7	—
RE-20-400	180	122	190	90	95	7	—
RE-25-400	240	122	250	130	90	9	—
RE-30-400	240	132	250	130	100	9	—
RE-40-400	240	147	250	130	115	9	—
RBE-50-400	310	154	233	160	120	9	185
RBE-60-400	310	154	234	160	120	9	185
RBE-80-400	338	165	280	180	130	11	195

Referencias

Reactancias III serie RE/ RBE a 400 V c.a., 50 Hz, $p = 7\%$ (189 HZ)

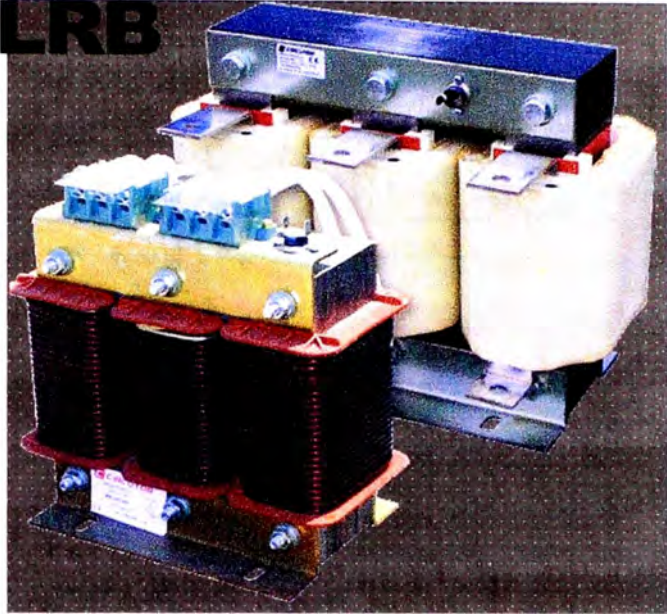
Para condensador:	kvar	I_c (A)	L (mH)	Pérdidas (W)	Peso (kg)	Tipo	Código
CF 46 / 6-6B	5	5	23,67	25	6	RE-5-400 / 6-460	P70210
CF 46 / 12,5-6B	10	9	11,27	50	8	RE-10-400 / 12,5-460	P70215
CF 46 / 19-6B	15	13	7,50	57	9,5	RE-15-400 / 19-460	P70220
CF 46 / 25-6B	20	17	5,68	76	11,5	RE-20-400 / 25-460	P70225
CF 46 / 30-6B	25	21	4,68	90	17	RE-25-400 / 30-460	P70230
CF 46 / 37-6B	30	25	3,84	120	20,5	RE-30-400 / 37-460	P70235
CF 46 / 50-6B	40	35	2,84	145	25,5	RE-40-400 / 50-460	P70240
CF 46 / 62-6B	50	42	2,29	185	29	RBE-50-400 / 62-460	P70245
CF 46 / 74-6B	60	51	1,89	205	30	RBE-60-400 / 74-460	P70250
CF 46 / 100-6B	80	66	1,42	235	41	RBE-80-400 / 100-460	P70255

Conexiones



Reactancias LR / LRB

Reactancias de filtrado para convertidoras de potencia (lado red)



Descripción

Los equipos de regulación de velocidad para motores, variadores de frecuencia, SAI, etc., generan perturbaciones en la red, que afectan a otras cargas de la instalación o al propio funcionamiento de dicho equipo.

Las reactancias **LR / LRB**, conectadas en la entrada, lado red, de dichos equipos permiten atenuar las crestas de tensión y reducir la distorsión armónica generada por la propia electrónica de potencia. Las reactancias de filtrado **LR / LRB** permiten reducir los armónicos de corriente de cualquier convertidor desde niveles de 40 ... 50 % a valores en torno al 20 %. Además reducen la corriente de cortocircuito y aumentan la seguridad de los semiconductores del convertidor. Si se colocan en el lado de motor permiten atenuar las frecuencias armónicas debidas a la conmutación.

Las reactancias tipo **LR**, están construidas con chapa de bajas pérdidas y bobinadas con hilo de cobre. La conexión se realiza mediante bornes adecuados.

Para corrientes mayores se emplean las reactancias **LRB** con núcleo de chapa magnética con entrehierros múltiples, lo cual le confiere unas excelentes características y muy bajas pérdidas. Bobinados de banda de cobre (o banda de aluminio, bajo demanda). Las conexiones se realizan mediante pletina.

Tanto las **LR** como las **LRB** llevan una impregnación al vacío de barniz para aumentar el aislamiento, darle mayor consistencia mecánica y reducir el ruido.

Características

Características

Caida de tensión U , %
(**LR 04**: 400 V ó **LR 02**: 230 V)

Tensión

Valor de L (mH)

Corriente nominal

Tipo de conductor

Tolerancia L

Linealidad (5 % L)

Tensión de aislamiento

Temperatura del ambiente

Aislamiento interno

Sobrecarga máxima

Permanente

Transitoria (1 min)

Seguridad

Termostato de protección

Grado de protección

Instalación

Normas

UNE-EN 60289, IEC 60076

4 % red de 50 Hz (4.8 % red de 60 Hz)
Bajo demanda otros valores

Hasta 1 000 V c.a

Según tabla
Bajo demanda otros valores

Según tabla
Bajo demanda otros valores

LR: hilo de cobre
LRB: banda de cobre (o aluminio bajo demanda)

± 5 %

1,5 I_n

4 kV

-10 ... +45 °C

Clase F (155 °C)
Bajo demanda: clase H (180 °C)

1,17 I_n

2 I_n

Bajo demanda

IP 00

Interior

Aplicación

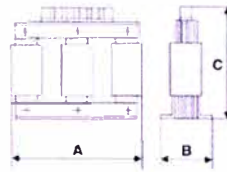
Las reactancias de la serie **LR / LRB** están preparadas y pueden utilizarse tanto en el lado de red como de motor. Atenúan los microcortes y las crestas debidos a la conexión inicial y a la conmutación, y reducen la tasa de armónicos de la corriente de red.

Reactancias LR / LRB

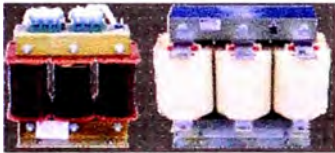
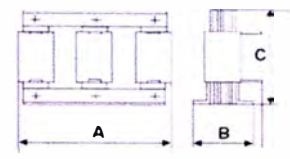
Reactancias de filtrado para convertidores de potencia (lado red)

Dimensiones

LR 04



LRB 04



Tipo	a	b	c	Tipo	a	b	c
LR 04-003	120	60	125	LRB 04-080	180	135	160
LR 04-004	120	60	125	LRB 04-095	237	120	195
LR 04-006	120	60	125	LRB 04-115	237	131	195
LR 04-008	120	60	125	LRB 04-150	237	131	215
LR 04-010	120	70	125	LRB 04-185	242	154	256
LR 04-013	120	70	125	LRB 04-200	245	154	256
LR 04-017	150	75	150	LRB 04-250	285	154	300
LR 04-022	150	90	152	LRB 04-300	280	164	300
LR 04-033	150	90	152	LRB 04-400	320	208	350
LR 04-041	180	100	193	LRB 04-500	320	228	350
LR 04-050	180	110	197	LRB 04-600	385	320	505
LR 04-058	180	110	197				
LR 04-066	180	120	197				

Referencias

Tipo de red trifásica a:	Potencia motor (kW)	I_n (A)	L (mH)	Pérdidas (W)	Peso (kg)	Tipo	Código
380 / 415 V	0,75	2,5	14,8	6	1,8	LR 04-003	P70301
380 / 415 V	1,5	4	7,90	8	1,8	LR 04-004	P70302
380 / 415 V	2,2	5,5	5,90	10	2	LR 04-006	P70303
380 / 415 V	3	7,5	4,30	12	2	LR 04-008	P70304
380 / 415 V	4	10	3,20	15	2,3	LR 04-010	P70305
380 / 415 V	5,5	13	2,50	18	2,3	LR 04-013	P70306
380 / 415 V	7,5	17	1,85	25	3,5	LR 04-017	P70307
380 / 415 V	11	22	1,47	30	4,6	LR 04-022	P70308
380 / 415 V	15	32	0,98	45	5	LR 04-033	P70309
380 / 415 V	18,5	40	0,80	55	7,5	LR 04-041	P7030A
380 / 415 V	22	47	0,67	64	9	LR 04-050	P7030B
380 / 415 V	25	53	0,59	77	9,5	LR 04-058	P7030C
380 / 415 V	30	64	0,49	88	11	LR 04-066	P7030D
380 / 415 V	37	76	0,40	110	13	LRB 04-080	P7030E
380 / 415 V	45	90	0,34	120	18	LRB 04-095	P7030F
380 / 415 V	55	110	0,28	145	21	LRB 04-115	P7030G
380 / 415 V	75	148	0,20	190	26	LRB 04-150	P7030H
380 / 415 V	90	180	0,17	230	32	LRB 04-185	P7030J
380 / 415 V	110	200	0,15	245	36	LRB 04-200	P7030K
380 / 415 V	132	250	0,12	285	44	LRB 04-250	P7030L
380 / 415 V	160	300	0,10	355	48	LRB 04-300	P7030M
380 / 415 V	200	400	0,07	475	72	LRB 04-400	P7030N
380 / 415 V	250	500	0,06	550	80	LRB 04-500	P7030P
380 / 415 V	315	600	0,05	634	105	LRB 04-600	P7030Q

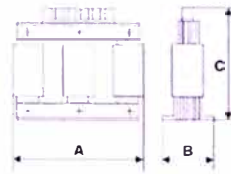
Caida de tensión U_c : 4 % para 400 V - 50 Hz / 4,8 % para 400 V - 60 Hz)

Reactancias LR / LRB

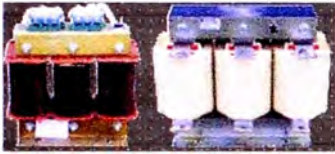
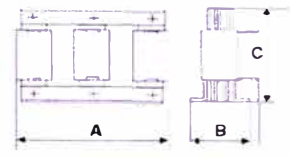
Reactancias de filtrado para convertidores de potencia (lado red)

Dimensiones

LR 02



LRB 02



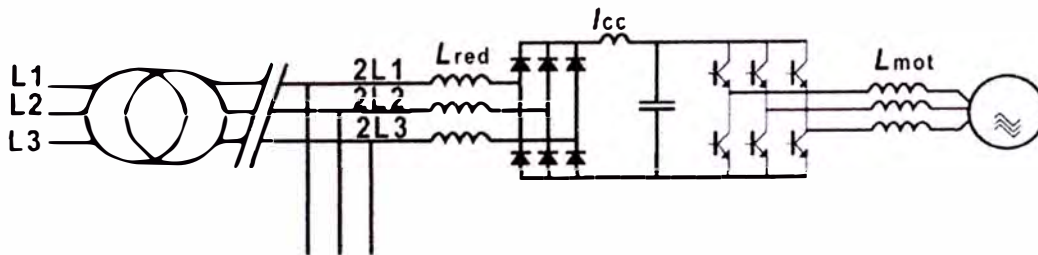
Tipo	a	b	c	Tipo	a	b	c
LR 02-004	120	60	125	LRB 02-058	180	110	197
LR 02-007	120	60	125	LRB 02-071	180	135	160
LR 02-010	120	70	125	LRB 02-083	180	135	160
LR 02-013	120	70	125	LRB 02-094	237	120	195
LR 02-016	150	75	150	LRB 02-100	237	131	195
LR 02-023	150	80	152	LRB 02-130	237	131	215
LR 02-030	150	90	152				
LR 02-039	180	100	193				

Referencias

Tipo de red trifásica a:	Potencia motor (kW)	I_n (A)	L (mH)	Pérdidas (W)	Peso (kg)	Tipo	Código
220 / 240 V	0,75	4	4,90	8	1,6	LR 02-004	P70311
220 / 240 V	1,5	7	2,60	10	2	LR 02-007	P70312
220 / 240 V	2,2	10	1,96	14	2,3	LR 02-010	P70313
220 / 240 V	3	13	1,43	17	2,3	LR 02-013	P70314
220 / 240 V	4	16	1,07	20	3,5	LR 02-016	P70315
220 / 240 V	5,5	22	0,84	26	4,6	LR 02-023	P70316
220 / 240 V	7,5	30	0,61	35	5	LR 02-030	P70317
220 / 240 V	10	38	0,49	44	7,5	LR 02-039	P70318
220 / 240 V	15	58	0,32	66	9,5	LRB 02-058	P70319
220 / 240 V	18,5	70	0,26	80	11	LRB 02-071	P7031A
220 / 240 V	22	82	0,22	94	12	LRB 02-083	P7031B
220 / 240 V	25	92	0,19	105	17	LRB 02-094	P7031C
220 / 240 V	30	112	0,16	115	20	LRB 02-100	P7031D
220 / 240 V	37	138	0,13	148	25	LRB 02-130	P7031E

Caída de tensión U_c : 4 % para 230 V - 50 Hz / 4,8 % para 230 V - 60 Hz)

Conexiones



ANEXO 3

FILTROS ACTIVOS

B Soluciones para el filtrado de perturbaciones

Para los diferentes tipos de anomalías existentes, se necesitan diferentes tipos de equipos que se encarguen de neutralizarlas.

Básicamente existen cinco categorías en las que se agrupan todos los equipos según el objetivo deseado:

- ⦿ B.1: Compensación de reactiva en redes con corrientes armónicas
- ⦿ B.2: Filtrado de armónicos
- ⦿ B.3: Descargas de neutro
- ⦿ B.4: Filtrado de AF
- ⦿ Desequilibrio de fases (ver NETACTIVE MULTIFUNCIÓN)

Compensación de reactiva en redes con corrientes armónicas

La compensación de reactiva en redes con contenidos de armónicos significativos se puede realizar bajo dos objetivos distintos que se muestran en el siguiente diagrama:



C Lugares de instalación de los equipos de filtrado

Existen tres puntos posibles en una instalación para colocar equipos para la eliminación de perturbaciones. Estos son:

En bornes de las cargas generadoras de armónicos

La más idónea ya que elimina la perturbación justo en el lugar en que se produce, evitando su distribución a lo largo de las líneas de distribución de la instalación.

Ejemplo: Variador de frecuencia de mediana o gran potencia (filtro LCL).

En cuadros secundarios

Cuando existen diferentes cargas de pequeña potencia conectadas a los cuadros secundarios de distribución. Su eliminación permite la descarga de las líneas que van al cuadro general.

Ejemplo: Líneas de ordenadores o de lámparas de descarga en general (sistema de bloqueo TSA ó FB3).

En el cuadro general de Baja Tensión

Cuando las perturbaciones han sido eliminadas o atenuadas en las propias cargas o en los cuadros secundarios, la colocación en el cuadro general de un equipo de filtrado permite la eliminación de los residuos restantes.

De esta manera se garantiza un correcto estado de la señal eléctrica en el punto de conexión con la Compañía suministradora.

Ejemplo: Filtrado general en el cuadro general de BT de un Hotel habiendo descargado previamente las líneas de neutro (filtros activos NETACTIVE)

Elección lugar instalación

Para elegir el punto correcto a colocar un equipo hay que tener en cuenta:

- ▶ Qué tipo de incidencia existe en la instalación, por tanto del tipo de filtro escogido
- ▶ La configuración de la instalación:
 - ⊖ Existencia de baterías de condensadores
 - ⊖ Existencia de grandes cargas perturbadoras
 - ⊖ Potencia y localización de líneas de iluminación y ordenadores
 - ⊖ Existencia de otras cargas tales como hornos de inducción, soldaduras

	SOLUCIÓN	CUADROS GENERALES DE BT	CUADROS SECUNDARIOS DE BT	INDIVIDUAL
Filtros Rechazo FR/FRE	Compensación de la energía reactiva	●	●	
Filtros Activos Trifásico Monofásico	Compensación de armónicos	●	●	
Filtro de Absorción regulados FAR	Filtrado de armónicos Compensación de reactiva	●	●	
Filtros LCL Reactancias LR	Filtrado de armónicos			●
Filtros EMI (EMR)	Filtrado de altas frecuencias			●
Sistemas de Bloqueo (TSA, FB3)	Descarga del tercer armónico		●	

Cuadro resumen del lugar de instalación de los equipos de filtrado

Filtros activos NETACTIVE

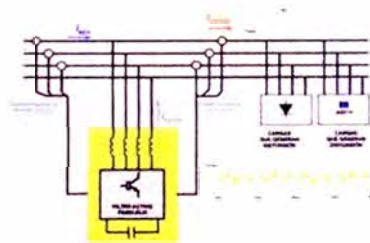
Los filtros activos son equipos que tienen como función principal la compensación de corrientes armónicas.

