

**Folleto sobre Rectificación Industrial**  
**DB-RI-01, Rev.0**  
**Julio 2000**

## **SISTEMAS DE RECTIFICACIÓN INDUSTRIAL**

*Buffalo Power Electronics Center, Inc.*



*Fabricante de los Productos  
Originales de Rectificación  
de Westinghouse*

Buffalo Power Electronics Center, Inc.  
166 Taylor Drive  
Depew, N.Y. 14043  
(716) 651-1600  
[www.buffalopower.com](http://www.buffalopower.com)

## **BUFFALO POWER ELECTRONICS CENTER, INC.**

*Fabricante de los Productos Originales de Rectificación de WESTINGHOUSE*

### **GENERAL**

Buffalo Power Electronics Center, Inc. (BPEC) fabrica unidades de conversión de potencia de CA a CC, incluyendo Excitación de Campo de Motores Sincrónicos. Estos incluyen las líneas originales de rectificadores de Westinghouse R300 y R20SI. Estas unidades están disponibles en voltajes de salida de 125 volts y 250 volts. La línea R300 cubre a los rectificadores y los excitadores de campo de motores sincrónicos hasta los 300kW. La línea R20SI cubre los rectificadores industriales desde 500kW hasta 3000kW. Estas fuentes de potencia de CC tienen la ventaja inherente de los equipos con componentes de estado sólido: bajos costos de mantenimiento y operación, alta eficiencia y excelente regulación. Son diseñados, evaluados y probados de acuerdo con ANSI standard C34.2

Junto a los rectificadores industriales, BPEC también provee un Control Regenerativo para absorber la potencia regenerada de CC mediante la redistribución de las cargas.

BPEC también fabrica rectificadores para usos específicos requeridos por clientes. Estas unidades pueden ser suministradas para uso desde 10A a 100,000A y desde 5V. a 1,000V. y se manufacturan con varios tipos de métodos de enfriamiento para uso en distintos ambientes.

### **RECTIFICADORES INDUSTRIALES**

Los rectificadores industriales de bajo voltaje fabricados por Buffalo Power Electronics Center son ideales para usar cuando se requiere potencia no-regulada de CC.

Un sistema de rectificación para uso industrial normalmente consiste del equipo de corte de CA, el transformador de potencia, el rectificador de silicio y el equipo de corte de CC; incluyendo también unidades de medición y controls.

#### **APLICACIONES**

Aplicaciones típicas incluyen:

- Gruas
- Elevadores
- Excitación de campo de motores sincrónicos.
- Magnetos
- Potencial constante de CC
- Renovación de equipos de motor/generador

#### **BENEFICIOS- CARACTERÍSTICAS**

- Diseño simple que provee el método más económico de obtener la conversión de potencia de CA a CC.
- Los rectificadores se entregan completamente armados y listos para ser montados y conectados.
- Diseñados para simplificar la instalación y de mantenimiento mínimo.
- Alta eficiencia provee una restitución de inversiones a lo largo de la vida del equipo.

## BENEFICIOS-CARACTERÍSTICAS (Continúa)

- Total apoyo del grupo de Ingeniería de BPEC para asistir en la aplicación y requerimientos del cliente.

### CARACTERÍSTICAS ASIGNADAS

Todas las unidades están provistas con un voltaje de salida de 125VCC o 250 VCC y unidades de hasta 100kW son adecuadas para operaciones de 3-cables (excepto excitadores de motores sincrónicos). Los valores típicos son provistos de acuerdo con el standard ANSI C34.2 cuyas definiciones son las siguientes:

#### R300- Características

(3kW hasta 100kW) - ANSI Rectificadores Industriales- propósito general  
100% carga continua en ambiente de 40°C seguido por:  
150% corriente por un minuto, o 200% corriente por 10 segundos.

(100kW hasta 300kW)- ANSI Rectificador Industrial de Servicio Liviano  
100% carga continua en ambiente de 40°C seguido por:  
125% corriente por 2 horas, o 200% corriente por 10 segundos.

Motores sincrónicos- Excitadores de campo  
100% carga continua en ambiente de 40°C seguido por:  
150% corriente por 1 minuto.

#### R20SI Características

(500kW a 3000kW)- ANSI Rectificadores de Servicio Industrial  
100% carga continua en ambiente de 40°C seguido por:  
125% corriente por 2 horas, o 200% corriente por 10 segundos.

Para obtener valores más altos, los sistemas rectificadores de silicio pueden ser puestos en paralelo entre sí o con

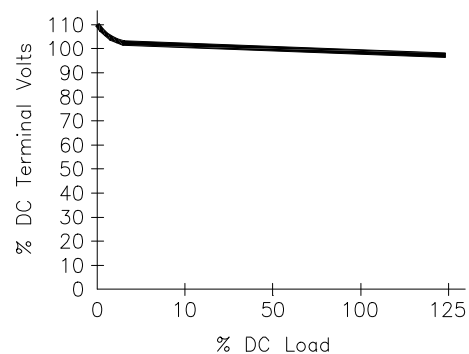
equipos de conversión existentes que tienen características de regulación similares.

### ESPECIFICACIONES (todas las unidades)

Eficiencia a plena carga:	Mayor de 95%
Factor de Potencia:	Mayor de 95%
Regulación de Voltaje:	Menor del 8% entre carga liviana y plena carga (a entrada constante de CA)
Factor de ondulación:	4 ½ % rms, sin carga (2 cables solamente)
Pérdidas – sin carga:	1% o menor de la característica (kW)

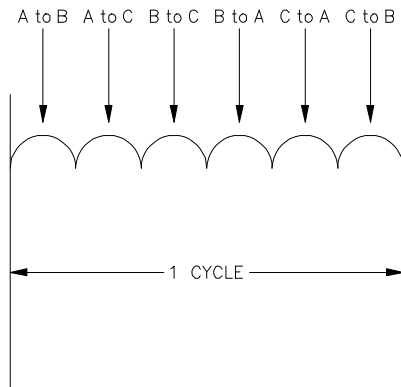
### Regulación Inherente

La impedancia del transformador del rectificador causa la caída de voltaje de CC cuando la carga aumenta. El transformador está diseñado para proveer el voltaje de CC indicado cuando la corriente de carga alcanza su máximo. Esto resulta en un voltaje de salida (CC) 8% más alto en el estado sin carga. Esta característica se muestra en la curva de regulación indicada en el gráfico siguiente. El total del voltaje de regulación incluye la regulación inherente y la regulación de la fuente de CA.



## Factor de ondulación (ripple)

El factor de ondulación es la fluctuación del voltaje de CC por encima del valor promedio. El factor de ondulación inherente en un puente trifásico de onda completa es de 4.5% rms, como lo muestra la figura que sigue. La frecuencia del factor de ondulación es seis veces la frecuencia de la fuente de CA como lo muestra la figura anterior. Un factor de ondulación de 4.5% rms no tiene un efecto significativo en la mayoría de las aplicaciones de potencia de CC y solamente en casos especiales de iluminación o aplicaciones electrónicas se deben tomar acciones correctivas para disminuir el factor de ondulación.



## **SELECCIÓN DE VALORES DE kW**

Cuando se selecciona un valor de kW para una unidad de conversión con una carga específica, este valor debe ser adecuado pero no exagerado en su magnitud. Con el objeto de asistir en la selección más adecuada de los valores de kW, cuatro métodos comunes se presentan aquí en el orden de menor precisión.

### **Método 1**

Instale un amperímetro registrador en los cables o la barra de alimentación que proveen la carga por un período típico de la operación, y registre la corriente. Con este valor y empleando ambos, el valor continuo y la capacidad de sobrecarga de la unidad de conversión de CA a CC, seleccione el valor requerido.

