



República de Cuba  
Ministerio de Educación Superior  
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa  
Dr. Antonio Núñez Jiménez  
Facultad Metalurgia-Electromecánica.  
Departamento de Eléctrica

*Trabajo de Diploma en opción al título:  
De  
Ingeniero Eléctrico.*

**Título: Sustitución de los cargadores de Baterías VAZP-360/260-40/80-T  
por una variante moderna.**

Autor

Yoandis Pérez Frómeta

Tutores

Msc. Wilber Acuña Rodríguez

Ing. Rogelio Pereira Hernández

Año 50 del Triunfo de la Revolución

Moa-2009

## DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Yoandis Pérez Frómata Autor de este trabajo de Diploma certifico su propiedad intelectual a favor del **Instituto Superior Minero Metalúrgico Doctor Antonio Núñez Jiménez** el cual podrá hacer uso del mismo con la finalidad que estime conveniente.

\_\_\_\_\_  
Firma del Diplomante  
Yoandis Pérez Frómata

\_\_\_\_\_  
Firma del Tutor  
Msc. Wilber Acuña Rodríguez

## *Agradecimientos*

*Deseo dejar constancia de mis agradecimientos a todas las personas que me apoyaron y confiaron en mi para la realización de este trabajo, en especial Rolando Decastro y Raúl Ramírez los cuales me brindaron su apoyo en todo momento, a la persona que me ayudó a escoger el tema Reineldis Breff Quiroga y a mis tutores Wilber Acuña Rodríguez y Rogelio Pereira Hernández.*

## *Dedicatoria.*

*Yo, Yoandis Pérez Frómeta dedico este Trabajo de Diploma a mi querida madre Isabel Frómeta Frómeta quien me aconsejó que estudiara mucho para que un día llegara este momento, a mi esposa que me ha apoyado mucho durante estos largos seis años y en general a todas las personas que de una forma u otra me tendieron sus manos cuando más lo necesitaba.*

## Resumen

La siguiente tesis tiene como objetivo sustituir los cargadores de baterías VAZP-360/260-40/80-T de tecnología completamente obsoleta, los cuales fueron instalados en 1983 y en la actualidad debido a su largo nivel de explotación a horas ininterrumpidas de trabajo, presentan problemas de averías que nos conllevan a estudiar una variante muy moderna, que ha sido instalada en los países desarrollados demostrando su calidad y eficiencia.

Para darle cumplimiento a este objetivo se proponen tres capítulos.

En el **capítulo I** se realiza una breve descripción del trabajo de la subestación para demostrar la relación de los rectificadores de corriente alterna con los consumidores de corriente directa y el banco de batería de la S/E Puntagorda. También se realiza un estudio muy importante sobre las ventajas que posee y la forma de funcionamiento del rectificador objeto de estudio, el cual nos brinda una mayor facilidad para determinar los errores posibles presentados en el sistema y las soluciones a implementar para la eliminación de estos.

El **capítulo II** está dirigido a la realización de los cálculos de las potencias absorbidas y suministrada por el rectificador y a los cálculos de consumo de energía suministrada al banco de baterías que validarán la sustitución antes mencionada.

Por último en el **capítulo III** se realiza los cálculos económicos de consumo por concepto de inversión y mano de obra, esto demuestra el nivel profesional de los técnicos, que Cuba ha venido desarrollando a lo largo de esta Revolución. Además se observa lo económico que resulta la compra y sustitución de los cargadores y la eficiencia técnica que estos poseen.

## Summary

The following thesis has as objective to replace the loader of VAZP-360/260-40/80-T batteries with a very obsolete technology, these ones have been installed on 1993, in presents days due to the big charge of exploitation and uninterrupted work time these are presenting breakdowns that is the cause who push us thinking in a very modern choice, that has been installed in developed countries showing its quality and efficiency.

To carry out this point we propose three chapters. In **chapter number one** its being doing a brief description about the work carried out in the electric substation showing the relation of alternate power rectifiers respect to the directed consuming power and the battery bank of Puntagorda S/N. Besides its being carry out a very important investigation about the advantage and the function ways of the rectifier as objective. the one present a very easy way to determine the possible mistakes in the solution system and the posibles solution for the elimination of those.