Compensación de armónicos

La compensación se consigue mediante la inyección en contrafase de corrientes armónicas iguales a las existentes en la instalación.

Esto permite que, aguas arriba del punto de conexión del filtro, la señal no presente prácticamente distorsión armónica.

La regulación de corriente la realiza un DSP de forma automática.



Principio de funcionamiento

Los filtros activos se basan en el siguiente principio:

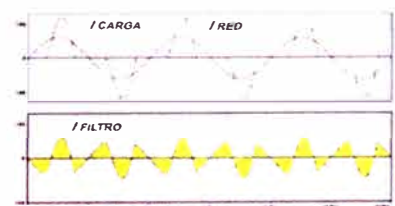
$$I_{\text{FILTRO}} = I_{\text{RED}} - I_{\text{CARGA}}$$

Es decir, detectan la diferencia existente entre la onda senoidal deseada (I_{RED}) de corriente y la señal deformada por efecto de los armónicos (I_{CARGA}). Por tanto, procede a inyectar la diferencia existente entre ambas ondas (I_{FILTRO}).

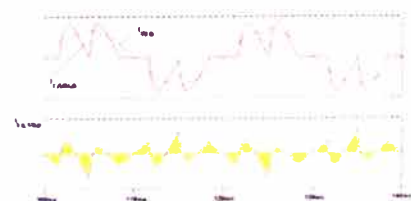
En la siguiente figura se observan las formas de onda de las corrientes inyectadas por los filtros activos.

En ellas se aprecian, la onda deseada, la onda deformada existente y la corriente del filtro (I_{FILTRO}), en los casos de un filtro trifásico y de un filtro monofásico.

Filtro monofásico



Filtro trifásico



Cuándo utilizar un Filtro Activo

El filtro activo es idóneo para todas aquellas aplicaciones que presentan una gran variación de carga, un amplio espectro de armónicos a compensar y una distribución de cargas no lineales muy repartidas en forma de pequeñas cargas en la red, de forma que no es posible el uso de filtros pasivos individuales.

Las aplicaciones más habituales son:

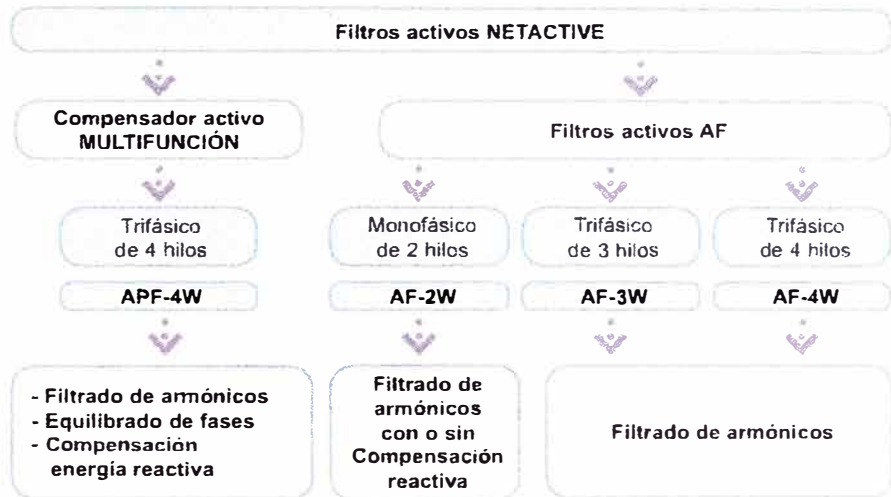
- Líneas de alumbrado
- Líneas de ordenadores
- Líneas con diferentes tipos de cargas (alumbrado, ordenadores, variadores de velocidad)

Es decir, la utilización más habitual se encuentran en los edificios de oficinas, hospitales, etc.

Gama

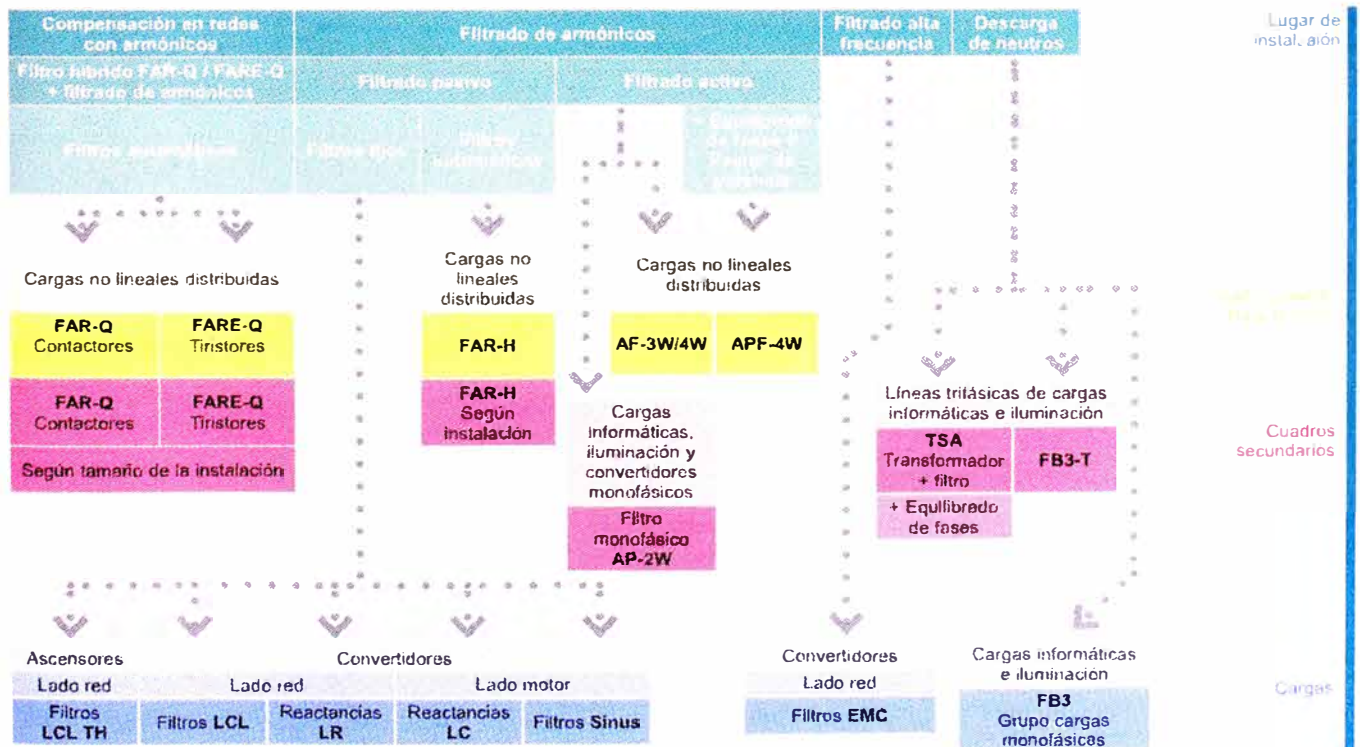
Dentro de la familia de filtros activos, **CIRCUTOR** dispone de una amplia gama de equipos que se adaptan a los tipos de anomalías existentes en las instalaciones.

El siguiente diagrama muestra las diferentes familias:



Esquema de elección de un equipo de filtrado

En función de los objetivos a realizar en la instalación, el siguiente esquema facilita la elección del tipo de equipo en función de su ubicación en la instalación y del tipo de carga a filtrar.



ANEXO 4

REGULADOR DE ENERGÍA REACTIVA

Reguladores automáticos de energía reactiva

Para la compensación de energía reactiva en instalaciones con cargas variables, es necesario el uso de reguladores automáticos de energía reactiva.

Los reguladores "computer" de **CIRCUTOR** permiten un preciso seguimiento de la curva de cargas existentes, asegurando llevar el $\cos \varphi$ a los valores programados.

Toda la gama de reguladores computer se basa en el sistema **FCP** de **CIRCUTOR** (Fast Computerized Program), que dan al regulador unas prestaciones únicas en el mercado:

- ◊ Minimizar el número de maniobras, aumentando la vida de los componentes de la batería de condensadores.
- ◊ Aumento de la velocidad de respuesta del equipo, lo que comporta un mayor ahorro energético.
- ◊ Sistema antipenduleo, evitando conexiones y desconexiones innecesarias de los condensadores.
- ◊ Óptima regulación, gracias a la precisa información del estado de los parámetros de red y el sistema antipenduleo, nos aseguramos seguir con precisión la curva de cargas de la instalación y conseguir el $\cos \varphi$ objetivo.

Medida y compensación

La amplia gama de reguladores **CIRCUTOR** está pensada para cubrir las diferentes necesidades de compensación

que nos podemos encontrar, según tipología de cada instalación.

Para poder compensar las instalaciones con variación de cargas rápidas, se ha de utilizar un computer de **CIRCUTOR** serie **fast**, capaces de compensar en milisegundos (ms) la energía reactiva consumida.

En sistemas desequilibrados, si instalamos un regulador convencional midiendo sobre una sola fase, corremos el riesgo de que se produzca una falta de compensación o una sobrecompensación. Para compensar las instalaciones desequilibradas **CIRCUTOR** ha diseñado la serie **computer plus**. El **computer plus** está disponible en su versión **plus-T** (maniobra por contactores) y versión **Plus-TF** (maniobra por tiristores), capaz de compensar la reactiva total consumida en tiempo real y fase a fase.

computer Plus es un producto innovador que ofrece un amplio abanico de nuevas características, medida trifásica, compensación fase a fase, analizador de redes incorporado, función test, protección contra armónicos, control de fugas, comunicaciones, etc. En este catálogo encontrarán más información sobre este nuevo producto.

El siguiente ejemplo nos muestra como calcular, porcentualmente, el desequilibrio entre fases y determinar la necesidad de realizar una compensación con medida trifásica mediante el sistema **Plus**.



Ejemplo de instalación:

Reactiva L1: 80 kvar
 Reactiva L2: 90 kvar
 Reactiva L3: 110 kvar
 Valor promedio:
 $L1+L2+L3 / 3 = 93.33 \text{ kvar}$

% desequilibrio L1= $(L1\text{-valor promedio} / \text{valor promedio}) \times 100 = 14,28 \%$

% desequilibrio L2= $(L2\text{-valor promedio} / \text{valor promedio}) \times 100 = 3,33 \%$




% desequilibrio L3= $(L3\text{-valor promedio} / \text{valor promedio}) \times 100 = 17,86 \%$

El punto frontera para decidir si nuestra batería de condensadores será con medida monofásica o trifásica, está en un 12 % de desequilibrio en alguna de las fases.

En el ejemplo anterior observamos que tanto L1 como L3, quedan por encima del 12 % de desequilibrio, por lo cual se hace necesaria la utilización de un **computer Plus**.



Tabla de selección de producto

	Equipo	Tipos de cargas	Tipos de instalaciones	Tiempo de respuesta mínimo	Pág.
computer plus		lentas	desequilibradas (Regulador medida trifásica)	4 s	5
computer MAX		lentas	equilibradas (Regulador medida monofásica)	4 s	7
computer SMART		lentas	equilibradas (Regulador medida monofásica)	4 s	9
computer plus-TF		rápidas	desequilibradas (Regulador medida trifásica)	40 ms	11
computer MAX - f		rápidas	equilibradas (Regulador medida monofásica)	40 ms	13
computer smart fast		rápidas	equilibradas (Regulador medida monofásica)	40 ms	15
DIR2		lentas	control de 1 único caso	1 s	19

computer Plus-T

Regulador inteligente

Descripción

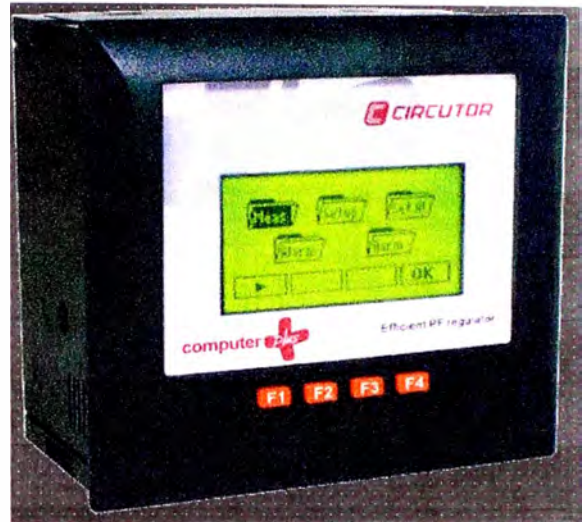
Regulador inteligente, de nueva generación, capaz de medir sobre las 3 fases de la instalación y compensar de una manera precisa la reactiva total consumida.

El **computer Plus-T** es un regulador de energía reactiva, que dotado de la tecnología **CIRCUTOR** en sistemas de medida se convierte en un equipo de compensación más medida. Como analizador de redes, nos permite visualizar cualquier parámetro eléctrico de red en tiempo real y registrar en su memoria interna, máximos y mínimos, con fecha y hora. Un amplio abanico de nuevas características ofrecen al usuario las siguientes ventajas:

- La medida sobre las tres fases garantiza, con total confianza, la compensación real de la instalación.
- Protección contra armónicos, con sistema antirresonancia.
- Facilidad de instalación, totalmente autoprogramable, empieza a trabajar solamente tocando una tecla.
- Nuevo programa de regulación que permite cualquier tipo de secuencia.
- Mayor continuidad de servicio, control y visualización de fugas, realizan protección diferencial paso a paso.
- Sonda de temperatura interna, para protección contra sobrettemperatura, con sistema de alarma y/o desconexión.
- Disponen de una función test que nos permite realizar un chequeo completo del equipo, solamente pulsando una tecla.
- Gracias a su sistema de comunicaciones el usuario puede visualizar a distancia los parámetros del equipo y de la red, permitiendo realizar una supervisión y mantenimiento preventivo.

Aplicación

El **computer Plus-T** es el regulador ideal para compensar las instalaciones actuales, que por su tipología de cargas cada vez se encuentran más desequilibradas. Su sistema de medida trifásico sumado a la función de analizador de redes, sistema de seguridad, vigilancia y control, lo hacen el candidato ideal para compensar aquellas instalaciones en la que la precisión y continuidad de servicio, son factores fundamentales.



Características

Características generales

Tipo de medida

Trifásica

Analizador de redes

Medida: $\cos \phi$, FP, U , I , I_L , THD(I), THD(U), kV·A, kW, kvarC, kvarL, kWh, kvar h, Hz, temperatura. Registro máx y mín. con fecha y hora de los parámetros eléctricos.

Alarmas

Temperatura, tensión, corriente, THD(I), THD(U), kvar, $\cos \phi$, pérdida de capacidad.

Función test

Pérdida de capacidad, resonancia, $\cos \phi$

Sistema antirresonancia

Incorporado

Función *plug and play* (autoprogramable)

Incorporado

Protección diferencial paso a paso

Versión CDI

Comunicaciones RS-485 (protocolo modbus)

Versión CDI

Medida de corriente de los condensadores

Versión CDI

Medida de temperatura

Incorporado

Circuito de alimentación

Tensión

110 ... 480 V c.a.

Consumo

6 VA

Frecuencia

45 ... 65 Hz

Circuito de medida

Tensión nominal

110 ... 300 V f-n, 190 ... 520 V f-f

Frecuencia

45 ... 65 Hz

Corriente nominal

1 a 5 A máx.

Sobrecarga permanente

15 %

Clase tensión

0,5

Clase corriente

0,5

Clase potencia

0,5

Relés

Tensión máxima de maniobra

250 V c.a.

Corriente máxima de maniobra

3 A

Condiciones ambientales

Temperatura de uso

0 ... 55 °C

Características constructivas

Tipo de caja

Plástico V0 auto extingible

Grado protección, equipo montado (frontal)

IP 51

Grado protección, equipo montado (posterior)

IP 21

Dimensiones

144 x 144 x 90 mm

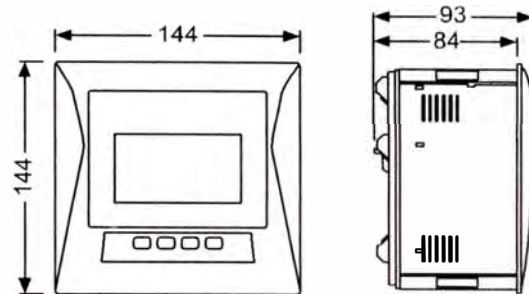
Seguridad

CAT III

computer Plus-T

Regulador Inteligente

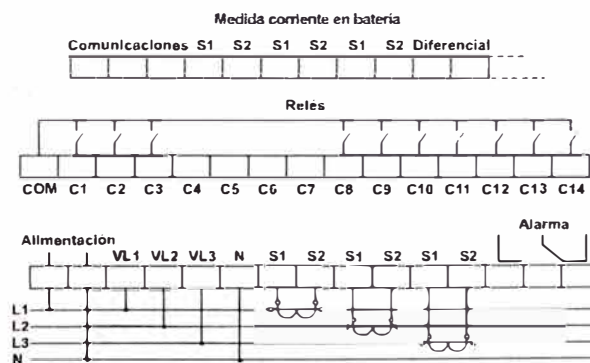
Dimensiones



Referencias

N.º pasos	Medida trifásica	Alarmas	Comunicaciones, Diferencial, $I_{condensadores}$	Tipo	Código
8	Sí	Sí	No	computer Plus-T8	R12011
14	Sí	Sí	No	computer Plus-T14	R12211
8	Sí	Sí	Sí	computer Plus-T8 CDI	R12111
14	Sí	Sí	Sí	computer Plus-T14 CDI	R12212

Conexiones



computer MAX

Regulador automático de energía reactiva



Descripción

La serie de reguladores **MAX** de alta tecnología, están pensados para una regulación sencilla y eficaz.