Se recomienda que con este método se aplique un factor de seguridad del 10% al 15% para cubrir contingencias que puedan presentarse.

### **Método 2**

Si se sabe el valor (kW) del equipo que procesa la carga, es posible calcular la corriente requerida. Este método debe tomar en consideración cargas menores como iluminación y relé de control, si representan una porción importante del total.

Con este método, el factor de diversificación (máximo kW procesado/máximo kW conectado) debe ser considerado. Si es usado correctamente, este método puede bajar el total de kW requeridos, pero si la estimación es incorrecta, puede dejar la instalación con un déficit del total kW requeridos.

Por lo tanto, conocimiento de la operación es requerido. Si se hace la estimación del factor de diversificación y el total kW resulta muy pequeño, esto traerá como consecuencia la apertura de fusibles o interruptores. Para corregir esta situación se podrá usar una unidad adicional del mismo kW conectada en paralelo con la instalación existente, o la operación puede ser cambiada para reducir la demanda.

### **Método 3**

Si en el presente la carga es suplida por un motor-generador, un convertidor rotativo, o una barra de usina generadora con un instrumento de medida de demanda, una unidad de conversión CA a CC con el mismo valor(kW) puede ser usada para suplir la carga. Esto asegura capacidad adecuada pero no necesariamente el valor mínimo.

### **Método 4**

Como regla general aproximada, se puede usar un kW de una unidad de conversión por cada caballo de fuerza de un motor de CC que suple la carga continua. Este método asegura adecuada capacidad, pero no necesariamente un valor de potencia mínima.

## **R300 Línea de Rectificadores Industriales**

Para satisfacer la variedad de requerimientos de los diferentes tipos de industrias de nuestros clientes, ofrecemos una línea de rectificadores de propósito general, bajo-voltaje disponibles en los siguientes tamaños: reducido (3-25kW), intermedio (40-100kW), grande (125-300kW).

Todas las unidades son trifásicas y requieren 60Hz, y entrada de CA a 230 o 460 volts.

La salida típica es de CC con voltajes de 125 o 250 volts. Los rectificadores de hasta 100 kW son apropiados para conexión trifásica 250/125 volts, con incremento de ondulación de línea.

### **Excitadores de Motores Sincrónicos**

Estas unidades también están disponibles en valores de 3-100 kW para la excitación de campo de motores sincrónicos. La salida típica de voltajes de CC es de 125 o 250 volts, con siete tomas de voltaje reducido en 4%. Cada unidad de excitación es completa, incluyendo circuitos de protección para proveer protección de voltaje resultante del deslizamiento de un paso polar de un motor sincrónico.

Además de los diferentes tamaños para acomodar los requerimientos de potencia de los distintos grupos, las diferencias entre el rectificador de tamaño pequeño y los dos más grandes son las siguientes: El enfriamiento del rectificador pequeño es por convección, en cambio los rectificadores de tamaño intermedio y grandes son enfriados por medio de venti-

lador; la cubierta del gabinete del rectificador pequeño está provisto de un sistema de bloqueo mecánico, en cambio lo rectificadores de tamaño intermedio y grandes están provistos de un sistema de bloqueo eléctrico.

### **Ventajas de los rectificadores R300**

Pocos productos proveen un servicio más largo y sin dificultades como el rectificador industrial de propósito general y bajo voltaje, fabricado por BPEC. Ingeniería de precisión y diseño avanzado están combinados para producir un rectificador que es “fácil de olvidar”...un equipo que “simplemente está sentado ahí” haciendo en forma monótona un trabajo seguro y confiable por años y años.

### **Diseño Compacto**

Un aspecto importante de la línea de rectificadores industriales de propósito general y bajo voltaje, fabricados por BPEC es su diseño compacto y tamaño limitado. Las dimensiones pequeñas (particularmente en los valores de potencia 3-25 kW) y gabinetes livianos (en todos los tamaños) aumentan la flexibilidad de su uso, sea para instalación en la pared o montados en el piso.

### **El mantenimiento es fácil**

Hablando en general, se puede instalar un rectificador industrial fabricado por BPEC y olvidarse de él - excepto por las pocas ocasiones en las que se requiere un mantenimiento preventivo. Y aun eso es fácil, dadas las otras características de diseño que hacen el mantenimiento rápido, fácil y de precio bajo. Esas características son:

- Para todos los valores de potencia ofrecidos, los componentes montados en paneles son desmontables desde el frente y todo el cableado conectando esos componentes también son accesibles desde el frente.
- La cubierta liviana y desmontable en los modelos de 3-300kW se fija en su lugar por un solo tornillo cautivo, de un cuarto de vuelta y puede ser sacada sin disturbar ninguno de los controles del operario. Una vez que la cubierta es retirada, hay un total acceso a todos los componentes de la parte superior, inferior, frente y ambos costados, haciendo que el mantenimiento e inspección sean operaciones relativamente simples.
- Los modelos 3-100kW están provistos con una tapa desmontable que asegura un fácil acceso a los conductores de CA y al transformador.
- En toda la línea de rectificadores industriales fabricados por BPEC las cubiertas de los gabinetes vienen provistas en su parte interna con un receptáculo donde se guardan los manuales de instrucción y esquemáticos.
- Los gabinetes intermedios (33-100) kW están provistos de un panel de control con bisagra para hacer más conveniente para el electricista llegar a las tomas del transformador que en este nivel de potencia están ubicadas en la parte superior del gabinete.
- Los gabinetes para los niveles intermedio y grande, que son ventilados en forma forzada, están provistos con sostenes de filtros detrás de la grilla trasera para facilitar el mantenimiento de los filtros.

Esto es de gran ayuda en situaciones en que los contaminantes traídos por el aire requieren el cambio o lavado frecuente de los filtros.

- Todos los modelos hasta el de potencia de 25kW han sido provistos de un gabinete montable en la pared usando seis agujeros destinados para ese objeto; tres en la parte superior y tres en la parte inferior. Estos gabinetes pueden ser levantados sin dificultad mediante un vehículo con elevador de horquilla. (fork lift)

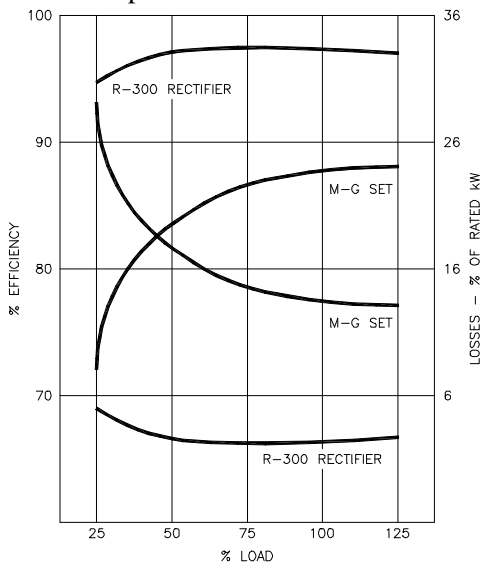
### **Fácil Identificación de los Componentes Montados en Paneles**

Los rectificadores industriales fabricados por BPEC tienen los componentes montados en panel identificados por su nombre. Esta identificación facilita al instalador o personal de mantenimiento, localizar los distintos componentes.

**El reemplazo de un conjunto Motor/Generador por un Rectificador proveerá una mayor eficiencia, performance y un significativo ahorro de energía.**

Sobresaliente niveles de eficiencia y mejor performance son razones poderosas para reemplazar un conjunto M-G con un Rectificador R300. Excitadores estáticos ofrecen un factor de eficiencia operativa del 90% si se lo compara con el 80% de máxima eficiencia por un conjunto de M-G bajo condiciones de máxima carga.