**Chapter number two** is based in calculations of absorbed rating power and supplied for the rectifier and consumption energy calculations of the supplied energy in the battery bank that will make valid the replacement before spoke.

In **chapter number three** its realized the economic consumption calculations based in man power and investing, that shows the professional level of the technician that our country has brought up thru very several years of revolution. Besides its observed how economic result the replacement of loaders and the technique efficiency those one have.

## Índice

<b><u>Introducción General</u></b>	<b>1</b>
<b>Capítulo I: Caracterización y funcionamiento.</b>	
<u>1.1 Introducción.</u>	3
<u>1.2 Breve descripción del trabajo de la subestación.</u>	4
<u>1.3 Descripción de los consumidores de corriente directa.</u>	4
<u>1.4 Caracterización de los Rectificadores.</u>	5
<u>1.5 Estudio del funcionamiento y ventajas de los cargadores Thyrotronic.</u>	9
<u>1.5.1 Fallas y alarmas.</u>	16
<u>1.5.2 Modos de funcionamiento - estados de carga.</u>	23
<u>1.5.3 Funciones de señalización y unidad de monitorización.</u>	32
<u>1.6 Ventajas de los rectificadores de nueva tecnología.</u>	37
<u>1.7 Conclusiones.</u>	37
<b>Capítulo II: Cálculo de validación.</b>	
<u>2.1 Introducción</u>	38
<u>2.2 Cálculo de la potencia suministrada por los rectificadores.</u>	38
<u>2.3 Cálculo de resistencia interna de las baterías.</u>	41
<u>2.4 Cálculo del tiempo de carga del banco de baterías.</u>	42
<u>2.5 Cálculo de tiempo de descarga del banco de baterías.</u>	42
<u>2.6 Materiales y equipos para la sustitución.</u>	43
<u>2.7 Conclusiones.</u>	44
<b>Capítulo III: Análisis de los resultados</b>	
<u>3.1 Introducción.</u>	49
<u>3.2 Valoración económica.</u>	49
<u>3.3 Valoración Técnica.</u>	47
<u>3.4 Valoración ecológica.</u>	49
<u>3.5 Conclusiones</u>	49
<b><u>Conclusiones Generales</u></b>	<b>50</b>
<b><u>Recomendaciones</u></b>	<b>51</b>
<b><u>Bibliografía</u></b>	<b>53</b>
<b><u>Anexos</u></b>	

## Introducción General

El siguiente trabajo trata de la sustitución de dos rectificadores soviéticos VAZP-360/260-40/80-T por dos de tecnología de avanzada existentes en el mundo de hoy.

En la actualidad existen varios tipos de rectificadores de corriente alterna utilizados en una amplia gama de aplicaciones y que demuestran la utilidad de estos medios para la conversión de la energía eléctrica que es usada no solo en las empresas del mundo moderno sino en nuestros propios hogares.

A lo largo y ancho de nuestro país existen subestaciones encargadas de recibir energía eléctrica de un suministro a alta tensión convirtiéndola en una forma más adecuada para la distribución local. Estas para mantener una eficiencia adecuada deben tener rectificadores de corriente alterna con el objetivo de utilizar la corriente directa obtenida de estos, en el suministro de energía de los consumidores de la subestación y además almacenar la corriente directa en el banco de baterías que existen en ellas, con el objetivo de sustituir los antes mencionados en caso de fuerza mayor.

Por lo que se realiza un estudio sobre la posibilidad de sustituir dos rectificadores de corriente alterna de fabricación soviética con un largo nivel de explotación, los cuales presentan averías reiteradas en el circuito de los tiristores y en la tarjeta de regulación de la tensión, por dos de tecnología de avanzadas que le permiten al operador a través de la señalización de diodos led, conocer el estado general del cargador así como detectar las fallas presentadas por la red entre otras, y las posibles soluciones.

## Planteamiento del Problema

Aparición de averías reiteradas y disminución del tiempo de vida útil



## **Hipótesis**

Realizando un estudio de mercado teniendo como base los cálculos, puede validarse la adquisición de dos rectificadores de nueva generación, capaces de sustituir los actuales.

## **Objetivo General**

Sustituir los cargadores de baterías VAZP-360/260-40/80-T.

## **Objetivos específicos**

Calcular el sistema de alimentación de carga de las baterías de la Subestación de Puntagorda.