Como toda la gama de reguladores **computer** se basa en el sistema **FCP** de **CIRCUTOR** (Fast Computerized Program), que dan al regulador unas prestaciones únicas en el mercado. Otras características son:

- Visualiza por display: $\cos \varphi$, tensión, corriente, THDI y registra máximos alcanzados de tensión y corriente
- Incorpora la función "selección de fase" que permite al usuario seleccionar la fase en la cual está instalado el transformador de corriente.
- Permite ver por display el comportamiento del $\cos \varphi$, I y THDI, ante la conexión y desconexión manual de los condensadores.
- Indicación por display o mediante relé de las siguientes alarmas: Falta de compensación, Sobrecompensación, Sobreten-sión, Sobrecorriente, Transformador desconectado, Corriente por debajo del límite.

Aplicación

El **computer MAX** es el regulador ideal para compensar instalaciones equilibradas, donde la facilidad de programación, robustez y precisión, sean requisitos imprescindibles.

Su sistema de programación sencillo e intuitivo facilita al usuario su instalación y mantenimiento.

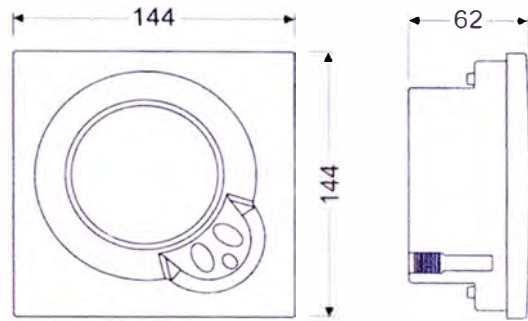
Características

	computer max 6	computer max 12
Circuito de tensión		
Tensión de alimentación	230, 400, 480 V c.a. (según tipo)	
Tolerancia	-10... +15 %	
Consumos	4 V-A	6 V-A
Frecuencia	45 ... 65 Hz	
Circuito medida		
Tensión de medida	230, 400, 480 V c.a. (según tipo)	
Corriente de medida	Transformador $I_n / 5 A +20%$	
Relé de salida		
Tension maxima	250 V c.a.	
Corriente nominal	10 A	
Vida eléctrica (mecánica)	5 · 10 ⁴ / 5 · 10 ⁵ maniobras	
Relé de alarma		
Relé	Último relé configurable como rele de alarma	
Alarmas	Falta de compensación, sobrecompensación, sobrecorriente, sobreten-sión, transformador desconectado y corriente por debajo del límite	
Características constructivas		
Temperatura de trabajo	-10 ... +50 °C	
Montaje	Panel	
Dimensiones	144 x 144 mm	
Conexión	Regleta	
Grado protección	IP 52 (frontal) / IP 31 (parte posterior)	
Prestaciones		
Medida parámetros eléctricos	$\cos \varphi$, tensión, corriente, THDI, máximo de U y de I	
Función "selección de fase"	Permite seleccionar la fase donde se instaló el transformador de corriente	
Sistema de control	FCP / 4 cuadrantes	
Programas de conexión	1.1.1.1 / 1.2.2.2 / 1.2.4.4 / 1.2.4.8 / 1.1.2.2	
Función Test	Test Compensación y Test Resonancia Armónica	
Retardo de conexión Tr	4 ... 999 s	
Retardo de seguridad Ts	5 · Tr	
Normas		
IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-11		

computer MAX

Regulador automático de energía reactiva

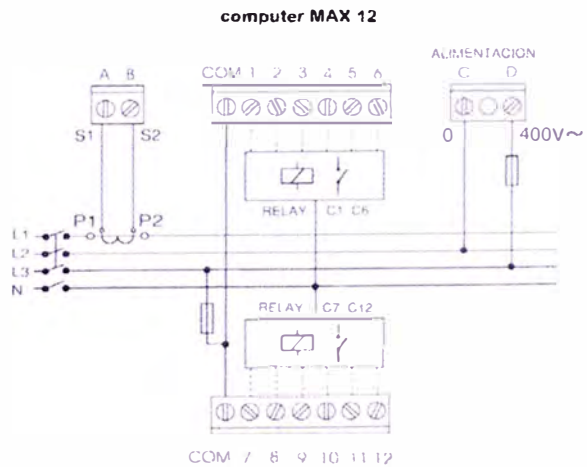
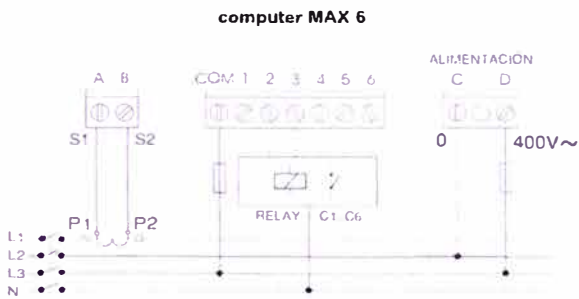
Dimensiones



Referencias

Tensión alimentación	N.º pasos	Tamaño	Tipo	Código
400 V c.a.	6	144 x 144	computer Max 6	R10831
400 V c.a.	12	144 x 144	computer Max 12	R10842
110 V c.a.	6	144 x 144	computer Max 6	R10831001
110 V c.a.	12	144 x 144	computer Max 12	R10842001
230 V c.a.	6	144 x 144	computer Max 6	R10831002
230 V c.a.	12	144 x 144	computer Max 12	R10842002
480 V c.a.	6	144 x 144	computer Max 6	R10831004
480 V c.a.	12	144 x 144	computer Max 12	R10842004

Conexiones



computer Smart

Regulador automático de energía reactiva



Descripción

El **computer smart** es un regulador de factor de potencia con tecnología de vanguardia, que ofrece en un solo dispositivo las funciones de regulador, de analizador de redes eléctricas y de dispositivo de protección.

Es capaz de realizar funciones avanzadas como: vigilancia del estado de los condensadores, protección diferencial de la instalación, prevención de fallo de condensadores por sobrecarga de armónicos, detección de sobrecalentamientos, etc. Todas estas funciones contribuyen a obtener una mayor vida del equipo corrector de reactiva y redundan en una mejor calidad del suministro eléctrico, evitando interrupciones imprevistas.

Smart es uno de los reguladores de FP con mejores prestaciones del mercado, al tiempo que ofrece a los usuarios un fácil uso y una programación intuitiva.

Aplicación

Smart ofrece un sistema completo para instalaciones que requieran regulación de la energía reactiva, seguridad, medida, comunicaciones y supervisión energética.

Su sistema de programación sencillo e intuitivo facilita al usuario su instalación y mantenimiento.

Características

Circuito de tensión

Tensión de alimentación	480, 400, 230, 110 V c.a. según modelo
Tolerancia	+15 % -10 %
Consumo	8,2 V·A (relés desconectados); 9,3 V·A (6 relés) 11 V·A (12 relés)
Frecuencia	45 - 65 Hz

Circuito de medida

Tensión de medida	Rango de medida de tensión 480, 400, 230, 110 V c.a.
Corriente nominal (I_n)	Mediante un transformador de corriente $I_n / 15$

Corriente de fugas

Rango de medida	$I_{\text{difer}} = 10 \text{ mA} \dots 1 \text{ A c.a.}$
Transformador de corriente	WGC (*)
Fondo escala de medida	$I_{\text{difer}} = 20 \text{ mA}$

Precisión

1 %	$\cos \phi : 2 \% \pm 1 \text{ dígito}$
-----	-----------------------------------------

Medida de temperatura

0 ... +80 °C ± 3 °C

Relés

Contacto de salida	Conmutado
Poder de corte	$V_{\text{max}} = 250 \text{ V c.a.}, 4 \text{ A c.a.}, \text{AC1}$

Alarmas

Nº de Alarmas	14, totalmente configurables
---------------	------------------------------

Comunicaciones

Hardware	RS-485
Protocolo	Modbus
Baud rate	9600, 19200, 38400 Bd, configurable
Condiciones de	

Características constructivas

Temperatura de uso	-20 ... +60 °C
Humedad relativa	Max. 95%
Altitud máxima	2000 m

Sistema de control

FCP (Programa que minimiza el número de maniobras)

Seguridad

Aislamiento	Categoría III Clase II EN 61010-1
Grado de protección	IP 40 montado / IP 30 sin montar según EN-60529

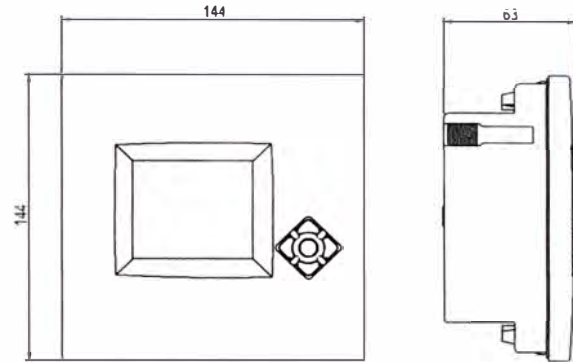
Normas

IEC 62053-23 (2003-01) Ed. 1.0, IEC 61326-1, EN61010-1, UL 508

computer Smart

Regulador automático de energía reactiva

Dimensiones

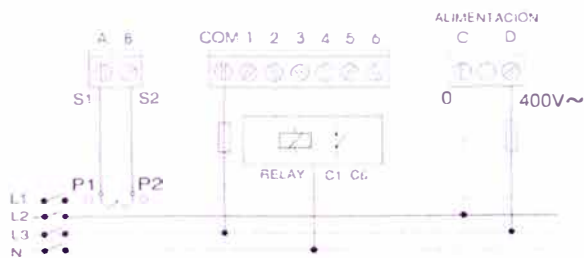


Referencias

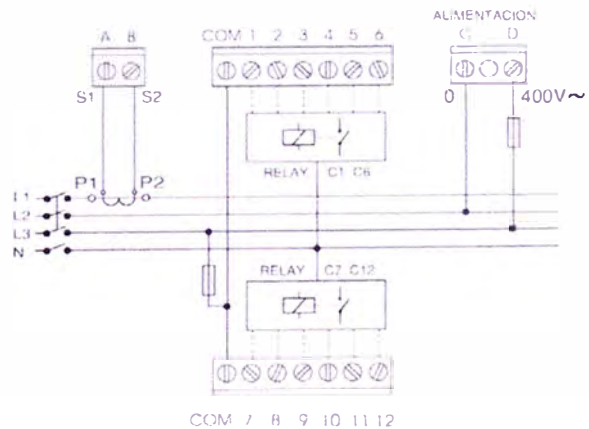
Tensión alimentación	N.º pasos	Alarma	Tamaño	Tipo	Código
400 V c.a.	6	Sí	144 x 144	computer Smart 6	R13831
400 V c.a.	12	Sí	144 x 144	computer Smart 12	R13842
110 V c.a.	6	Sí	144 x 144	computer Smart 6	R13831001
110 V c.a.	12	Sí	144 x 144	computer Smart 12	R13842001
230 V c.a.	6	Sí	144 x 144	computer Smart 6	R13831002
230 V c.a.	12	Sí	144 x 144	computer Smart 12	R13842002
480 V c.a.	6	Sí	144 x 144	computer Smart 6	R13831004
480 V c.a.	12	Sí	144 x 144	computer Smart 12	R13842004

Conexiones

computer Smart 6

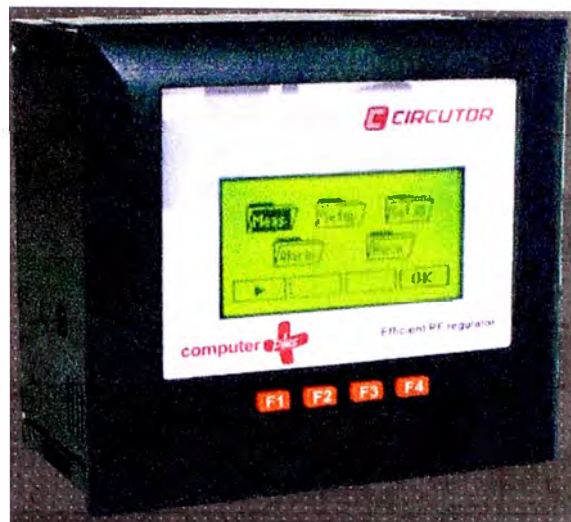


computer Smart 12



computer plus-TF

Regulador rápido de energía reactiva
(Baterías estáticas)



Descripción

Regulador inteligente, de nueva generación, capaz de medir sobre las 3 fases de la instalación y compensar fase a fase y en tiempo real la reactiva consumida por cada fase. Además de corregir a cero la reactiva total, consigue un equilibrio de las potencias activas en las fases.

El **computer Plus-TF** es un regulador de energía reactiva, que dotado de la tecnología **CIRCUTOR** en sistemas de medida se convierte en un equipo de compensación más medida. Como analizador de redes, nos permite visualizar cualquier parámetro eléctrico de red en tiempo real y registrar en su memoria interna, máximos y mínimos, con fecha y hora.

Un amplio abanico de nuevas características ofrecen al usuario las siguientes ventajas:

- La medida sobre las tres fases garantiza, con total confianza, la compensación real de la instalación.
- Compensación fase a fase y tiempo real.
- Protección contra armónicos, con sistema antirresonancia.
- Facilidad de instalación, totalmente autoprogramable, empieza a trabajar solamente tocando una tecla.
- Nuevo programa de regulación que per-

mite cualquier tipo de secuencia.

- Mayor continuidad de servicio, control y visualización de fugas, realizan protección diferencial paso a paso.
- Sonda de temperatura interna, para protección contra sobrettemperatura., con sistema de alarma y/o desconexión.
- Disponen de una función test que nos permite realizar un chequeo completo del equipo, solamente pulsando una tecla.
- Gracias a su sistema de comunicaciones el usuario puede visualizar a distancia los parámetros del equipo y de la red, permitiendo realizar una supervisión y mantenimiento preventivo.

Aplicación

El **computer Plus-TF** es el regulador ideal para compensar las instalaciones actuales, que por su tipología de cargas cada vez se encuentran más desequilibradas. Su sistema de medida trifásico, compensación fase a fase y función de analizador de redes, lo convierten en la solución ideal para compensar aquellas instalaciones con variación de cargas rápidas, entre 20 ms y 4 segundos y/o importantes desequilibrios entre fases, tales como, soldaduras, grúas, ascensores

y aparatos elevadores, fundiciones, hospitales, industria del automóvil o cualquier otra que por su tipología, requiera realizar una compensación de reactiva totalmente eficiente.

Algunas de las ventajas que nos aporta este sistema de compensación son:

- Eliminación del transitorio de producido por la conexión del condensador.
- La carencia de transitorios nos permite la eliminación de huecos, flicker y cualquier otra perturbación generada en el transitorio de conexión.
- Cadencia limitada de maniobras, garantizando una mayor vida útil del equipo.
- Respuesta inmediata a la demanda de compensación.
- Menor desgaste de los condensadores y de los interruptores de maniobra, debido a la eliminación de transitorio y la total ausencia de partes mecánicas móviles.
- Eliminación o amortiguación de caídas de tensión provocadas por picos de consumo de reactiva.