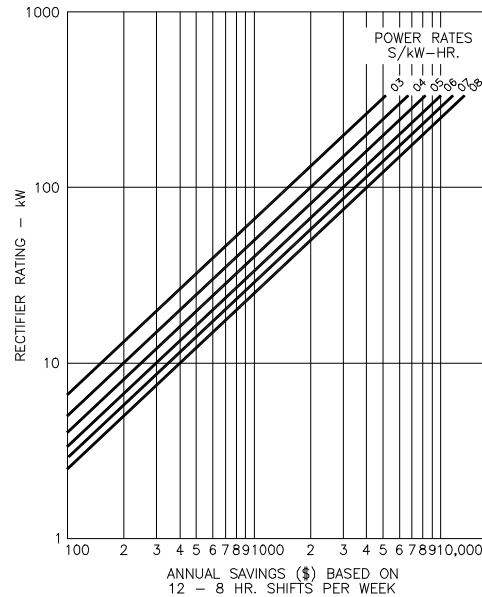
La razón por esta diferencia es que ambos componentes (motor-generador) son rotativos y constantemente estan bajo el efecto de fricción en el cobre, hierro y pérdidas en los arrollamientos mientras que los Rectificadores R300 con componentes de estado sólido prácticamente no tienen pérdidas. Sin carga, un conjunto M-G en movimiento experimentará pérdidas de alrededor de un 10%, mientras que el R300 tendrá solamente pérdidas de excitación en el transformador, lo que representa un valor menor que el 1% del kilowattage de la fuente de potencia.



**Figura 1- Comparación de Eficiencia, 300kW, Unidades de 250DVC, Rectificadores R300 y conjunto M-G**

La **Figura 1** ilustra gráficamente la eficiencia relativa y la pérdida de kilowatts bajo varias cargas por cada método de obtención de potencia CC con entrada CA. Los valores que se muestran son típicos de las unidades de 300kW y más bajos. Pérdidas atribuibles al transformador de potencia están incluidos.

**Figura 2 - Potencia/Ahorro en Costo de**



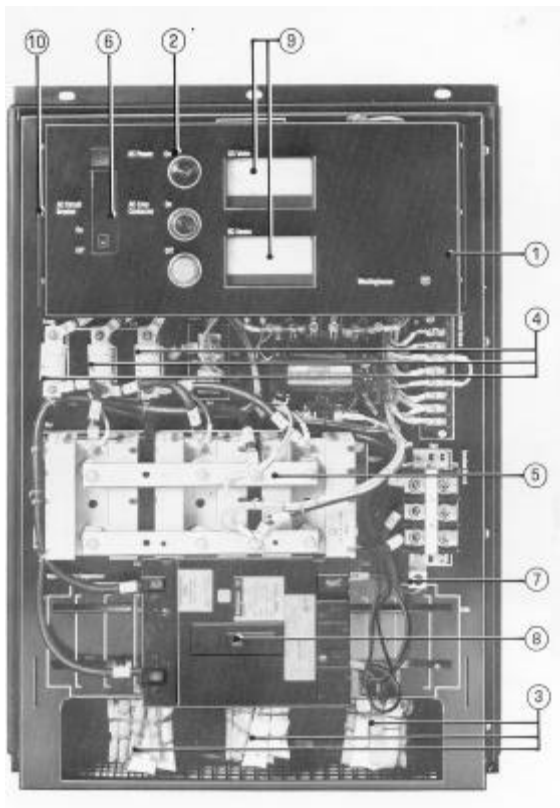
**Energía – Rectificador R300**

**Figura 2** muestra el ahorro en costo de energía que su cliente puede obtener usando el Rectificador R300 con componentes de estado sólido, de energía eficiente en lugar del conjunto M-G existente, dependiendo de las tarifas de potencia locales. El ahorro se muestra basado en la operación del equipo al 100% de carga por 12, ocho-horas por turno por semana.

**Ejemplo:** Para encontrar el ahorro en costo de energía obtenida cuando se reemplaza el conjunto de M-G con un Rectificador R300 si la tarifa es de \$ .06/kW hr., lea horizontalmente en el nivel de 100kW hasta encontrar la línea de tarifa de .06. Trace una vertical hasta intersectar el eje horizontal y lea el valor anual de ahorro. (\$ 3,000 por año, en este caso).

## Características de diseño

1. Contactor Opcional: permite el control remoto de la unidad. Para unidades de 125 a 300kW, se usa un interruptor accionado a motor.
2. Una lámpara indicadora advierte cuando la unidad comienza a recibir energía.
3. Transformador de Doble Devanado: unidades de hasta 25kW están provistas con doble devanado en el mismo transformador en valores 460 o 230VCA, y 250 o 125VCC. La calidad tradicional de BPEC asegura una larga vida al transformador.



4. Fusibles Secundarios: Fusibles con corriente limitada y completamente coordinados protegen los diodos en el caso de que se produzca una falla de CC.
5. Puente de Diodos: Los diodos de silicio, de alta calidad, larga vida y herméticamente sellados usados por BPEC proveen un servicio confiable y eficiente. Están montados en una extrusión de aluminio transmisora de calor diseñada para una eficiente transmisión de calor y capacidad de sobrecarga.
6. Circuito Interruptor de CA, Standard, provee protección de sobrecargas y sirve como medio para apagar la unidad. Con sistema de bloqueo para seguridad – mecánicamente con valores de 3 a 25 kW, y eléctricamente con valores de 33 a 300 kW.
7. Lámpara de Neón: indica potencia a través de la barra de CC, y advierte que la barra recibe energía de otra unidad.
8. Desconexión Opcional de CC permite la aislación de la unidad de la barra de CC. Un tipo de interruptor no-automático es utilizado.
9. Instrumentos de medición- Opcionales: medidores +/- 2% proveen información con respecto al estado de la unidad y el nivel de la carga de CC. Los medidores pueden indicar la necesidad de aumentar la capacidad o la reparación de la unidad.
10. Redes de Control: Trampas de voltaje y redes de R-C protegen los diodos de aumentos repentinos de voltaje de CA y CC.

### Panel desmontable

No hay puerta que pueda abrirse inadvertidamente ni cerraduras complicadas. El panel se libra mediante  $\frac{1}{4}$  de vuelta de un tornillo cautivo y al sacarlo quedan expuestos todos los puntos de mantenimiento. Todos los componentes, excepto el transformador, se pueden sacar no bien se remueve el panel. Las tomas del transformador son accesibles desde el frente.

### **Relé de Sobretemperatura montado en la Barra de Aluminio disipadora de calor.**

(Unidades enfriadas con ventilador únicamente)

Opera la apertura del circuito paralelo “shunt” del interruptor de CA en los casos de falla de ventilador o cualquier otra falla que pueda causar un aumento de temperatura crítica en la barra de aluminio – montura del diodo. El relé opera en todos los rectificadores enfriados con ventilador.

### **Gabinetes**

Todos los rectificadores standard están montados en gabinetes ventilados que responden a NEMA I . Rectificadores con valores 3-25kW son enfriados por convección y montados en la pared. Unidades de 33 a 300 kW son enfriados con ventilador y colocados sobre el piso.