Estimar la posibilidad de sustitución de la variante seleccionada.

Valorar económicamente la implementación de la variante seleccionada.

## **Objeto de estudio**

Rectificadores de corriente alterna Thyrotronic.

## **Tareas de la investigación**

Estudio de los rectificadores Thyrotronic.

Calcular las potencias suministradas a los consumidores de corriente.

Análisis de los resultados obtenidos.

Sustitución de los rectificadores instalados actualmente.

## CAPITULO I: Caracterización y funcionamiento.

- Introducción
- Breve descripción del trabajo de la subestación.
- Descripción de los consumidores de corriente directa.
- Caracterización de los Rectificadores.
- Estudio del funcionamiento y ventajas de los rectificadores de corriente alterna Thyrotronic.
- Fallos y alarmas.
- Modos de funcionamiento - estados de carga.
- Funciones de señalización y unidad de monitorización.
- Conclusiones.

### 1.1 Introducción.

El objetivo de este capítulo es analizar la importancia de dos rectificador de corriente alterna y la relación que tiene con los consumidores de corriente directa. Además realizar un análisis teórico de las ventajas que posee el rectificador de tecnología de avanzada (Thyrotronic) para el trabajo de una subestación y con el estudio del funcionamiento del antes mencionado demostrar que son los más idóneo para sustituir la variante actual.

Si una vez realizado los cálculos poseen las características esenciales para suplir el trabajo que se ha ido obteniendo con los cargadores soviético instalado años atrás y así alcanzar el objetivo general a partir del planteamiento del problema existente, el cual muestra la necesidad de la realización de dicho estudio y la perspectiva de los resultados para la futura aplicación de los cargadores.

Por lo cual, se hace necesaria la búsqueda de nuevas variantes para mejorar el trabajo de la subestación de Puntagorda. Con el propósito de elevar los índices de eficiencia de la misma, creando así en ella las condiciones necesarias que contribuyan al buen funcionamiento y suministro de energía a los diferentes consumidores de la Subestación. Esto facilitaría el trabajo de la misma en aras de distribuir la energía a las empresas del níquel y demás.

## 1.2 Breve descripción del trabajo de la Subestación.

La S/E Punta Gorda 220 kv se encuentra situada en el Km. 13 de la carretera Moa-Baracoa a 2 Km. del poblado de Punta Gorda, Municipio Moa. La Subestación recibe la energía eléctrica del sistema nacional por una línea de doble circuito a 220 kv esta llega a dos autotransformadores (ATDKTH-125000-110-33 TJ, anexo 2) de procedencia rusa, estos la transforman en 110 kv y 33 kv. Mediante diferentes líneas alimenta con 110 kv a las fábricas: Ernesto Guevara, Pedro Soto Alba y la S/E de Moa y Baracoa y por otra línea a 33 kv a la S/E de Baracoa. Por el terciario de este se alimentan los transformadores de fabricación rusa (anexo 3), que transforman este voltaje en 220 v alimentando las barras del uso propio de la subestación y distribuyéndola a los diferentes paneles de corriente alterna, encontrándose en dos de estos los breakers que permiten el paso de la energía eléctrica a los rectificadores, convirtiéndola en corriente directa y enviándola a las barras de operación, donde se encuentran instalados todos los consumidores de esta y el banco de batería conformado por 108 elementos de 2 v por unidad, logrando el voltaje requerido para el trabajo de los diferentes consumidores.

## 1.3 Descripción de los consumidores de corriente directa.

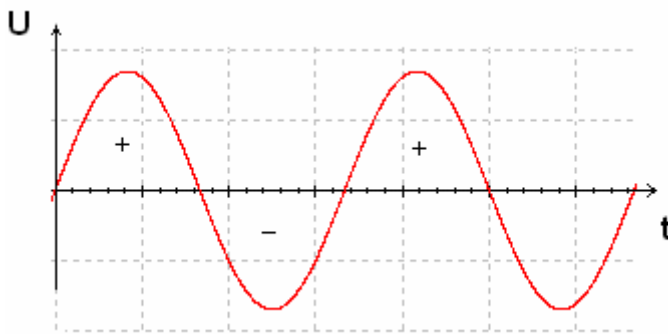
En la subestación existen 26 lámparas que conforman el sistema de alumbrado de emergencias, como su nombre lo dice solo son instaladas en los casos de existir fallas en alterna y el alumbrado interno de estas no pueda realizar sus funciones. Además existen otros consumidores como: 400 elementos de protección, 2 equipos de comunicación los cuales no siempre se encuentran en servicios.