Su compensación fase a fase, convierte al **computer Plus-TF** en el regulador más eficiente del mercado.

computer plus-TF

Regulador rápido de energía reactiva
(Baterías estáticas)



Características

Características generales

Tipo de medida	Trifásica
Tipo de compensación	Fase a fase
Tiempo mínimo de respuesta	2 ciclos (40 ms)
Analizador de redes	Medida: $\cos \phi$, FP, U , I , I_n , THD(I), THD(U), kV·A, kW, kvarC, kvarL, kW·h, kvar·h, Hz, temperatura. Registro máx. y mín. con fecha y hora de los parámetros eléctricos.
Alarmas	Temperatura, tensión, corriente, THD(I), THD(U), kvar, $\cos \phi$, pérdida de capacidad.
Función test	Pérdida de capacidad, resonancia, $\cos \phi$.
Sistema antirresonancia	incorporado
Función <i>plug and play</i> (autoprogramable)	incorporado
Protección diferencial paso a paso	Versión CDI
Comunicaciones RS-485 (protocolo modbus)	Incorporado
Medida de corriente de los condensadores	Versión CDI
Medida de temperatura	Incorporado

Circuito de alimentación

Tensión	110 - 480 V c.a.
Consumo	6 V·A
Frecuencia	45 ... 65 Hz

Circuito de medida

Tensión nominal	110 - 300 V f-n, 190 - 520 V f-f
Frecuencia	45 ... 65 Hz
Corriente nominal	1 a 5 A máx.
Sobrecarga permanente	15 %
Clase tensión	0,5
Clase corriente	0,5
Clase potencia	0,5

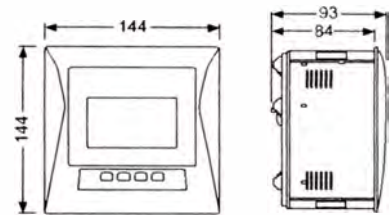
Condiciones ambientales

Temperatura de uso	0 ... 55 °C
--------------------	-------------

Características constructivas

Tipo de caja	Plástico V0 auto extingible
Grado protección, equipo montado (frontal)	IP 51
Grado protección, equipo montado (posterior)	IP 21
Dimensiones	144 x 144 x 90 mm
Seguridad	CAT III

Dimensiones



Conexiones



Referencias

N.º pasos	Medida trifásica	Alarmas	Comunicaciones	Diferencial, condensadores	Tipo	Código
16	Sí	Si	No	No	computer Plus TF	R12511
16	Sí	Si	Si	Si	computer Plus TF CDI	R12611

computer MAX-f

Regulador rápido de energía reactiva
(Baterías estáticas)

Descripción

La serie de reguladores **MAX-f** está dentro de la gama de reguladores rápidos con un tiempo de respuesta de 40 ms indicada para necesidades de compensación en tiempo real. Características principales:

- Tiempo de respuesta ajustable (> 40 ms)
- Visualiza por display: $\cos \phi$, tensión, corriente, THDI y registra máximos alcanzados de tensión y corriente
- Incorpora la función "selección de fase" que permite al usuario seleccionar la fase en la cual está instalado el transformador de corriente.
- Permite ver por display el comportamiento del $\cos \phi$, I y THDI, ante la conexión y desconexión manual de los condensadores.
- Indicación por display o mediante relé de las siguientes alarmas: Falta de compensación, Sobrecompensación, Sobre-tensión, Sobre-corriente, Transformador desconectado, Corriente por debajo del límite

Aplicación

El **computer MAX-f** ha sido diseñado para compensar instalaciones que por su tipología de cargas necesitan ser compensadas en tiempo real, tales como, soldaduras, grúas, ascensores y aparatos elevadores, fundiciones, hospitales, industria del automóvil o cualquier otra que por su tipología, requiera realizar una compensación de reactiva en tiempo real. Algunas de las ventajas que nos aporta este sistema de compensación son:

- Eliminación del transitorio de producido por la conexión del condensador.
- La carencia de transitorios nos permite la eliminación de huecos, flicker y cualquier otra perturbación generada en el transitorio de conexión.
- Cadencia limitada de maniobras, garantizando una mayor vida útil del equipo.
- Respuesta inmediata a la demanda de compensación.



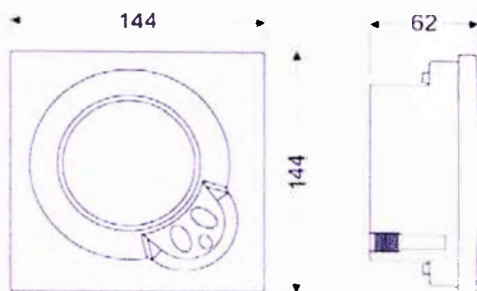
Características

	computer max 6	computer max 12
Circuito de tensión		
Tensión de alimentación	230, 400, 480 V c.a. (según tipo)	
Tolerancia	-10 ... +15 %	
Consumos	4 V·A	5 V·A
Frecuencia	45 ... 65 Hz	
Circuito medida		
Tensión de medida	230, 400, 480 V c.a. (según tipo)	
Corriente de medida	Transformador $I_n / 5 A + 20\%$	
Relé de salida	6	12
Tensión máxima	250 V c.a.	
Corriente nominal	10 A	
Vida eléctrica (mecánica)	5 * 10 ⁴ / 5 * 10 ⁵ maniobras	
Relé de alarma		
Relé	Último relé configurable como relé de alarma	
Características constructivas		
Temperatura de trabajo	-10 ... +50 °C	
Montaje	Panel	
Dimensiones	144 x 144 mm	
Conexión	Regleta	
Grado protección	IP 52 (frontal) / IP 31 (parte posterior)	
Prestaciones		
Medida parámetros eléctricos	$\cos \phi$, tensión, corriente, THDI, máximo de U y de I	
Función "selección de fase"	Permite seleccionar la fase donde se instaló el transformador de corriente	
Sistema de control	FCP / 4 cuadrantes	
Programas de conexión	1.1.1.1 / 1.2.2.2 / 1.2.4.4 / 1.2.4.8 / 1.1.2.2	
Función Test	Test Compensación y Test Resonancia Armónica	
Retardo de conexión Tr	40 ms ... 2 s	
Retardo de seguridad Ts	40 ms ... 2 s	
Normas		
	IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-3, IEC 61000-4-4, IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-11	
• Menor desgaste de los condensadores y de los interruptores de maniobra, debido a la eliminación de transitorio y la total ausencia de partes mecánicas móviles.		
• Eliminación o amortiguación de caídas de tensión provocadas por picos de consumo de reactiva.		

computer MAX - f

Regulador rápido de energía reactiva
(Baterías estáticas)

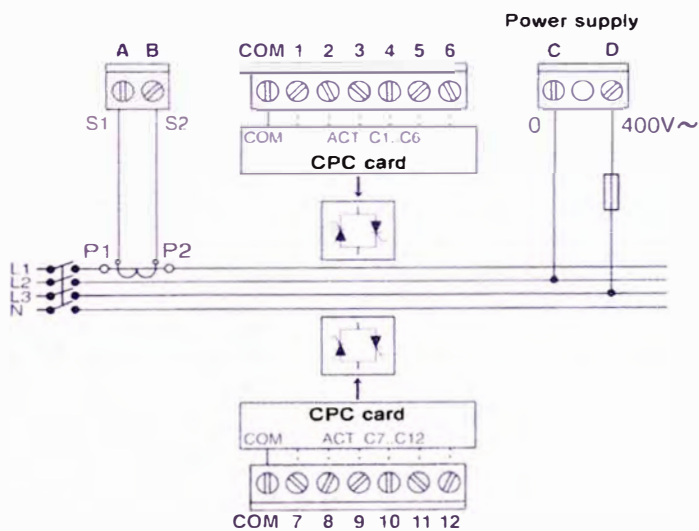
Dimensiones



Referencias

Tensión alimentación	N.º pasos	Alarma	Tamaño	Tipo	Código
400 V c.a.	6	-	144 x 144	computer MAX 6f	R10851
400 V c.a.	12	-	144 x 144	computer MAX 12f	R10862

Conexiones



computer Smart fast

Regulador rápido de energía reactiva
(Baterías estáticas)

CIRCUTOR

Descripción

El **computer smart fast** es un regulador de factor de potencia con tecnología de vanguardia, que ofrece en un solo dispositivo las funciones de regulador, de analizador de redes eléctricas y de dispositivo de protección.

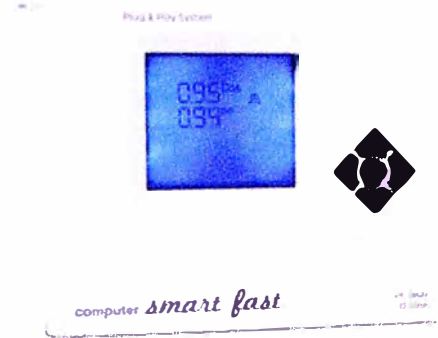
Es capaz de realizar funciones avanzadas como: vigilancia del estado de los condensadores, protección diferencial de la instalación, prevención de fallo de condensadores por sobrecarga de armónicos, detección de sobrecalentamientos, etc. Todas estas funciones contribuyen a obtener una mayor vida del equipo corrector de reactiva y redundan en una mejor calidad del suministro eléctrico, evitando interrupciones intempestivas.

Aplicación

El **computer smart fast** es la solución ideal para compensar aquellas instalaciones con variación de cargas rápidas, entre 40 ms y 4 segundos y/o importantes desequilibrios entre fases, tales como, soldaduras, grúas, ascensores y aparatos elevadores, fundiciones, hospitales, industria del automóvil o cualquier otra que por su tipología, requiera realizar una compensación de reactiva totalmente eficiente. Algunas de las ventajas que nos aporta este sistema de compensación son:

- Eliminación del transitorio de producido por la conexión del condensador.
- La carencia de transitorios nos permite la eliminación de huecos, flicker y cualquier otra perturbación generada en el transitorio de conexión.
- Cadencia limitada de maniobras, garantizando una mayor vida útil del equipo.
- Respuesta inmediata a la demanda de compensación.
- Menor desgaste de los condensadores y de los interruptores de maniobra, debido a la eliminación de transitorio y la total ausencia de partes mecánicas móviles.
- Eliminación o amortiguación de caídas de tensión provocadas por picos de consumo de reactiva.

Su compensación fase a fase, convierte al **computer Smart fast** en el regulador más eficiente del mercado.



Características

Circuito de tensión

Tensión de alimentación	480, 400, 230, 110 V c.a. según modelo
Tolerancia	+15 % -10 %
Consumo	8,2 V·A (relés desconectados) 9,3 V·A (6 relés) 11 V·A (12 relés)
Tiempo mínimo de respuesta	2 ciclos (40 ms)
Frecuencia	45...65 Hz

Circuito de medida

Tensión de medida	Rango de medida de tensión 480, 400, 230, 110 V c.a.
Corriente nominal (I_n)	Mediante un transformador de corriente $I_n/5$
Corriente de fugas	
Rango de medida	I_{desf} : 10 mA ... 1 A c.a.
Transformador de corriente	WGC (*)
Fondo escala de medida	I_{desf} = 20 mA
Precisión	$\cos \phi$: 2 % \pm 1 dígito
	1 %

Medida de temperatura

0 ... +80 °C \pm 3 °C

Relés

Contacto de salida	Conmutado
Poder de corte	V_{nom} , 250 V c.a., 4 A c.a.. AC1

Alarmas

Nº de Alarmas	14, totalmente configurables
---------------	------------------------------

Comunicaciones

Hardware	RS-485
Protocolo	Modbus
Baud rate	9600, 19200, 38400 Bd, configurable Condiciones de

Características constructivas

Temperatura de uso	-20 ... +60 °C
Humedad relativa	Max. 95%
Altitud máxima	2000 m

Sistema de control

FCP (Programa que minimiza el número de maniobras)

Seguridad

Aislamiento	Categoría III Clase II EN 61010-1
Grado de protección	IP 40 montado / IP 30 sin montar según EN-60529

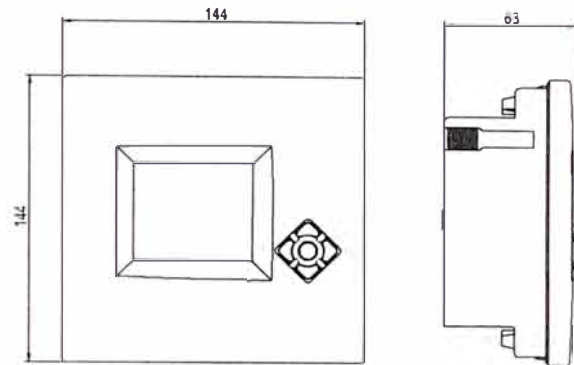
Normas

IEC 62053-23 (2003-01) Ed. 1.0. IEC 61326-1, EN61010-1, UL 508

computer Smart fast

Regulador rápido de energía reactiva
(Baterías estáticas)

Dimensiones

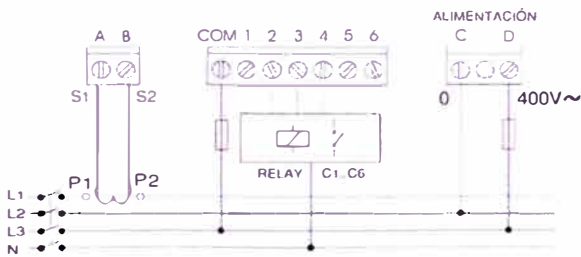


Referencias

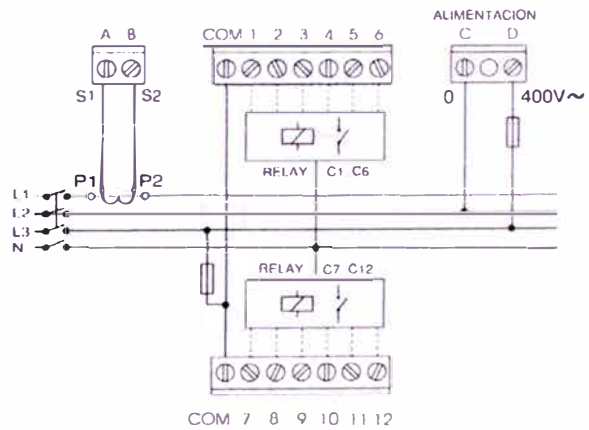
Tensión alimentación	N.º pasos	Alarma	Tamaño	Tipo	Código
400 V c.a.	6	Si	144 x 144	computer Smart fast 6	R13931
400 V c.a.	12	Si	144 x 144	computer Smart fast 12	R13942

Conexiones

computer Smart 6f



computer Smart 14f



DIR2

Relé de corriente reactiva de 1 paso. Carril DIN



Descripción

El relé de corriente reactiva **DIR2**, es capaz de actuar sobre un circuito en función de la corriente reactiva inductiva o capacitiva que circula por él.

El relé **DIR2** mide corriente reactiva en A del secundario de un transformador de corriente .../5. En la parte frontal del relé dispone de un mando en el que se ajusta la corriente reactiva a la cual queremos que el relé actúe. Dispone de un LED que indica el estado del relé.

Aplicación

El relé **DIR2**, gracias a su fácil instalación y programación, es ideal para las siguientes aplicaciones:

- En compensaciones individuales para cargas de pequeña, mediana o gran potencia.
- Compensación parcial para instalaciones que ya disponen de un equipo automático.
- Como regulador de todo o nada en instalaciones de baja potencia.
- Para desconectar de forma instantánea y total una batería de condensadores, cuando por cualquier causa la red presenta una elevada corriente capacitiva.
- Control de corrientes reactivas, tanto capacitivas como inductivas, pudiendo dar una señal de alarma en caso de corrientes elevadas.

Características

Circuito de tensión

Tensión de alimentación	400 V c.a.
Tolerancia	±10 %
Consumo con todos los relés conectados	5 V A
Frecuencia	50 Hz

Circuito de medida

Consumo	0,5 V A
Corriente nominal (I _n)	5 A

Salidas

N.º de salidas	1
Tensión máxima	200 V
Corriente máxima	100 mA

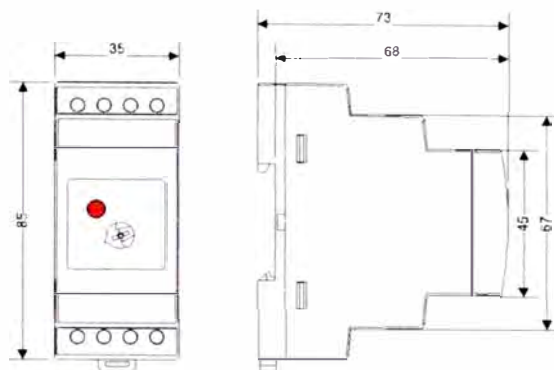
Características constructivas

Temperatura de uso	-10 ... +50 °C
Montaje	Carril DIN
Conexión	Bornes
Grado de protección	IP 21

DIR2

Relé de reactiva de 1 paso. Carril DIN

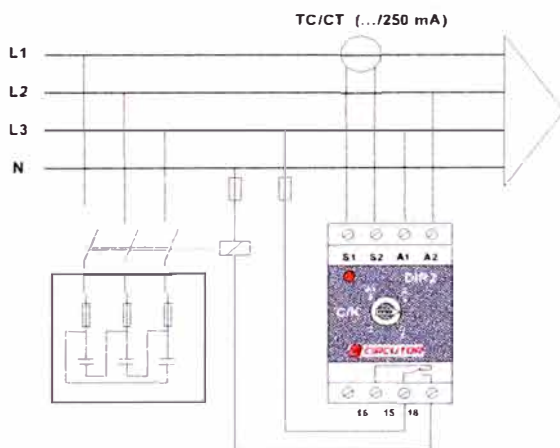
Dimensiones



Referencias

Tensión alimentación	N.º pasos	Alarma	Tamaño	Tipo	Código
400 V c.a.	1	*	35 x 85	DIR2	R11211

Conexiones



ANEXO 5

INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO

Interruptores automáticos abiertos de baja tensión SACE Emax

Tensión asignada máxima	635 V
Tensión asignada	600 V
Corriente permanente asignada	800 A - 5000 A
Poder asignado de corte ultimo en cortocircuito	42 kA - 125 kA (480 V)
Corriente asignada de corte duración admisible	35 kA - 100 kA



ABB

El tercer milenio está abierto

ABB SACE I.V., empresa puntera en el proyecto y en la fabricación de aparatos de baja tensión, ha renovado su gama de interruptores abiertos, presentando una nueva serie absolutamente innovadora en cuanto a concepción tecnológica, sencillez de instalación y facilidad de uso. Una propuesta llamada a convertirse en la mejor solución para las crecientes necesidades de proyectistas, cuadrantes, instaladores, O.M.s y usuarios.