### **Lista de Materiales**

- 1– CA Interruptor de circuito con caja moldeada, tripolar operados manualmente.
- 1– Transformador tipo seco de doble devanado con +/- 5% tomas de plena potencia.  
**Nota:** Tomas del primario no están incluidos con los transformadores de excitación.
- 1– Puente de rectificación integrado con diodos de silicónes, trifásicos, de onda completa y disipadores de calor apropiados.
- 1– Red de prevención para proveer CA y CC protección contra impulsos nocivos, como así también protección contra dv/dt.
- 1– Protección del secundario del transformador contra corto circuitos mediante un conjunto de fusibles de alta velocidad, y limitación de corriente.
- 1– Conjunto de terminales para conexión externa.
- 1– Luz piloto de indicación, conectada al secundario del transformador.

### **Unidades enfriadas con ventilador también incluyen:**

Ventiladores de enfriamiento– 2 en unidades 33-100kW, y 3 en unidades 125-300kW.

- 1– Relé de sobretemperatura para desconectar la unidad si hay interrupción del aire de enfriamiento.
- 1– Interruptor de parada de emergencia.
- 1– Filtro de Aluminio lavable.

### **Excitadores de campo de Motores Sincrónicos también incluyen:**

- 1– Red de trabajo pesado contra-impulsos.

**Nota:** Los excitadores tienen un transformador con siete tomas para proveer voltaje ajustable en pasos de 4% desde 72% hasta 100% de voltaje.

### **Equipo Opcional**

- Contactor de CA con transformador de control y pulsador de parada-arranque.
- Conjunto de medición de CC que contiene un voltímetro, un amperímetro, un “shunt” para amperímetro (cuando es requerido).
- Interruptor de CC, no automático, para aislación de unidad (solamente rectificadores).

### **Instrucciones para encargar Equipo**

Por favor, encargue dando el valor de los kilowatts requeridos en la unidad y el número de catálogo.

### **Cómo encargar Opciones**

La letra “A” en el Número del Catálogo dado en la página 11 (rectificadores) y 12 (excitadores), designa una unidad sin equipo opcional. Para encargar una opción o una combinación de éstas, las letras que siguen deben sustituir a la “A” en el Número de Catálogo.

A= Sin modificación

B= Medidores

C= Contactor

D= CC Seccionador

E= B+C

F= B+D

G= B+C+D

H= C+D

I= Especial

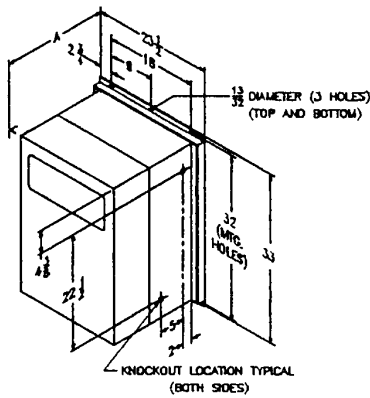
### **Requerimientos No-Standard**

Tiene que ser entendido que modificaciones al diseño standard serán a expensas de tiempo de entrega y precio.

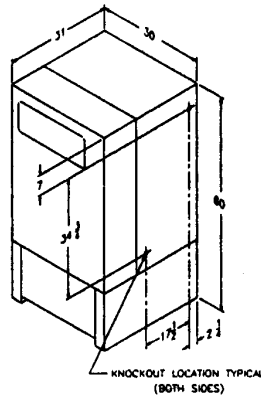
Por favor consulte con la fábrica el precio y el tiempo de entrega de ese equipo. Cualquiera sea su requerimiento especial, sea no-standard voltajes de CA o CC, frecuencia de CA, métodos de enfriamiento u otras especificaciones, los ingenieros de BPEC harán todo lo posible por satisfacer las necesidades del cliente.

## Dimensiones de los Gabinetes para Unidades Standard

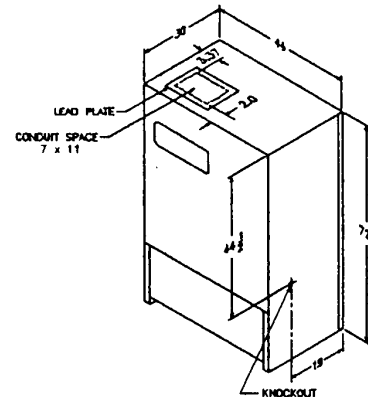
Valores de los Rectificadores y Excitadores en kW	Tipo de Gabinete	Tamaño del Gabinete
3 hasta 25	1	33" Altura 23.5" Ancho 19" a 21" Profundidad
33 hasta 100	2	60" Altura 30" Ancho 31" Profundidad
125 hasta 300	3	72" Altura 44" Ancho 30" Profundidad



Gabinete Tipo 1



Gabinete Tipo 2



Gabinete Tipo 3

### Dimensiones A

20kW y 25kW.....	21"
3kW hasta 17kW y 21kW.....	19"

## Unidades Industriales Generales (Rectificadores)

Valores kW	CC Salida Volts	CC Salida Amps	CA Amps 230V	CA Amps 460V	Peso Aprox. Envío (lbs.)	Número de Catálogo R-230VCA	Número de Catálogo R-460VCA
3	125	24	8.3	4.1	250	003R21A01	003R41A01
	250	12	8.3	4.1	250	003R22A01	003R42A01
5	125	40	14.5	7.2	270	005R21A01	005R41A01
	250	20	14.5	7.2	270	005R22A01	005R42A01
7.5	125	60	23	10.9	320	007R21A01	007R41A01
	250	30	23	10.9	320	007R22A01	007R42A01
10	125	80	29	14.5	335	010R21A01	010R41A01
	250	40	29	14.5	335	010R22A01	010R42A01
15	125	120	47	21.7	420	015R21A01	015R41A01
	250	60	47	21.7	420	015R22A01	015R42A01
20	125	160	57	29	520	020R21A01	020R41A01
	250	80	57	29	520	020R22A01	020R42A01
25	125	200	70	36.2	550	025R21A01	025R41A01
	250	100	70	36.2	550	025R22A01	025R42A01
40	125	320	115		870	040R21A01	
	250	160	115		870	040R22A01	
	125	320		58	870		040R41A01
	250	160		58	870		040R42A01
50	125	400	144		880	050R21A01	
	250	200	144		880	050R22A01	
	125	400		72.5	880		050R41A01
	250	200		72.5	880		050R42A01
75	250	300	214		960	075R22A01	
	250	300		109	960		075R42A01
100	250	400	284		1230	100R22A01	
	250	400		145	1230		100R42A01
125	250	500	364		1550	125R22A01	
	250	500		181	1550		125R42A01
150	250	600	434		1700	150R22A01	
	250	600		217	1700		150R42A01
200	250	800		290	2000		200R42A01
250	250	1000		362	2210		250R42A01
300	250	1200		435	2500		300R42A01