Tabla de las principales Cargas que se alimentan de corriente directa.

<b>Cant.</b>	<b>Equipos</b>	<b>U(V)</b>	<b>I(A)</b>	<b>P(W)</b>
26	Lámparas de emergencia	220 V	0.09	19.8
2	Equipos de comunicación	220 V	20	4400
400	Elementos de protección, control y señalización	220 V	0.9	198

## 1.4 Caracterización de los Rectificadores

Los rectificadores eléctricos son los circuitos encargados de convertir la corriente alterna en corriente directa. Los más habituales son los construidos con diodos o con tiristores. Antes de avanzar en la explicación de los rectificadores, es importante saber qué es exactamente, lo que rectifican estos circuitos. La señal que se recoge de la red tiene esta forma senoidal:



Dicha señal la denominamos onda completa de corriente alterna. Es la onda que observaremos si la miramos a través de un osciloscopio. Aquí se puede observar tres semiciclos, dos positivos y uno negativo, un solo ciclo sería la suma de uno positivo y otro negativo. Si a esta señal la hacemos pasar por un circuito de rectificación, esta señal nos saldrá rectificada de las dos formas siguientes.

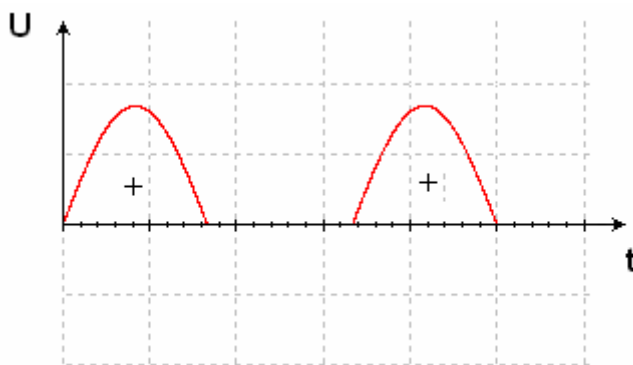
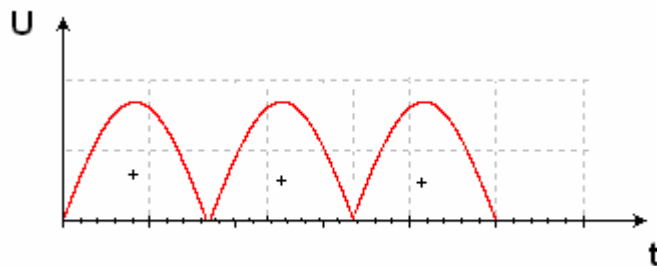


Fig.2.1 Forma de onda rectificada

*Fuente: Multisim 10*

Si se observa bien esta señal, veremos que le falta una parte con respecto a la de más arriba, a esta nueva señal se le denomina de media onda. Es decir, nos falta el semiciclo negativo de la corriente alterna. Pero se perdería energía, es decir se pierden todos los semiciclos negativos. Por esta razón tenemos esta otra señal



En esta señal se ha convertido los semiciclos negativos de la corriente alterna en semiciclos positivos, a esto se le llama onda completa continua. Esta señal estaría muy bien, si nuestros aparatos de consumo domésticos no fuesen tan exigentes. Si se fijan bien, en esta última señal, se darían cuenta que entre cada semiciclo positivo existe un hueco, y precisamente esto, es lo que no les gusta nada a nuestros aparatos de consumo. Para solucionar este problema están los circuitos de filtro, que tienen como función eliminar los huecos existentes entre los ciclos. Esto es básicamente la transformación que realizan los rectificadores, pero solo básicamente, porque cada circuito rectificador tiene sus propias características.

### **Rectificador instalado (VAZP-360/260-40/80-T).**

Los rectificadores de corriente alterna son del tipo VAZP-360/260-40/80-T de fabricación soviética. Se designan para rectificar la corriente alterna en corriente directa mediante tiristores a 220 v de corriente directa y garantizar con el trabajo en paralelo con las baterías y la adecuada explotación de las mismas.