La nueva serie de interruptores abiertos de baja tensión SACE Emax representa la síntesis de más de medio siglo de experiencia y de evolución

tecnológica, y se anticipa a las futuras necesidades de las instalaciones eléctricas.

Los interruptores abiertos SACE Emax cumplen las Normas UL y fueron proyectados y testados según las normas ANSI para interruptores abiertos de baja tensión.

Los interruptores abiertos SACE Emax se presentan en cinco modelos distintos (cuatro medidas) con corrientes permanentes asignadas de 800 a 5000A y poder asignado de corte último en circuito de 42kA a 125kA (480V).



Datos comunes a toda la gama

Tensión asignada máxima	635	[V]
Tensión asignada	600	[V]
Tensión de prueba (1 min 50/60 Hz)	2,2	[kV]
Frecuencia asignada	50-60	[Hz]
Número de polos	3	
Ejecución	Fijo/Extraible	

Una gama completa de elevadas prestaciones

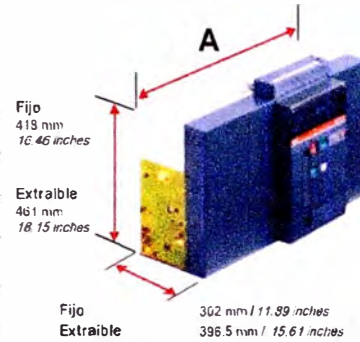
Medida del interruptor		E1			E2			E3			E4			E6	
Nivel de prestación		B - A	B - A	N - A	N - A	S - A	H - A	S - A	H - A	V - A	H - A	V - A	H - A	V - A	
Corriente permanente asignada	[A]	800	1600	1200	2000	1200	1200	3200	3200	3200	4000	4000	4000	4000	
	[A]	1200		1600	2500	1800	1800	3600	3600	3600	5000	5000	5000	5000	
	[A]					2000	2000								
	[A]					2500	2500								
Poder asignado de corte último en cortocircuito	240 V -	[kA]	42	42	65	65	85	85	100	100	125	125	125	125	
	480 V -	[kA]	42	42	50	50	65	65	85	100	85	125	85	125	
	600 V -	[kA]	35	42	50	50	65	65	85	85	85	85	85	85	
Corriente asignada de corte duración admisible	[kA]	35	42	50	50	65	65	65	85	85	100	100	100	100	

Sencillez de instalación

Todos los interruptores de la serie SACE Emax tienen la misma altura y profundidad, para cualquier valor de corriente asignada y en ambas configuraciones, fijo o extraíble.

Anchura	Fijo (3 polos)	Extraíble (3 polos)
E1 - E2	296 mm 11.65 inches	324 mm 12.76 inches
E3	404 mm 15.91 inches	432 mm 17.01 inches
E4	566 mm 22.28 inches	594 mm 23.39 inches
E6	782 mm 30.79 inches	810 mm 31.89 inches

En todos los interruptores, salvo E3, la parte fija es estandarizada e igual para todos los modelos, aunque éstos tengan distintos valores de corriente permanente asignada.



Está disponible una amplia gama de terminales para toda la serie.

De esta manera es posible realizar cuadros adosables a la pared o accesibles por la parte posterior, con conexiones traseras, y estandarizar las estructuras de soporte.

La parte fija del interruptor se asegura al cuadro mediante sólo cuatro puntos para E1, E2 y E3, y con seis puntos para E4 y E6.

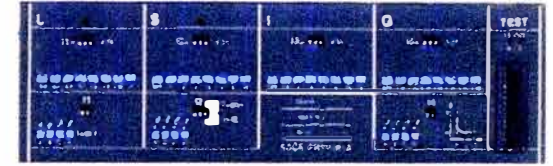
Todos los puntos se hallan en la base del aparato, para mayor facilidad y rapidez de montaje del interruptor en el cuadro.

La nueva generación de relés con microprocesador SACE PR111 - PR112

Los interruptores SACE Emax están equipados con los nuevos relés de sobrecorriente con microprocesador SACE PR111 y PR112, que garantizan una elevada precisión en todas las funciones de protección. El relé SACE PR112 incorpora un microprocesador de 16 bits y un convertidor analógico-digital de 12 bits, y tiene una alta frecuencia de muestreo. Estas características aseguran una resolución elevada y la máxima precisión. Asimismo, dispone de una nueva interfaz de usuario mediante display, con un menú guiado que permite una gran facilidad de programación.

Los relés con microprocesador SACE PR111 y PR112 mantienen sus funciones de protección sin necesidad de alimentación exterior, ya que están autoalimentados.

La amplia gama de regulación de las funciones de protección y los altos valores de corriente asignada de corta duración hacen que los interruptores abiertos SACE Emax resulten particularmente idóneos para el estudio de la selectividad. Todos los interruptores SACE Emax provistos de relé electrónico con microinterruptor SACE PR112 permite efectuar la selectividad de zona entre diversos interruptores.



Relé de sobrecorriente con microprocesador SACE PR111



Relé de sobrecorriente con microprocesador SACE PR112



Los interruptores SACE Emax están dotados de numerosos detalles que permiten al operador trabajar siempre en condiciones de máxima seguridad. La extracción con la puerta cerrada, el grado de protección hasta NEMA 3/3S/13 y una articulada serie de dispositivos de bloqueo evitan cualquier peligro. El aislamiento del compartimento de los accesorios respecto al circuito de potencia impide toda posibilidad de contacto accidental con las partes en tensión. Esto permite, si es necesario, sustituir los accesorios aun con el interruptor en servicio. La innovadora estructura del polo garantiza el completo aislamiento entre fases y fase, y entre fase y neutro, a la vez que posibilita la inspección total de la cámara de arco y de los contactos principales.

El interruptor puede personalizarse con la ayuda de una gama completa de accesorios (que se instalan desde el frontal del interruptor, sin necesidad de cableado) y de una serie completa de terminales.

La conexión de los auxiliares eléctricos se efectúa exclusivamente por el frente del interruptor. De este modo, la incorporación de los accesorios resulta más sencilla y puede planificarse en la última fase de la instalación. La gestión de los almacenes gana en racionalidad, gracias a la serie unificada de accesorios y a su versatilidad de uso. En efecto, una sola gama de accesorios se aplica a toda la serie de interruptores abiertos SACE Emax.



Normas

Los interruptores abiertos SACE Emax están proyectados y testados con arreglo a las normas ANSI C37.15, C37.16, C37.17 y C37.50, y registrados según la normativa UL 1066.

Los interruptores abiertos SACE Emax UL Listed también son idóneos para el uso en cuadros eléctricos de baja tensión realizados de conformidad con las normativas UL1558 (Aparatos de baja tensión), UL891 (Cuadros de baja tensión) y CSA C22.2 N° 31.

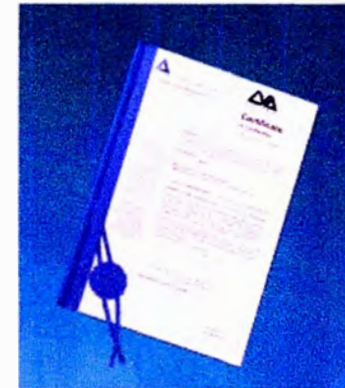
Los interruptores SACE Emax y sus accesorios son conformes a las Normas internacionales IEC 947-2, EN 60947 (armonizadas en diecisiete países del CENELEC), UNE EN 60947 y IEC 1000. También cumplen las directivas CEE de baja tensión (LVD N° 73/23 EEC) y de compatibilidad electromagnética (EMC N° 89/336 EEC).



Certificaciones y Homologaciones

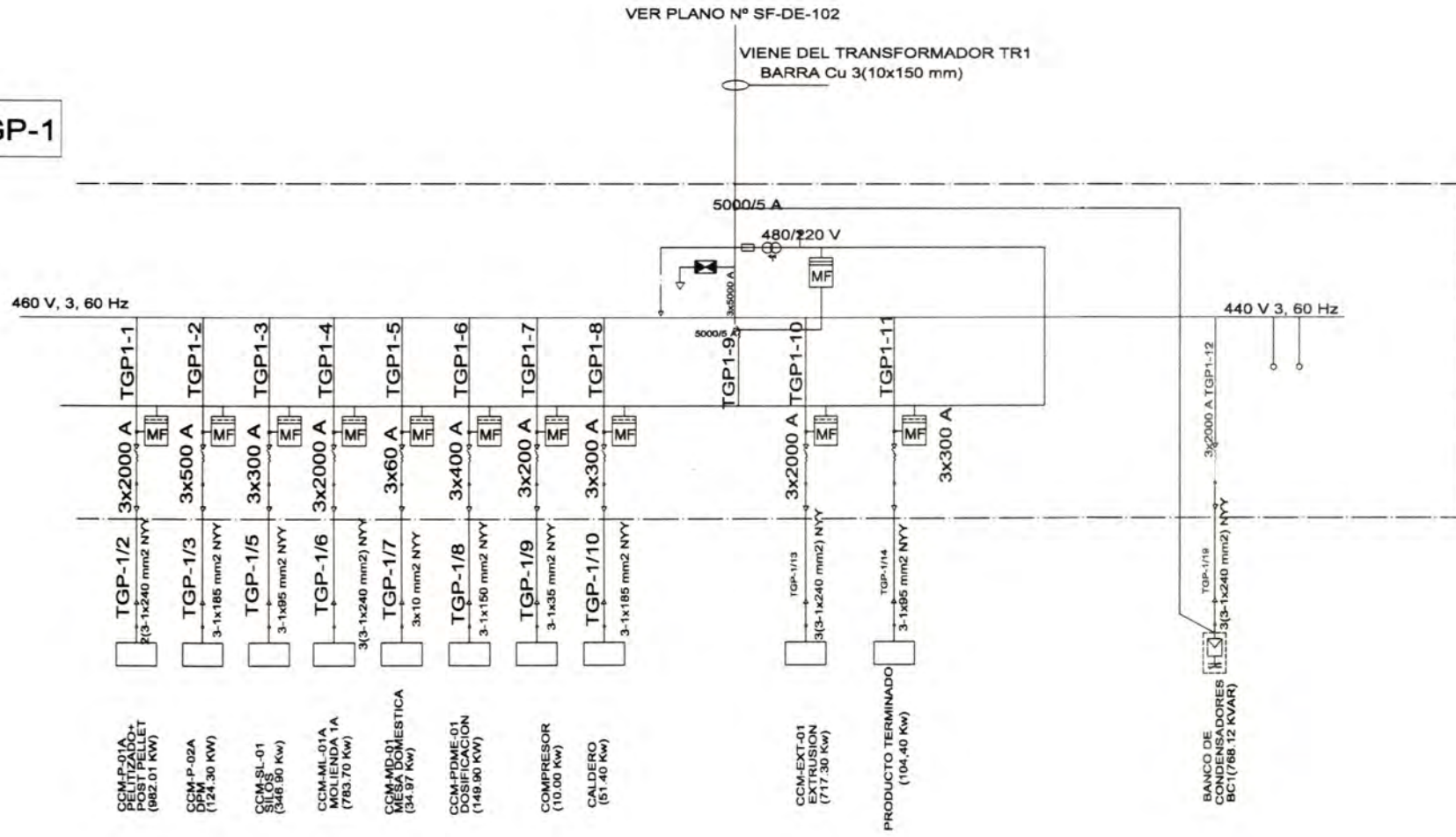
Todas las características eléctricas y mecánicas de los interruptores están certificadas por informes de prueba con validez de acreditación en todo el mundo, conforme al programa UL. El Sistema de Calidad de ABB SACE Low Voltage es conforme a la norma internacional ISO 9001 (modelo para asegurar la calidad en las fases de proyecto, desarrollo, fabricación, instalación y asistencia) y a las normas equivalentes, europeas EN ISO 9001 e italianas UNI EN ISO 9001.

El tercer organismo de certificación es RINA QUACR.



PLANOS

TGP-1



LEYENDA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	FUSIBLE
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
	SUPRESOR DE SOBRETENCION
	TRANSFORMADOR DE TENSION
	LAMPARA SEÑALIZADORA
	TABLERO DE CARGAS
	MEDIDOR MULTIFUNCION
	CABLE UNIPOLAR 1KV TIPO NYY

Diseño :

AC

Aprobó :

AC

TITULO :

TABLERO TGP - 1

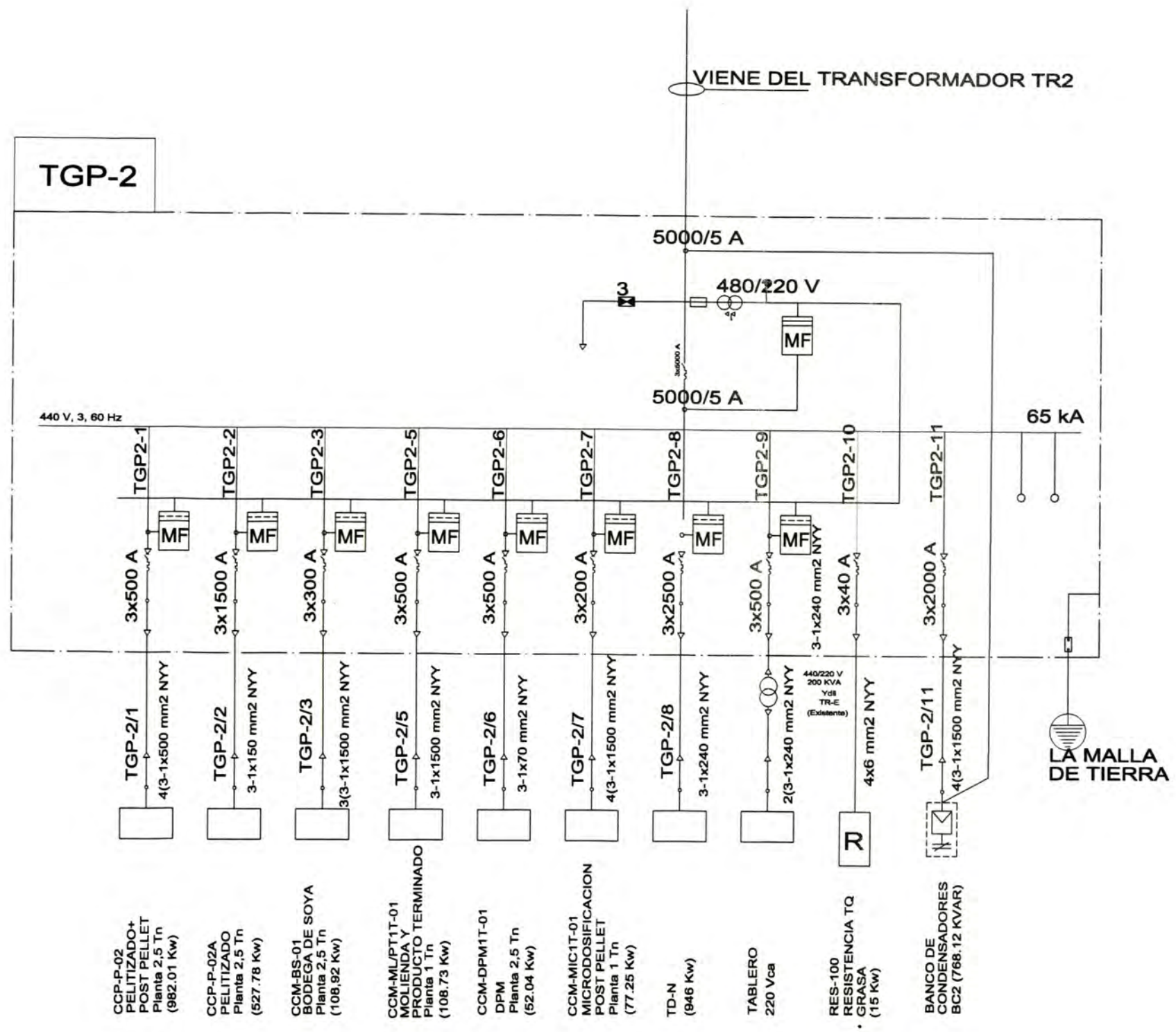
ESCALA :