## Excitadores de Campo de Motores Sincrónicos

Valores kW	CC Salida Volts	CC Salida Amps	CA Amps 230V	CA Amps 460V	Peso Aprox. Envío (lbs.)	Número de Catálogo R-230VCA	Número de Catálogo R-460VCA
3	125	24	8.3	4.1	150	003E21A01	003E41A01
	250	12	8.3	4.1	150	003E22A01	003E42A01
4.5	125	36	13.1	6.5	165	004E21A01	004E41A01
	250	18	13.1	6.5	165	004E22A01	004E42A01
6.5	125	52	18.3	9.2	195	006E21A01	006E41A01
	250	26	18.3	9.2	195	006E22A01	006E42A01
9	125	72	25	13	230	009E21A01	009E41A01
	250	36	25	13	230	009E22A01	009E42A01
13	125	104	36	18	250	013E21A01	013E41A01
	250	52	36	18	250	013E22A01	013E42A01
17	125	136	48	24	300	017E21A01	017E41A01
	250	68	48	24	300	017E22A01	017E42A01
21	125	168	60	30	330	021E21A01	021E41A01
	250	84	60	30	330	021E22A01	021E42A01
25	125	200	70	35	395	025E21A01	025E41A01
	250	100	70	35	395	025E22A01	025E42A01
33	125	264	94		570	033E21A01	
	250	132	94		570	033E22A01	
	125	264		47	570		033E41A01
	250	132		47	570		033E42A01
40	125	320	115		590	040E21A01	
	250	160	115		590	040E22A01	
	125	320		58	590		040E41A01
	250	160		58	590		040E42A01
50	125	400	144		620	050E21A01	
	250	200	144		620	050E22A01	
	125	400		72	620		050E41A01
	250	200		72	620		050E42A01
65	125	520	185		685	065E21A01	
	250	260	185		685	065E22A01	
	125	520		93	685		065E41A01
	250	260		93	685		065E42A01
85	125	680	246		790	085E21A01	
	250	340	246		790	085E22A01	
	125	680		123	790		085E41A01
	250	340		123	790		085E42A01

## **La línea de Rectificadores Industriales de BPEC.**

BPEC ofrece la línea de Rectificadores de Servicio Industrial para aplicaciones donde las industrias de nuestros clientes requieren grandes bloques de potencia de CC. Estas unidades pueden proveer 250V o 125/250VCC de potencia en la gama de 500kW hasta los 3,000kW.

Los valores standard para las unidades R20SI son 500kW, 750kW, 1000kW, 1500kW, 2000kW y 3000kW.

### **Componentes de la Subestación**

Un sistema rectificador R20SI puede ser ofrecido con sólo un transformador de potencia y un rectificador, o como una subestación completa con equipo de CA que provee potencia de CC a los interruptores de alimentación. Lo siguiente, es una breve descripción de los componentes que se encuentran en una subestación industrial.

### **Equipos de CA**

Dependiendo del voltaje primario y los valores de la potencia en kilowatts, alguno de los componentes siguientes pueden ser usados como interruptor o aislamiento de CA:

- Interruptor de carga con fusibles, cerrado en caja metálica.
- Interruptor de carga sin fusibles, cerrado en caja metálica.
- Contactor
- Circuito interruptor, en caja moldeada.
- Circuito interruptor de vacío, en caja metálica.

### **Transformador**

- Los transformadores de los rectificadores pueden ser del tipo seco, llenos de aceite, o llenos con aceite de silicones y responden a ANSI Circuit No. 23, Delta, seis fases Wye circuito No. 25 Delta, seis fases delta.
- Éstos están acoplados en forma contigua al rectificador y al equipo de CA.
- Los transformadores de 600VCA y más bajos tienen tomas de  $\pm 5\%$  y los de 2300 a 13.800VCA tienen dos tomas de

$\pm 2\frac{1}{2}\%$  para compensación de voltaje de CA.

- La impedancia del transformador es seleccionada para igualar los requerimientos de falla de la subestación.

### **Equipos de CC**

Si el rectificador está operando en paralelo con otro equipo de rectificación, se recomienda usar un interruptor o una sección de desconexión de CC para aislar el rectificador cuando éste requiere mantenimiento. Si un rectificador alimenta a más de una carga, la alineación de una serie de interruptores de alimentación de CC es comunmente usada.

### **Rectificador R20SI**

#### **Ventajas**

De la misma manera que con los rectificadores de la línea industrial R300, los Sistemas de Rectificación R20SI están diseñados y fabricados para proveer años de servicio continuo y sin problemas. Los sistemas R20SI son entregados completamente terminados y listos para su instalación. La operación y mantenimiento de la unidad es simple.

#### **El Mantenimiento es Fácil**

Los Rectificadores Industriales de la línea R20SI tienen muchas características que hacen su mantenimiento rápido, fácil y de bajo precio:

- El frente, con puertas que se pueden cerrar con candado, permiten el acceso a todos los componentes internos. Teniendo puertas de acceso, se elimina la necesidad de desmontar tapas pesadas, atornilladas, con lo que se ahorra tiempo y dificultades.
- Todos los controles y componentes auxiliares son fácilmente accesibles detrás de las puertas del frente. Todos los componentes montados en paneles internos se pueden sacar fácilmente desde el frente como así también el cableado entre componentes.
- Los diodos convertidores de potencia y también los fusibles son accesibles detrás de las puertas del frente.

- Las columnas de diodos –diseño de Westinghouse–proveen una simple prensa de sujeción que permite el cambio de diodos, fácil y rápidamente. No hace falta una pinza de torsión para ajustar la presión requerida en los diodos ya que las columnas vienen provistas de prensas internamente preparadas para establecer la presión necesaria.
- Los filtros del aire de entrada del rectificador están montados en las puertas frontales para más fácil acceso. También, la condición de los filtros es visible de inmediato, haciendo muy simple la tarea de verificar la condición de los filtros y reemplazarlos o limpiarlos cuando es necesario.
- Las Unidades rectificadoras pueden ser ofrecidas con salidas de CC y valores de potencia kW no-standard.

### **Diseños Especiales para nuestros Clientes son nuestra Especialidad**

A pesar de que el Sistema de Rectificadores Industriales bajo el standard BPEC R20SI es apropiado para la vasta mayoría de aplicaciones industriales de potencia de CC, hay disponibles muchas opciones y configuraciones distintas. BPEC es suficientemente flexible como para diseñar unidades destinadas a satisfacer las necesidades específicas del cliente.

- El diseño de la columna modular permite flexibilidad en la configuración del rectificador. BPEC tomará ventaja de esa característica en la modificación de la salida de las barras de CC, que permite ajustar la configuración teniendo en cuenta el espacio disponible que tiene el cliente, y otras variaciones posibles.
- Los rectificadores standard están provistos con barras de aluminio soldadas. Las columnas pueden ser conectadas a barras de cobre, con lo cual se obtiene una unidad con barras de cobre en su totalidad.
- Los voltajes de alimentación standard son 460, 2400, 4160, 6900, 13,200 y 13,800 volts CA, trifásicos, 60Hz. Las unidades pueden ser alimentadas con voltajes distintos de los detallados en el parrafo anterior, como también 50Hz.

## Redundancia

Aún cuando la falla de diodos en rectificadores protegidos es relativamente raro, muchos clientes quieren que el rectificador sea capaz de mantener su valor de potencia en forma continua mientras opera con un diodo fallado. Una unidad con esa capacidad es definida como rectificador con valor de potencia redundante. La redundancia es obtenida mediante el agregado de un diodo en cada brazo del Puente Rectificador.

## Regulación de Voltaje

En el mayor número de aplicaciones, los rectificadores con diodos no regulados que tienen una regulación inherente del 8% proveen características satisfactorias de voltaje. Algunas aplicaciones, sin embargo, pueden requerir una regulación de voltaje más precisa. En esos casos, el rectificador puede ser provisto con tiristores en lugar de diodos. El rectificador con tiristores está regulado automáticamente para mantener el voltaje de salida dentro del  $\pm 1\%$  del voltaje característico de la unidad en condiciones de estado-estable, desde cargas ligeras hasta el 100% de la carga especificada de la unidad.

## Características de Diseño

1. Bloqueo de puertas– Es una característica standard en todas las puertas de acceso para prevenir la entrada al gabinete cuando está activado. Las unidades de bloqueo son usadas para desconectar el interruptor de alimentación del equipo del cliente.
2. Transformador de doble bobinado– Se provee como standard un transformador seco con 150°C clase “H” de aislamiento y  $\pm 5\%$  tomas de capacidad total. Transformadores para rectificadores de potencia 1,000kW o menor y con voltaje de primario de 4,160V o menor son provistos como parte integrante del gabinete metálico del rectificador. Transformadores para rectificadores de 1,500 a 3,000kW o para rectificadores con voltajes primarios mayores de 4,160V son provistos por separado, pero contiguos a los gabinetes NEMA I.

Transformadores llenados con aceite de silicones y con un aumento de 65°C también están disponibles. Para aplicaciones especiales, transformadores llenados con aceite mineral o transformadores con el secundario tratado en molde de epoxy, pueden ser suministrados.

3. Columna de Diodos–El conjunto del elemento de compresión y la columna de diodos se usa para cada grupo de seis diodos. Los diodos herméticamente cerrados y de caída de tensión directa o los tiristores usados en la columna, son enfriados en ambas superficies por disipadores de calor de alta eficiencia.
4. Fusibles de los Semiconductores– Cada diodo está individualmente ligado a un fusible de semiconductores de acción rápida y limitación de corriente. Uno de los fusibles por cada componente estará provisto con un botón indicador que se activa cuando el fusible opera. Esto puede ser usado para determinar cual diodo ha fallado.
5. Redes de Supresión de Impulsos– Los Rectificadores R20SI están provistos con tres tipos de supresión de impulsos. Se provee una red de R-C a través de cada diodo individual para protección contra impulsos de voltaje y de  $dv/dt$ . Una línea-a-línea MOV (Metal Oxide Varistor) red de supresión de impulsos es usada en el secundario del transformador del rectificador para proteger los componentes del rectificador debido a los impulsos originados en el circuito de CA. Una red R-C es provista a través de la salida del rectificador para proteger las unidades de impulsos de CC.
6. Relés de Sobretemperatura– Un relé sensible a la temperatura del aire es incluido en cada rectificador para determinar si el sistema de enfriamiento está funcionando incorrectamente. También se incluye con el transformador del rectificador un relé de sobretemperatura.

Los contactos de estos relés pueden ser usados para sonar una alarma o para activar el interruptor de entrada.

7. Resistencia de Baja Carga– Cuando no hay carga en el rectificador, el voltaje de salida puede aumentar más allá de un valor deseado debido a la carga recibida por los capacitores de la red de supresión de impulsos. Para evitar este efecto indeseable se incluye en el rectificador una resistencia de baja carga que continuamente aplica una carga mínima a la unidad y de esta manera se evita que los capacitores se carguen. Esto es requerido para poder mantener las características de la regulación inherente.
8. Medidores opcionales– Medidores de  $\pm 2\%$  proveen información con respecto a la unidad y el nivel de la carga de CC. Los medidores pueden indicar la necesidad de aumentar la capacidad o que la unidad requiere reparación.
9. Ventilador de Enfriamiento– Cada rectificador es provisto con un ventilador de enfriamiento – 480V, trifásico, accionamiento axial directo– para expulsar el aire caliente del rectificador. El ventilador es provisto con un motor TEAO (Totaly Enclosed Air Over) con fusibles de protección.

### **Estructuras metálicas cerradas**

Los rectificadores standard están incluidos en NEMA I , ventilados y a cubierto, dentro de estructuras metálicas. Todas las unidades están enfriadas mediante ventilador y con entrada de aire filtrado.

En los rectificadores de valor 500 a 1,000 kW, los transformadores están incluidos dentro de la estructura metálica y tienen voltajes primarios de 480 a 4,160V. Para unidades de 1,500 a 3,000kW o unidades con voltajes primarios mayores de 4,160V, el transformador es suministrado separadamente pero estará adosado posteriormente al rectificador.

## LISTA DE MATERIALES

### EQUIPO DEL RECTIFICADOR STANDARD

- 1 - Ventilador para enfriamiento, 480V, trifásico, motor TEAO, accionamiento directo, tipo axial.
- 3 - Fusibles para proteger el ventilador de enfriamiento
- 3 - Línea-a-línea MOV para detención de impulsos
- 1 - Transformador de Control, 480V:120V
- 1 - Conjunto de columnas de diodos con fusibles, disipadores de calor, elementos de compresión, pantallas y gabinetes.
- 1 - Conjunto de redes de supresión de impulsos R-C para diodos
- 1 - Relé de sobret temperatura del aire
- 1 - Conjunto de interruptores de bloqueo de las puertas.
- 1 - Resistencia de baja carga
- 1 - Conjunto de barras de aluminio soldadas
- 1 - Conjunto de filtros de aire con fibras de vidrio descartables.  
NEMA I, gabinete de interior  
ANSI 61 terminado en gris- standard

### Transformador de tipo seco

- 1 - Alarma de temperatura del bobinado
- 1 - Conjunto de tomas de conexión

Las opciones detalladas en esta página son las más comunes que se pueden proveer. Una variedad mayor está disponible para satisfacer los requisitos específicos de los clientes.

### EQUIPO OPCIONAL PARA RECTIFICADOR

- 1 - Transformador de reducción de voltaje a 480V para el ventilador.
- 1 - Ventilador con arrancador de línea
- 3 - Fusibles para MOVs de línea-a-línea
- 1 - Conjunto de microinterruptores de fusibles para indicar que un fusible funciona.
- 1 - Relé de sobret temperatura de aire-en 2 etapas
- 1 - Amperímetro de CC con derivación (shunt) separada.
- 1 - Voltímetro de CC.  
Terminales plateados para las barras de aluminio
- 1 - Conjunto de barras de cobre (con terminales plateados opcionales).
- 1 - Conjunto de filtros de aire, lavables
- 1 - Anunciador de fallas

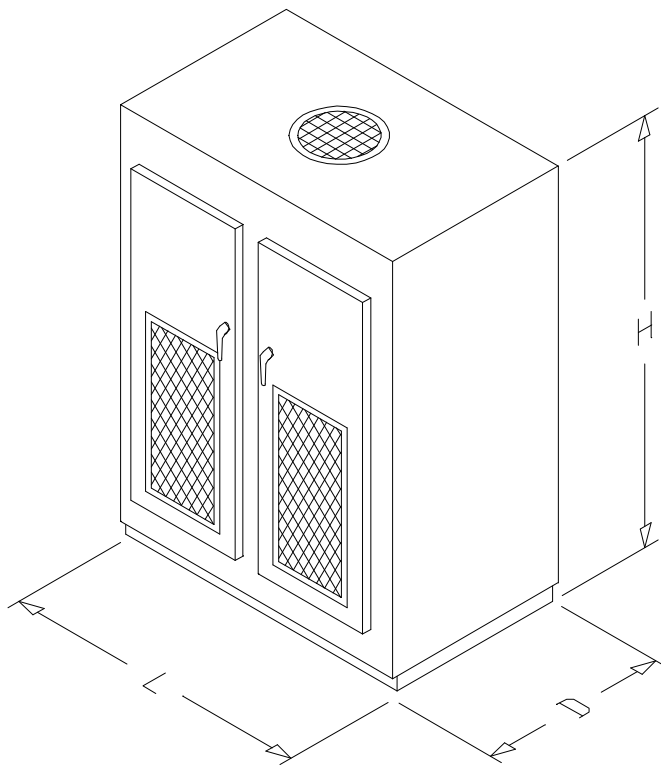
### Transformador con Silicones

- 1 - Cambiador de tomas para la operación de interrupción de corriente.
- 1 - Válvula múltiple que sirve para drenaje, conexión de presión del filtro inferior y para obtener muestra del líquido.
- 1 - Válvula para conexión del filtro de presión superior.
- 1 - Nivel de medición de líquido con contactos de alarma.
- 1 - Termómetro con dial para líquido.
- 1 - Instrumento de medición de vacío con contactos de alarma.
- 1 - Dispositivo para relajar la presión con contactos de alarma.
- 1 - Plataforma de puesta a tierra del tanque.