CODIGO :

IE - 1

HOJA Nº

1 / 3



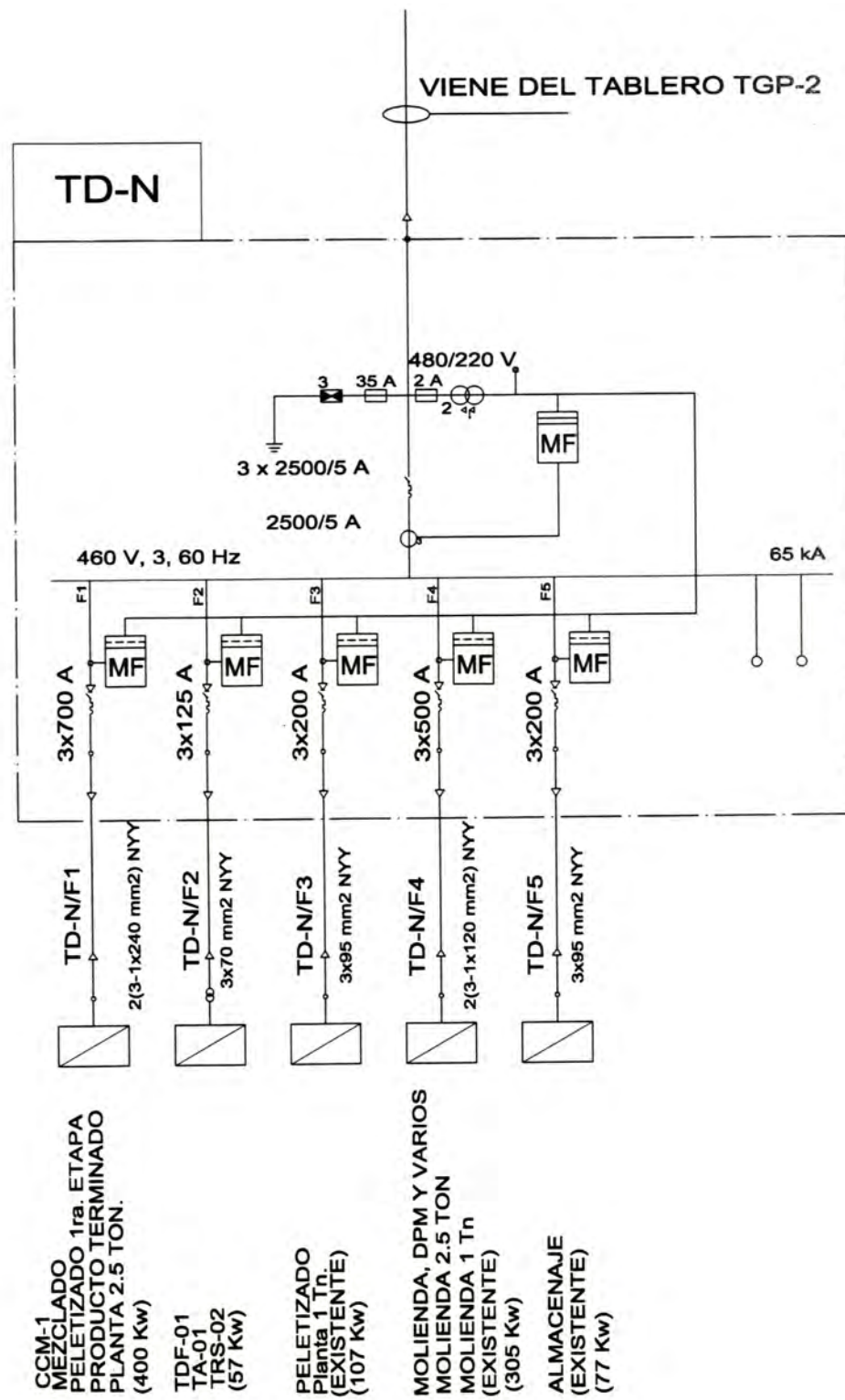
LEYENDA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	FUSIBLE
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
	SUPRESOR DE SOBRETENCION
	TRANSFORMADOR DE TENSION
	LAMPARA SEÑALIZADORA
	TABLERO DE CARGAS
	MEDIDOR MULTIFUNCION
	CABLE UNIPOLAR 1kV TIPO NYY

- CCP-P-02 PELITIZADO+ POST PELLETT Planta 2,5 Tn (982.01 Kw)
- CCP-P-02A PELITIZADO Planta 2,5 Tn (527.78 Kw)
- CCM-BS-01 BODEGA DE SOYA Planta 2,5 Tn (108,92 Kw)
- CCM-ML/PT1T-01 MOLIENDA Y PRODUCTO TERMINADO Planta 1 Tn (108,73 Kw)
- CCM-DPM1T-01 DPM Planta 2,5 Tn (52.04 Kw)
- CCM-MIC1T-01 MICRODOSIFICACION POST PELLETT Planta 1 Tn (77.25 Kw)
- TD-N (846 Kw)
- TABLERO 220 Vca
- RES-100 RESISTENCIA TQ GRASA (15 Kw)
- BANCO DE CONDENSADORES BC2 (768.12 KVAR)

Diseño :	AC
Aprobado :	AC

TITULO :	TABLETGO TGP - 2
----------	------------------

ESCALA :	HOJA Nº
CODIGO :	3 / 3
IE - 2	

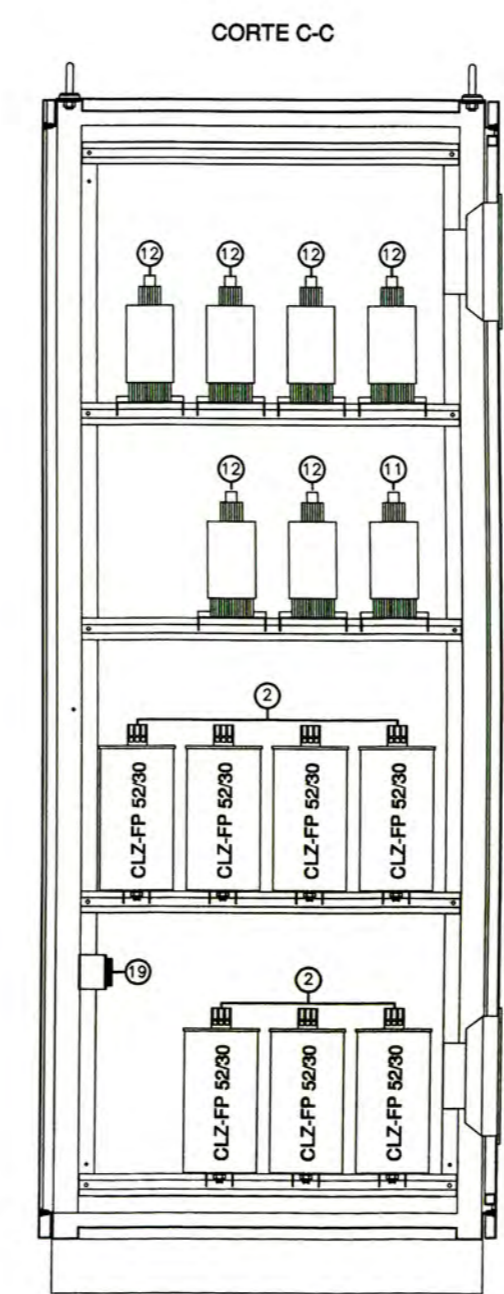
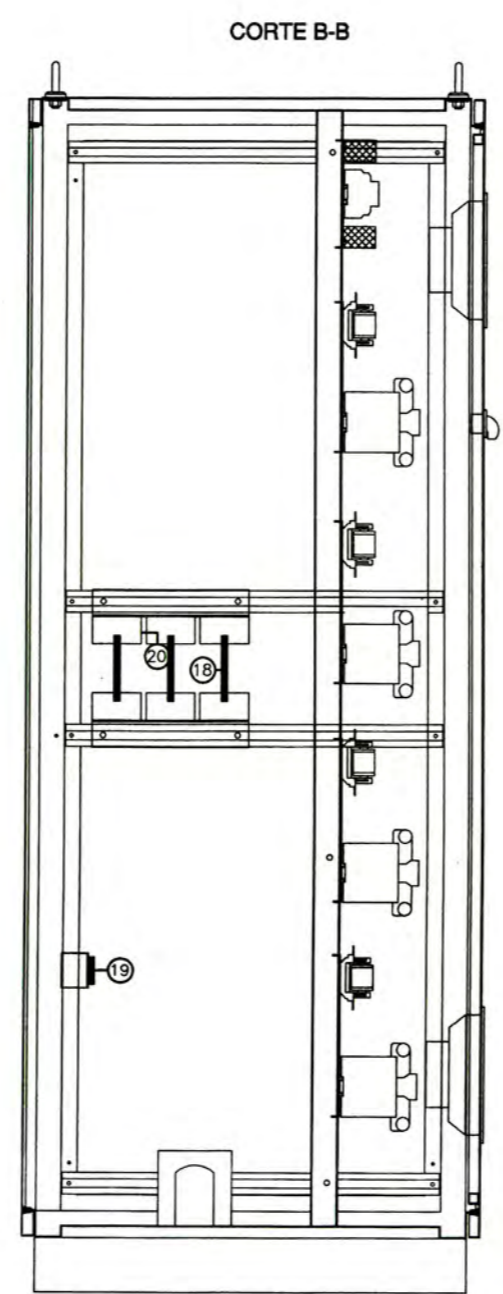
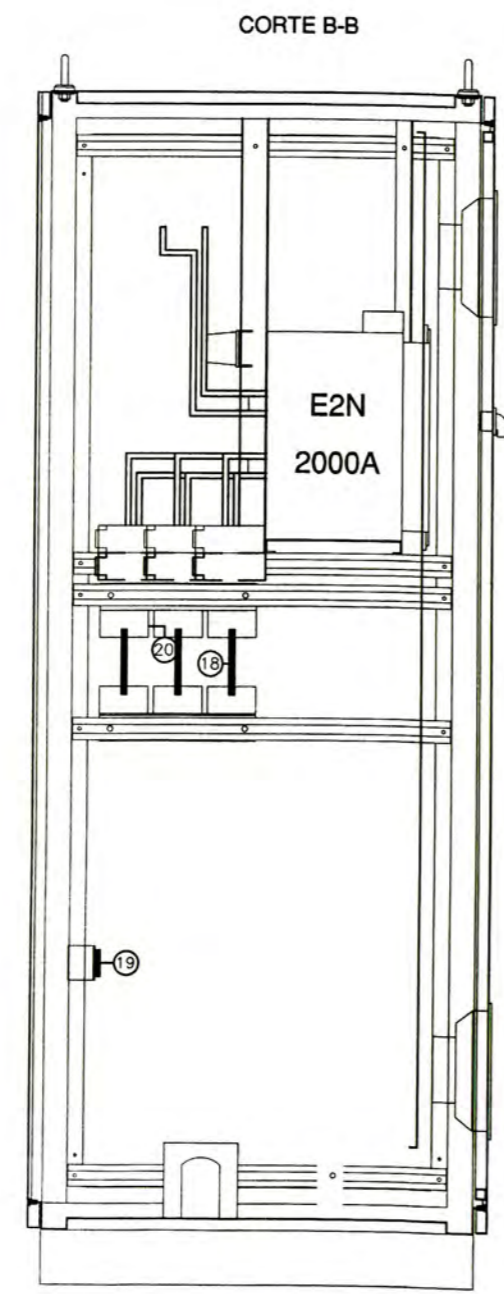
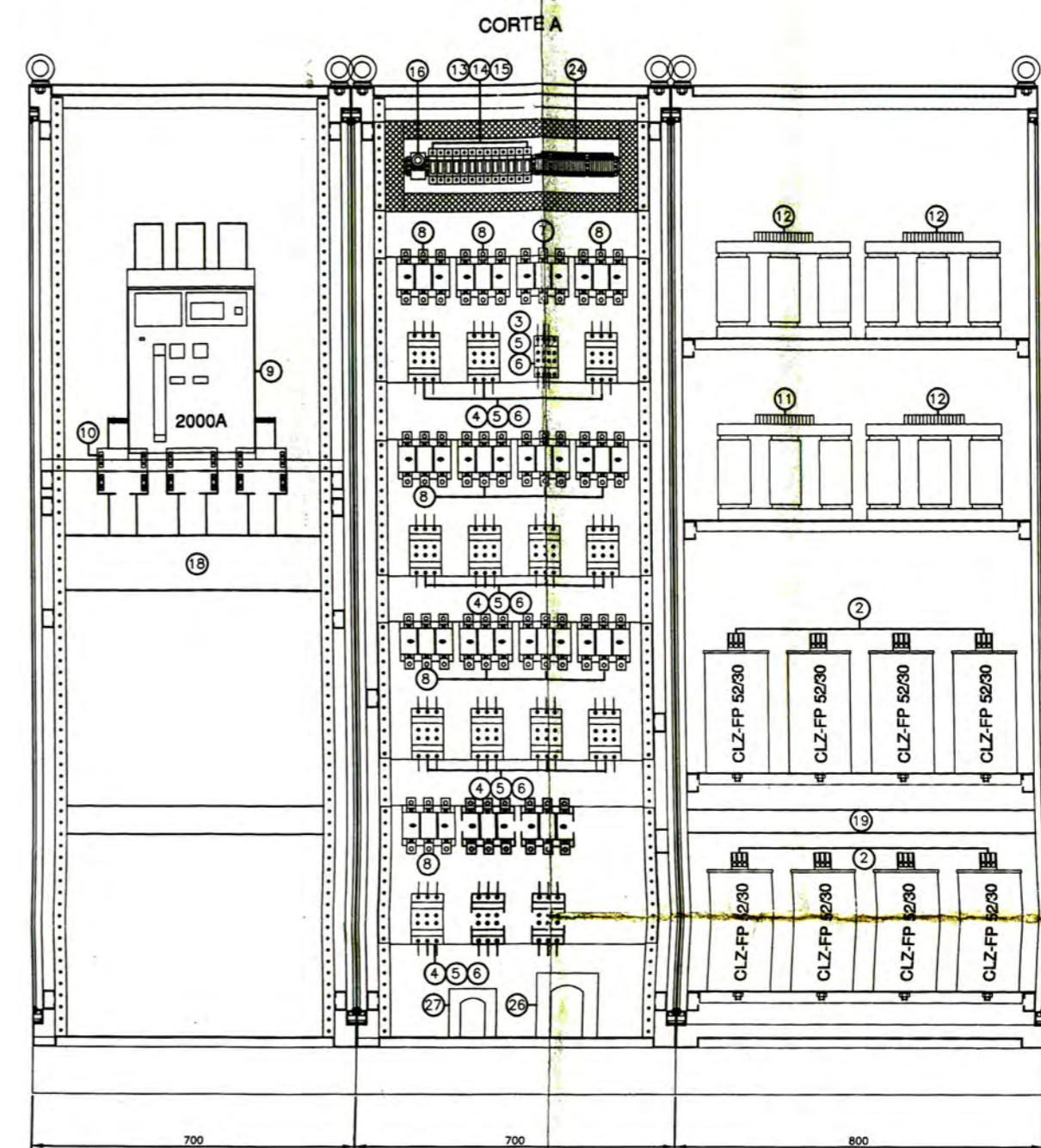
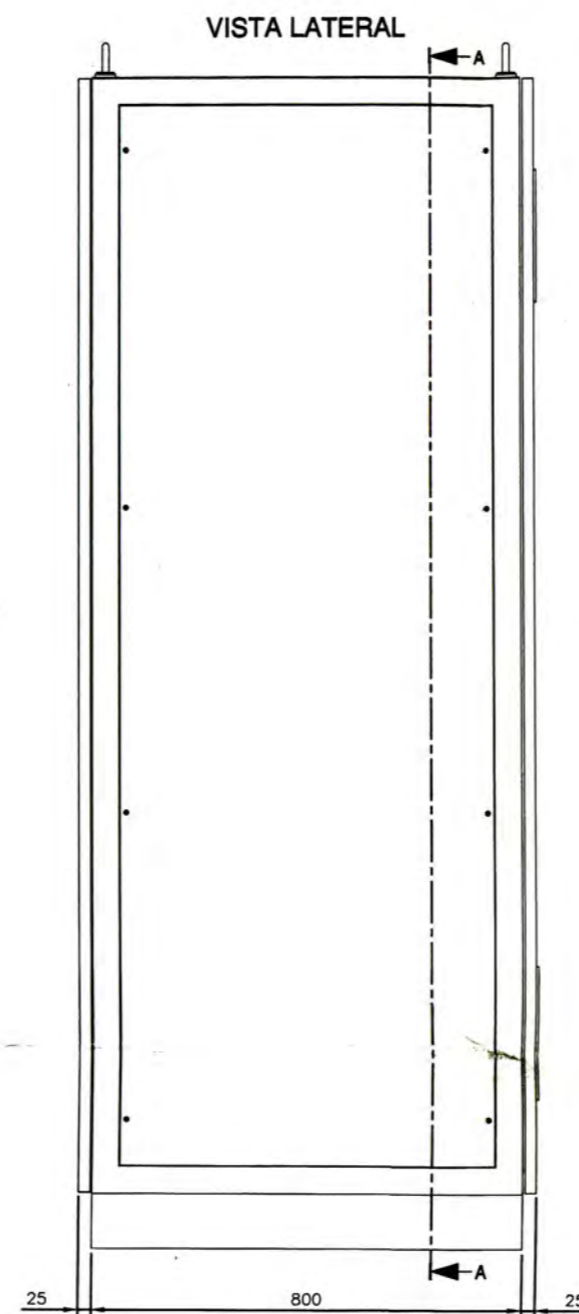
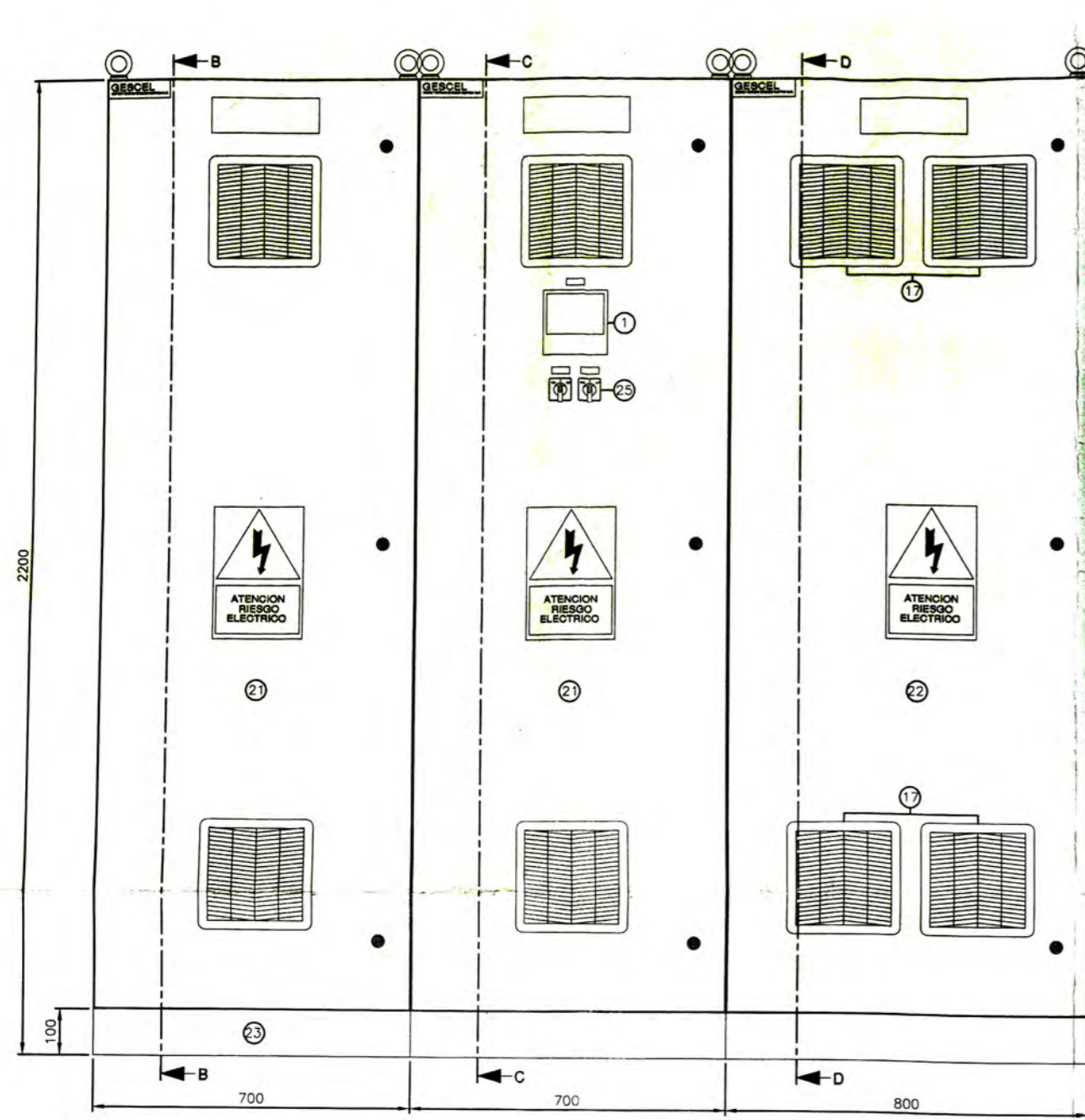


LEYENDA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	FUSIBLE
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
	SUPRESOR DE SOBRETENCION TRIPOLAR
	TRANSFORMADOR DE TENSION
	LAMPARA SEÑALIZADORA
	TABLERO DE CARGAS
	MEDIDOR MULTIFUNCION
	CABLE UNIPOLAR 1KV TIPO NYY

Diseño :	AC
Aprobó :	AC

TÍTULO :	TABLERO TD - N
----------	----------------

ESCALA :	HOJA Nº
CODIGO :	3 / 3
IE - 3	

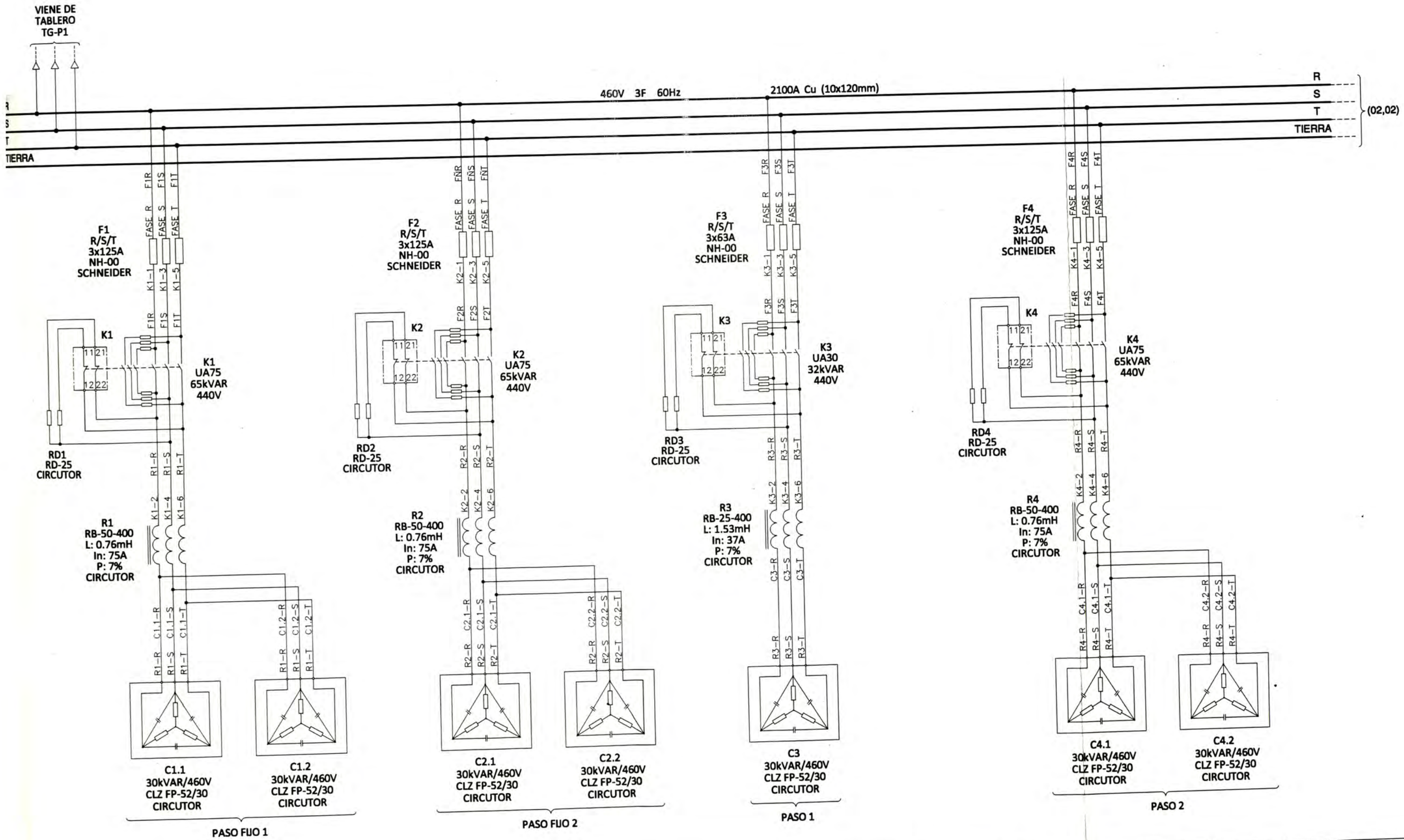


Diseñó : AC
 Aprobó : AC

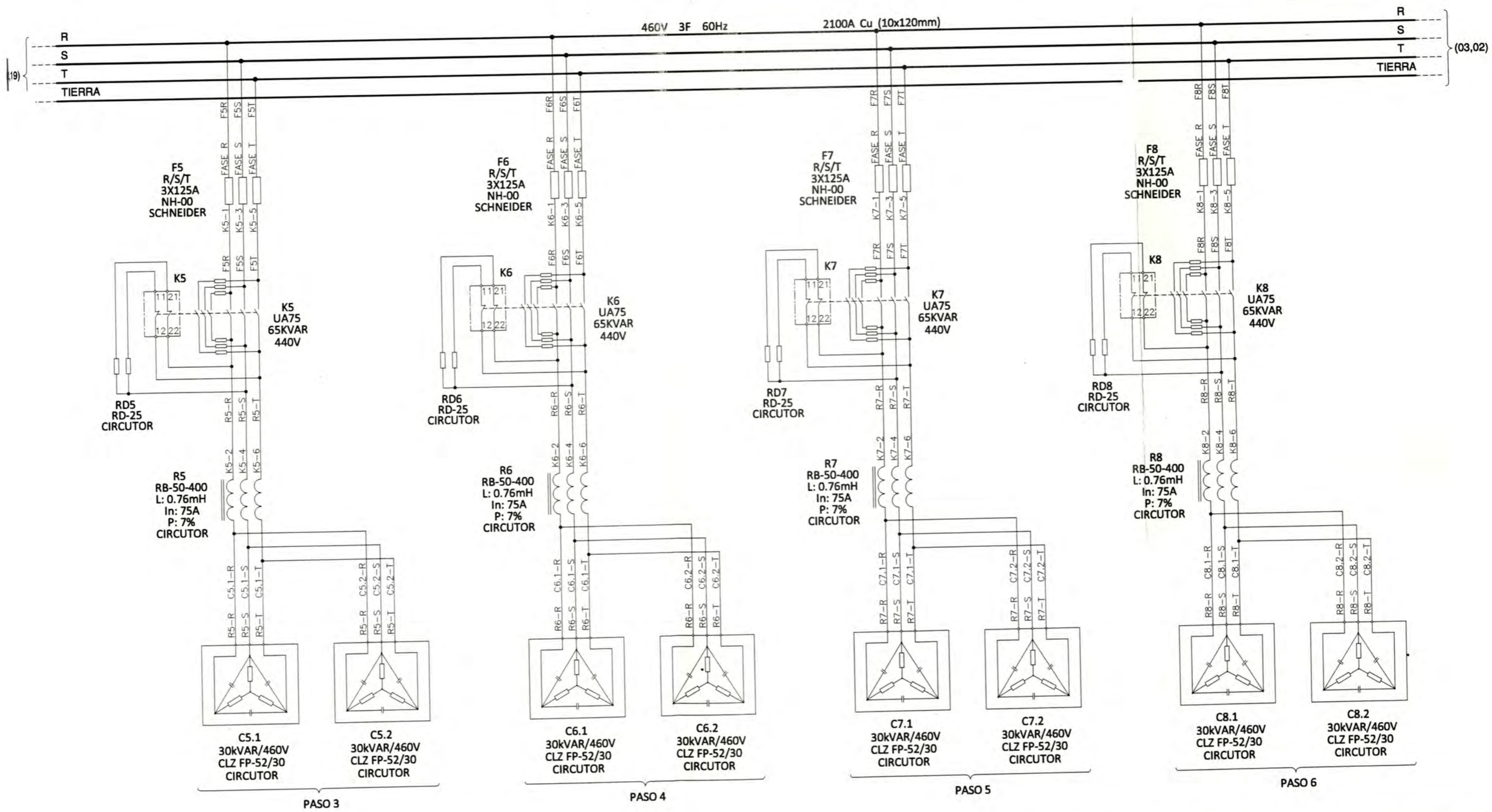
Título :
BANCO DE CONDENSADORES
768.12 KVAR 460V 3F 60Hz

ESCALA :
 CODIGO :
IE - 4

HOJA N°
1 / 10

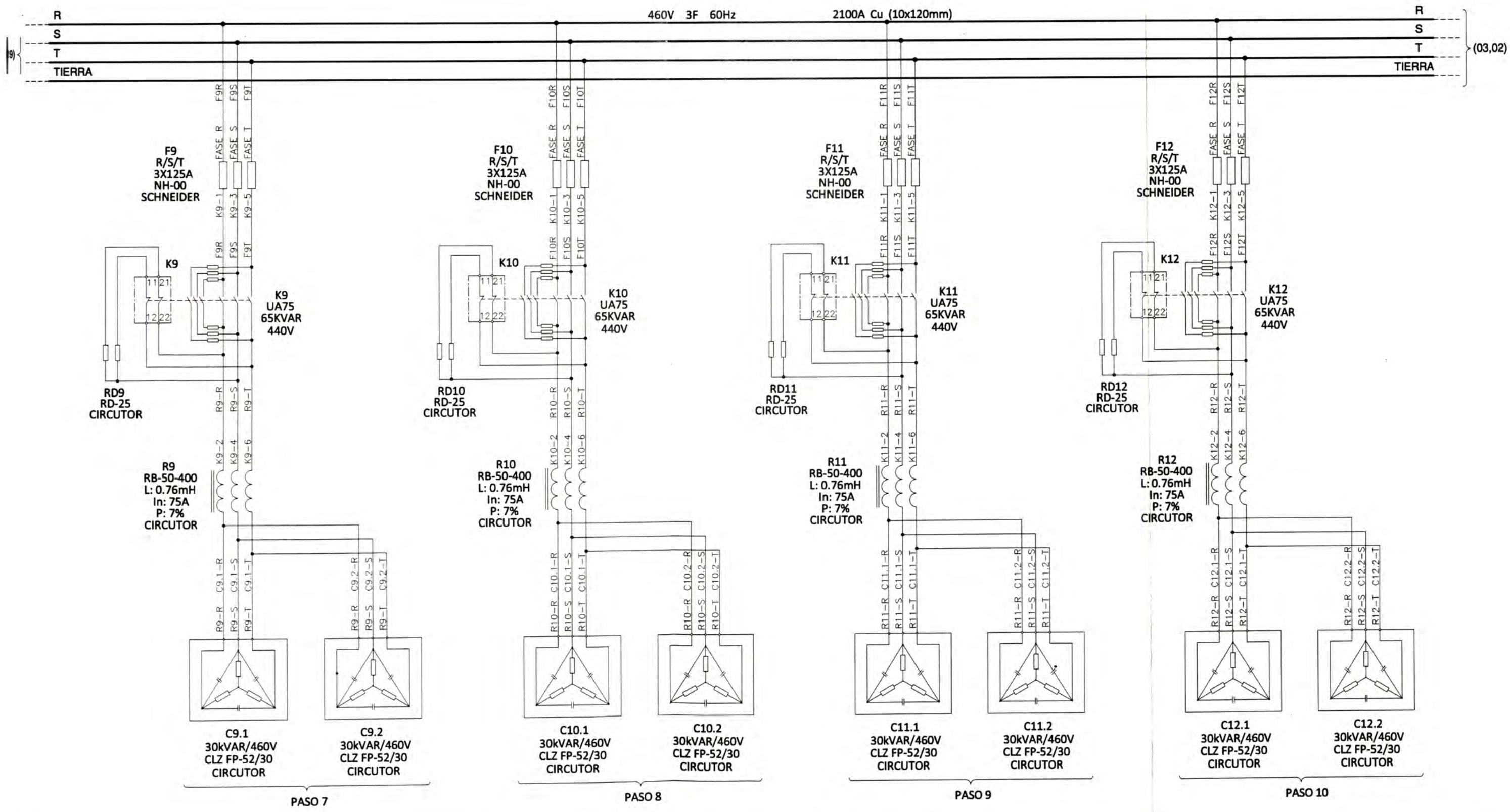


2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
										DISEÑO :	AC	TÍTULO : BANCO DE CONDENSADORES 768.12 kVAR 460V 3F 60Hz SISTEMA DE FUERZA				ESCALA :	HOJA N° 2/10	
										APROBO :	AC					CODIGO :		