## Dimensiones Aproximadas del Gabinete

### TAMAÑO APROXIMADO DEL GABINETE

Designación del gabinete	L (pulgadas)	D(pulgadas)	H(pulgadas)
	Largo	Profundidad	Altura
1	45	45	72
1A	60	60	72
2	60	60	90
3	75	60	90
3A	75	75	90
4	75	60	110



## Tamaño del gabinete del Rectificador para cada uno de sus valores

Tipo de Rectificador	Redundancia	kW	Tamaño del Gabinete	
			sin Transformador	con Transformador
		500	1	1A
		750	1	1A
LINEA	Standard	1000	1	1A
REGULADA		1500	2	
		2000	3	
		3000	3	
		500	1	1A
DIODO		750	1	1A
RECTIFICADOR	Con	1000	3	3A
	Diodo	1500	3	
	Redundante	2000	3	
		3000	3*	
		500	1	1A
		750	1	1A
	Standard	1000	1	1A
+/-1%		1500	3	
REGULADO		2000	3	
		3000	3*	
		500	1	1A
RECTIFICADOR		750	1	1A
CON TIRISTOR	Con	1000	3	3A
	Tiristor	1500	3	
	Redundante	2000	3*	
		3000	4*	

\* Estas unidades requieren un gabinete de control que puede ser suministrado unido al gabinete del rectificador o ser montado separadamente.

# Control Regenerativo para Uso con Rectificadores Industriales

## Información General

Los Rectificadores Industriales de BPEC son frecuentemente aplicados para proveer potencia de CC a equipos de levantamiento de cargas como grúas, elevadores y accionamientos de inercia elevada.

Estas cargas tienen la tendencia de regenerar potencia y de forzar una contra-corriente a través de los diodos del rectificador. Dado que los diodos de silicio, debido a su inherente diseño, solamente permiten el paso de potencia en una sola dirección, una carga regenerativa incrementará el voltaje de CC a niveles que pueden dañar el rectificador.

Salvo que haya conectadas cargas de CC que pueden absorber la potencia regenerada, será necesario especificar un circuito de protección llamado "Control Regenerativo". Este control conectará automáticamente un banco de resistencias en paralelo con la carga de CC, para disipar la potencia regenerativa y automáticamente desconectar la resistencia cuando el voltaje de CC vuelve a niveles normales y sin riesgos.

Hay dos categorías de controles regenerativos:

### Industria en General

Este es el tipo más simple, en el que el voltaje de levantamiento (voltaje al que la resistencia se hace paralela a la carga) es controlado por la posición fijada por un relé sensible al voltaje de CC. El conjunto de resistencias es dimensionado de acuerdo a NEMA 150 (15 segundos activado, 45 segundos no-activado) para trabajo intermitente.

## Elevador

Esta categoría de control regenerativo es similar al del tipo de la industria general, excepto que el voltaje de levantamiento está controlado por un voltaje de referencia generado por un control rectificador conectado al secundario del transformador del rectificador principal. Obteniendo el voltaje de levantamiento en esta manera, elimina el efecto de las variaciones de voltaje de CA del cliente y el de la regulación del transformador del rectificador, lo que resulta en una acción de control más rápida y permitiendo un ajuste más preciso.

Desde el momento que la consideración primordial en un elevador es la seguridad, el conjunto de resistencias es dimensionado de acuerdo con NEMA 90 (operación continua) y el circuito de control es diseñado para una operación "sin falla", de manera que la pérdida de un componente o la del voltaje de CC, causará que el control regenerativo conecte las resistencias a través de la línea de CC.

## Selección y Determinación de Medidas

### Tipo de Industria en General

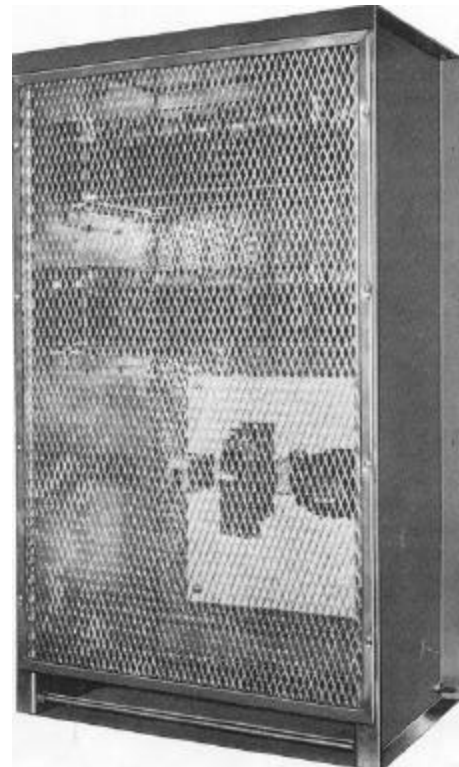
Hay tres métodos de dimensionar los controles regenerativos para aplicaciones industriales:

1. Si la carga de CC existente es provista por un conjunto de M-G o por barra de una usina, las lecturas actuales de la corriente, son preferibles. Para obtenerlas, se usa una lectura central por medio de un amperímetro registrador conectado a la carga por un período de tiempo y se mide la corriente inversa.
2. Cuando la carga es conocida y el método 1 no es práctico, use el 10% del HP (Horse Power) del motor más grande como igual a los kW del control regenerativo (si se trata de un motor de elevador de carga, use 20 a 25%).
3. Si el método 2 no es satisfactorio, una regla que es práctica en el mayor de los casos es la de considerar el 10% de los kW del rectificador como igual a los kW del control regenerativo.

## Tipos de Elevadores

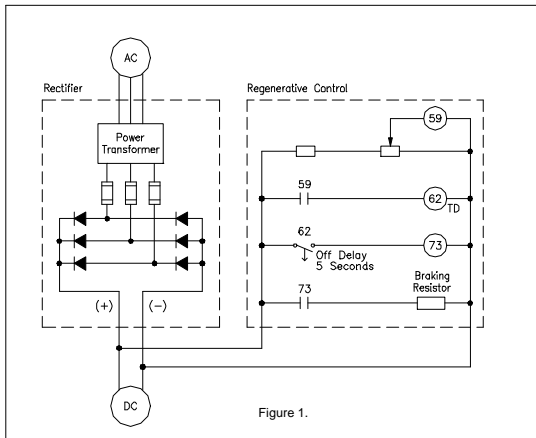
Un control regenerativo de valor establecido de 20% a 25% de los HP (horse power) correspondientes al motor es suficiente para un servicio de elevadores de carga.

Para ascensores de pasajeros, un conjunto de control regenerativo igual al 40% de la potencia del motor en HP (Horse Power) se debe usar. Cuando el código local de elevadores/ascensores lo permite, un factor de diversificación puede ser usado para seleccionar una resistencia más pequeña para instalaciones múltiples. El control regenerativo será dimensionado en un 40% de los HP del motor más grande.



# Diagramas Típicos de Cableado

## Tipo Industrial

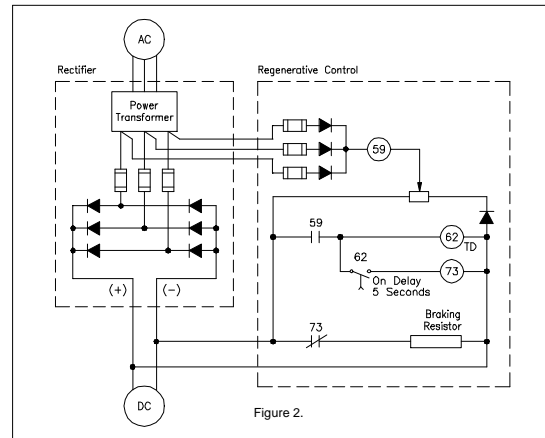


En el diagrama de arriba se muestra un circuito regenerativo de control. Cuando la energía es aplicada al rectificador, voltaje de CC aparece entre los terminales marcados (+) y (-), pero en condiciones normales, el voltaje es muy bajo para levantar el relé detector de voltaje, número 59.

Cuando la carga regenera potencia a la línea de CC, el voltaje debe incrementar como mínimo, un 10% por encima del voltaje del rectificador bajo condición de no-carga antes de que un cambio en la operación tenga lugar. El sobre-voltaje producido como resultado de regeneración levanta el relé detector de voltaje número 59 que a su vez provee energía al relé registrador de tiempo, número 62. Los contactos del relé 62 cierran inmediatamente y levantan al contactor 73, conectando en esa forma el banco de resistencias a la línea de CC para absorber la potencia regenerativa.

Cuando la regeneración termina y el voltaje de CC vuelve a su condición normal, el relé 59 abrirá y consecuentemente el relé 62 queda desactivado. El medidor de tiempo hará que el contacto 73 abra en el tiempo pre-establecido de 5 segundos.

## Elevador Tipo



En el diagrama de arriba se muestra un circuito regenerativo de control que es característico del elevador tipo. Cuando se aplica energía al rectificador, el voltaje de CC aparece entre los terminales marcados (+) y (-).

En el mismo instante, el rectificador trifásico de media onda operando desde el secundario del transformador del rectificador provee voltaje a través del relé de voltaje 59 al lado negativo de la línea del rectificador. Esto cierra los contactos del relé 59 proveyendo energía al relé 62, que a su vez abre el contactor cerrado con resorte y retira el banco de resistencias de la línea, permitiendo así la operación normal del rectificador.

Las características de la bobina del relé 59 está fijada en el valor: 12 volts, para instalaciones de 230 y 250 volt. El resto del voltaje es a través de la resistencia de control 2R. Esto permite ajustar los puntos de entrada y salida dentro de unos pocos volts del voltaje de 0-carga del rectificador. Otra característica de este circuito es que no es afectado por las fluctuaciones de voltaje de la línea de CA debido a que la referencia a través de la bobina del relé permanece fija, mientras que la salida de CC de los terminales principales del rectificador cambiarán con el cambio correspondiente de voltaje primario de CA.

Cuando la carga regenera potencia en la línea de CC, el voltaje debe subir aproximadamente 5 a 10 volts por encima del voltaje del rectificador en el estado de no-carga. Esto se opone al voltaje de la bobina 59 que es de bajo voltaje y permite dejar caer el contacto 59, suelta el contactor cerrado por resorte para conectar el banco de resistencias 1R a través de la línea para absorber la potencia regenerada.

Cuando la regeneración termina y el voltaje de CC vuelve a su valor normal, la bobina levanta el contacto 59 para proveer energía al contactor principal, lo que resulta en la remoción del banco de resistencias y la vuelta del rectificador a su operación normal.

**Dimensiones  
Tipo Industrial**

Valor kW	Dimensiones Aproximadas en pulgadas		
	Height (Altura)	Width (Ancho)	Depth (Profundidad)
5	32	26	19
7.5	32	26	19
10	32	26	19
15	32	26	19
20	32	29	19
25	40	26	19
30	40	26	19
50	50	30	19
75	84	29	19
100	84	29	32
150	92	32	32
200	92	32	32
300	92	64	32

**Dimensiones  
Elevador Tipo**

Valor en kW	Dimensiones Aproximadas en pulgadas		
	Height (Altura)	Width (Ancho)	Depth (Profundidad)
5	34	29	16
7.5	44	26	16
10	44	29	16
15	54	30	16
20	74	26	16
25	74	30	16
30	84	29	16
50	92	64	32
75	92	64	32
100	92	96	32
150	92	128	32
200	92	128	32

Por valores de kW que no están en las listas, refiérase a Buffalo Power Electronics Center, Inc.

## **Otros Servicios y Productos provistos por Buffalo Power Electronics Center**

### **Rectificadores de Proceso**

Los sistemas de Rectificadores Westinghouse han sido usados para proveer potencia de CC en cientos de plantas de Procesos Electroquímicos en todo el mundo, por más de cincuenta años. BPEC continúa suministrando a varias industrias con sistemas rectificadores de tecnología más avanzada, previamente provistos por Westinghouse. Nuestros Sistemas de Rectificadores para procesos son para aplicaciones de hasta 100kA y 1200VCC en una sola unidad. Valores mayores de corriente son obtenidos mediante el uso de unidades en paralelo.

Los Sistemas Rectificadores de Proceso provistos por BPEC están diseñados específicamente para responder a los requerimientos de las siguientes industrias:

- Fundición de Aluminio
- Clor-Alcalis y otros productos químicos.
- Extracción de metales (Electrowinning)
- Aplicación de grafito
- Otros metales
- Aplicaciones especiales

### **Rectificadores de aplicación especial**

Además de procesos electroquímicos y aplicaciones industriales, BPEC puede proveer rectificadores para una variedad de objetivos especiales. Estos incluyen rectificadores electro-térmicos, para desmagnetización, experimentales y polarizadores para mencionar solamente algunos.

### **Mejoramiento de Sistemas**

El personal de Ingeniería de BPEC hace estudios de mejoramiento de Sistemas en instalaciones Westinghouse existentes. Estos pueden ser usados por el cliente para determinar la posibilidad de aumentar la capacidad de salida de sus sistemas rectificadores por un precio relativamente bajo.

### **Especificaciones del Equipo**

BPEC ayuda en la especificación y provisión de componentes típicamente usados en Sistemas Rectificadores de Proceso. Como han sido mencionado anteriormente, éstas incluyen: interruptores de CA, filtrado armónico y equipo de corrección de factor de potencia, transformadores de bajada de alta potencia, transformadores reguladores, equipos de medición y control, unidades de potencia no-interrumpible para reguladores y controles, barras de transición de materiales, etc.

### **Estudios Armónicos**

El personal de Ingeniería de BPEC realiza estudios armónicos en sistemas rectificadores existentes o propuestos, para determinar el alcance del filtrado de armónicos requeridos para satisfacer las necesidades del cliente, que pueden muy bien ser aquellos de IEEE-519 u otros.

### **Soporte de Instalación**

Personal de BPEC, como así también representantes entrenados del servicio de Ingeniería son utilizados para instalar los sistemas de rectificación, ejecutar el comienzo de operaciones y las funciones de mantenimiento.

### **Repuestos y Reparaciones**

BPEC provee repuestos, ejecuta modificaciones y reparaciones de los rectificadores y controles de accionamiento Westinghouse. Nuestra moderna y eficiente planta ubicada en el Oeste del Estado de New York guarda una exclusiva y completa colección de alrededor de un millón de planos y ½ millón de piezas de repuesto, como así también, departamentos de ventas, manufacturación e ingeniería que proveen el soporte técnico y conocimiento de los productos de control de Westinghouse fabricados en Buffalo, Nueva York en los últimos cincuenta años! BPEC también mantiene un grupo de ingenieros de servicio, altamente entrenados en rectificadores, en áreas del mundo donde se encuentran nuestros mayores clientes de rectificadores.