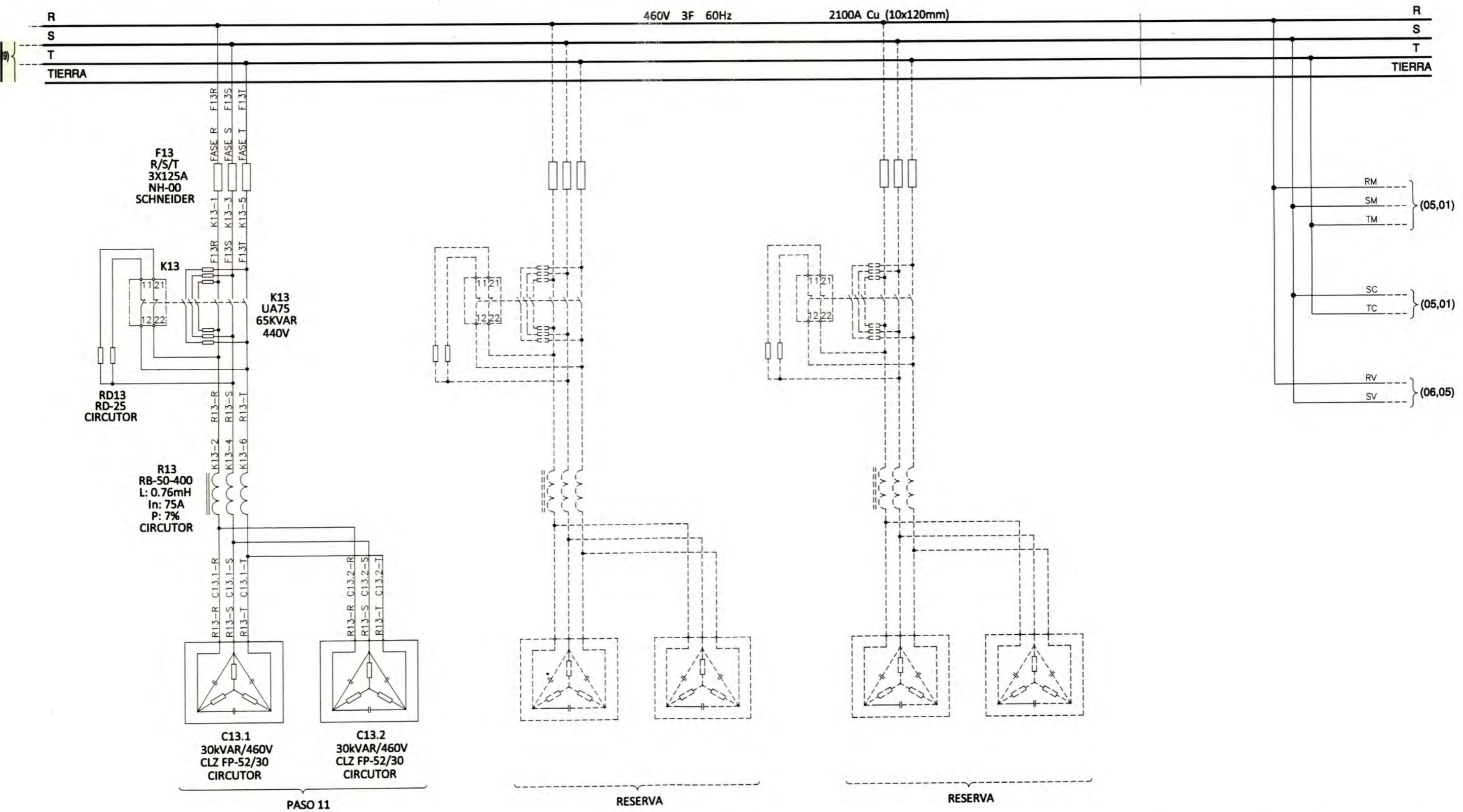


2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
											DISEÑO : AC		TÍTULO : BANCO DE CONDENSADORES 768.12 kVAR 460V 3F 60Hz SISTEMA DE FUERZA		ESCALA :		HOJA N° 3/10	
											APROBO : AC							

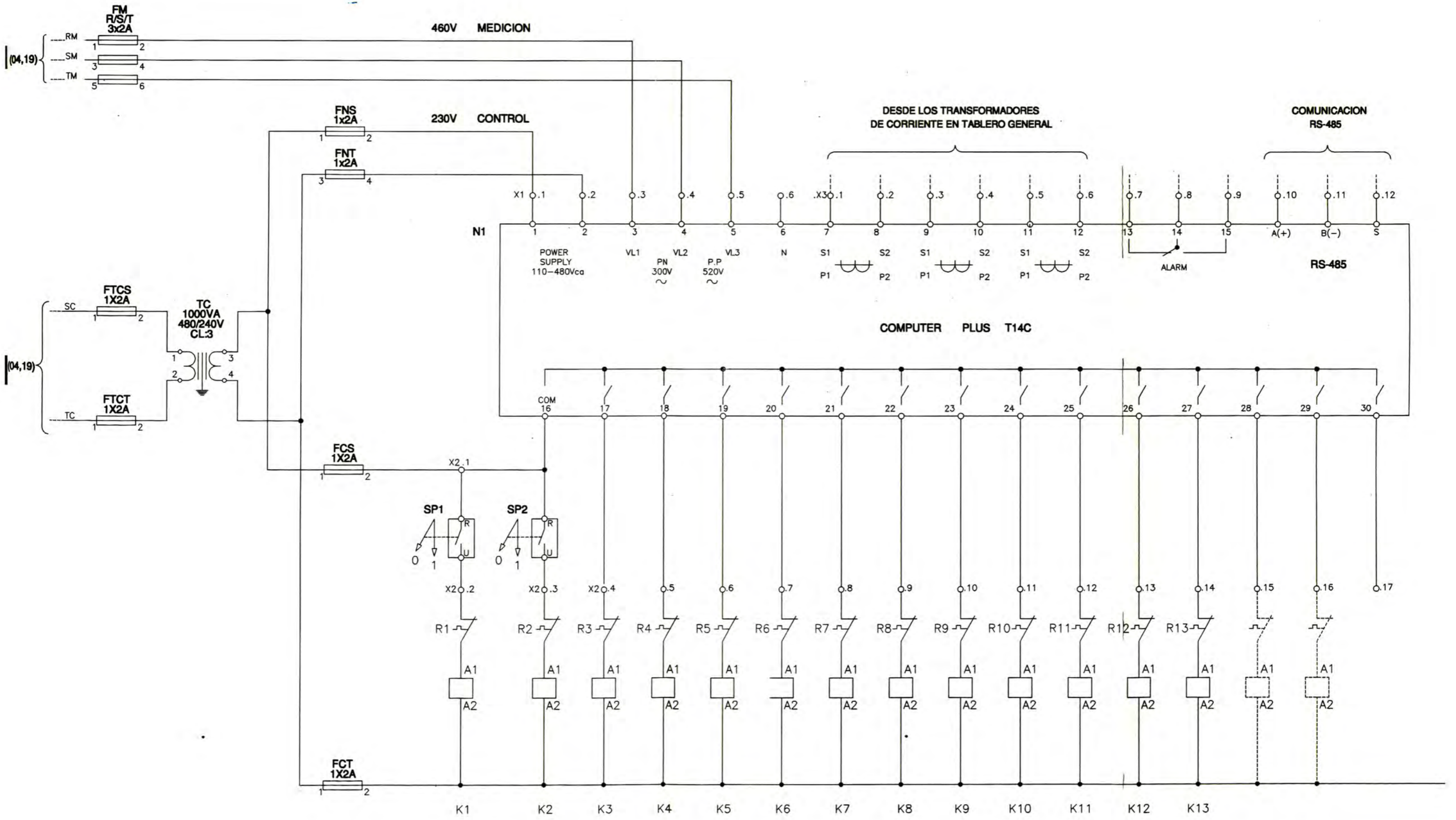
IE-6



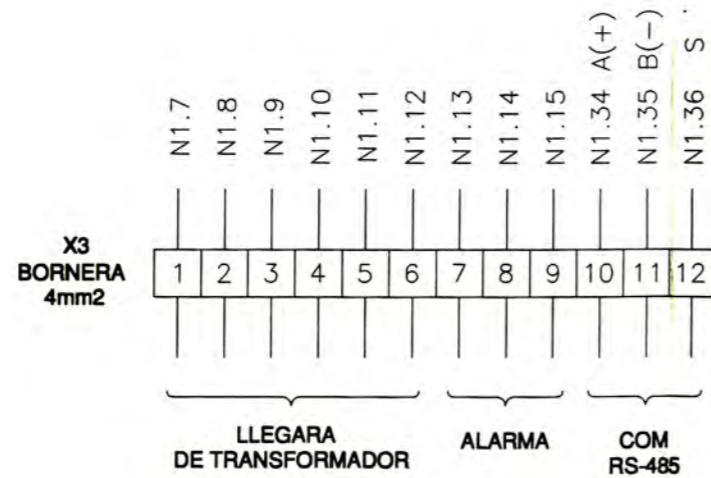
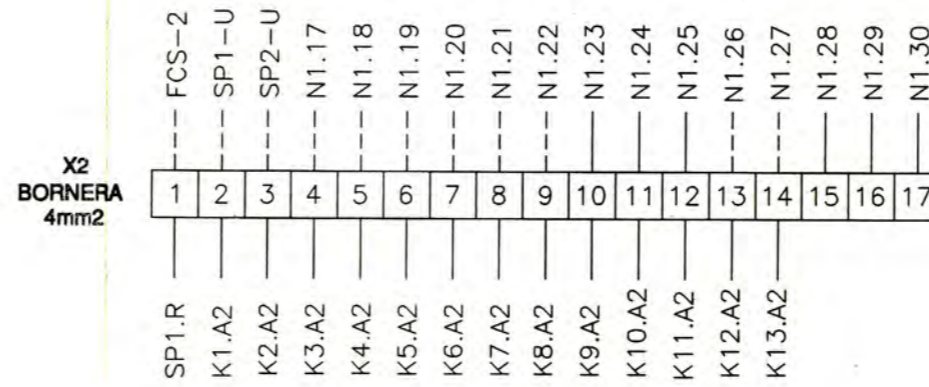
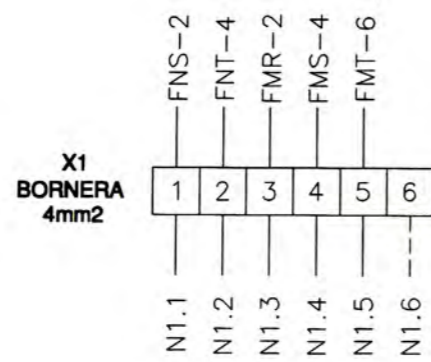
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
										DISEÑO : AC		BANCO DE CONDENSADORES 768.12 kVAR 460V 3F 60Hz SISTEMA DE FUERZA						ESCALA :		HOJA N°	
										APROBO : AC								CÓDIGO :		4/10	
																		IE-7			



2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
										DISEÑO :	AC		TÍTULO :				ESCALA :		HOJA N°				
										APROBO :	AC		BANCO DE CONDENSADORES				CODIGO :		5/10				
																				768.12 KVAR 460V 3F 60Hz		IE-8	
																				SISTEMA DE FUERZA			



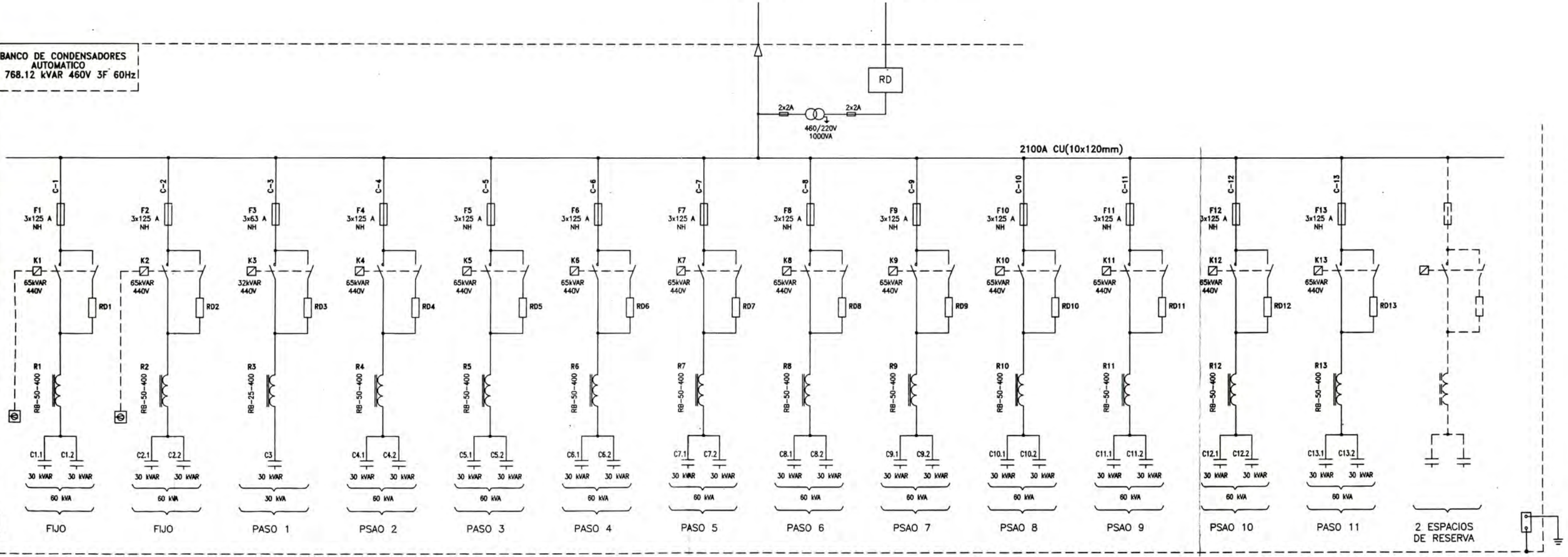
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
										DISEÑO : AC		TÍTULO : BANCO DE CONDENSADORES				ESCALA :		HOJA N°			
										APROBO : AC		768.12 KVAR 460V 3F 60Hz				CODIGO :		6/10			
										SISTEMA DE CONTROL										IE-9	



2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
										DISEÑO :	AC		TITULO : BANCO DE CONDENSADORES 768.12 KVAR 460V 3F 60Hz DIAGRAMA DE BORNES				ESCALA :		HOJA N° 8/10		
										APROBO :	AC						CODIGO :				
																				IE-11	

BANCO DE CONDENSADORES AUTOMÁTICO
768.12 kVAR 460V 3F 60Hz

VIENE DE TABLERO
SEÑALES DE ENTRADA CORRIENTE



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	FUSIBLE TIPO NH
	CONTACTOR TRIPOLAR 100 A CON RESISTENCIA LIMITADORA DE CORRIENTE Y BOBINA 220 Vca
	REACTANCIA PARA FILTRO DE RECHAZO
	CONDENSADOR
	REGULADOR
	TRANSFORMADOR DE CONTROL 460/220 V, 500 kVA

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
									DISEÑO :	AC		TITULO :	BANCO DE CONDENSADORES			ESCALA :		HOJA N°
									APROBO :	AC			768.12 kVAR 460V 3F 60Hz			CODIGO :		9/10
													DIAGRAMA UNIFILAR					IE-12