La simbología VAZP-360/260-40/80-T significa:

V- Rectificador

A- agregado

ZP- Cargador

360/260- Magnitud de voltaje de CD regulado a la salida.

40- Amperes de carga en el régimen anterior de 260 a 360.

80- Amperes de carga en el régimen 220-260.

El voltaje rectificado en el régimen de estabilización se regula suavemente en los siguientes regímenes establecidos por medio del conmutador B3.

Régimen 1 260-360 v: a una corriente rectificada de hasta 40 A

Régimen 2 220-260 v: a una corriente rectificada de hasta 80 A

Régimen 3 es regulado manualmente de 0-11 v y se utiliza para la carga y moldeo de los distintos acumuladores.

Durante estas operaciones, es posible una oscilación de voltaje de la red de alimentación en los límites del 10% del voltaje nominal.

Para la explotación normal del panel de corriente directa y de las baterías acumuladoras, el agregado rectificador es necesario conectarlo en el régimen 2 de trabajo, que es un régimen de voltaje estabilizado de 220-260 v. Los rectificadores distribuyen 220 v a los dispositivos de protección, automatización y telemecánica de los circuitos de control y de la señalización preventiva y de emergencia a través de los paneles de corriente directa.

También se efectúa la carga constante del banco de baterías mediante el trabajo en paralelo de las baterías acumuladoras y uno de los dispositivos rectificadores. Si por alguna razón es necesario sacar de servicio el banco de baterías, se conectan en paralelo ambos rectificadores antes de abrir el interruptor de entrada a las baterías.

Los cargadores no solo tienen tiristores controlados y diodos de silicio en el circuito de fuerza sino que están compuestos de:

Un bloque de entrada de alimentación.

Un bloque de entrada de alimentación de los circuitos de control.

Dos bloques de formación de impulsos.

Un amplificador magnético.

Un bloque de rectificación.

Los rectificadores están provistos de:

Protección de cortocircuito por la parte de la corriente rectificada.

Protección para sobre voltajes.

Protección de cortocircuito por el lado del voltaje alterno.

Protección para la sobrecarga.

Estos rectificadores de corriente alterna han estado instalados hace 26 años los cuales han ido resolviendo la importante tarea de suministrar la energía eléctrica al banco de baterías y a los demás consumidores de corriente directa. Pero en los últimos años han ido presentado un sin números de averías que nos conlleva a realizar el estudio de otros de gran eficiencia y un elevado tiempo de vida útil.

### **Rectificador a instalar (Thyrotronic).**

La gama de rectificadores Thyrotronic desarrollada por Benning está especialmente calificada para ser usada como fuente de alimentación de baterías por su alta fiabilidad y su extenso concepto de monitorización. Los rectificadores Thyrotronic han representado la mayor calidad y eficiencia no existida jamás en la historia de los rectificadores de corriente alterna y demuestran que se utilizan en un amplio rango de explotación. Además poseen componentes de muy buena calidad y fáciles de obtener en el mercado mundial.

Rango de Aplicaciones de los rectificadores:

Plantas de energía

Subestaciones

Equipamiento de ferrocarriles

Sistemas de oleoductos y gaseoductos

Hospitales

### **Componentes del rectificador Thyrotronic.**

- 1 Entrada del suministro de red con contactor.
- 2 Transformador de red con aislamiento primario/secundario.
- 3 Puente trifásico completo controlado de seis pulsos con fusible rápido de protección (trabajando principalmente como protección de la inversión de polaridad de la batería).
- 4 Bobinas de filtros y banco de condensadores para reducir rizados.
- 5 Unidad de control con ajuste digital adicional.
- 6 Monitorización digital.
- 7 Visualización y unidad de funcionamiento con pantalla LCD en la puerta frontal.
- 8 Protección circuito de batería con fusible NH.
- 9 Protección NH de 2 polos con fusible o uniones para el circuito de carga.

### **1.5 Estudio del funcionamiento y ventajas de los cargadores Thyrotronic.**

El rectificador es un equipo eléctrico con tensiones y corrientes peligrosas para las personas, por tanto únicamente debe ser manipulado por personal técnico calificado. Antes de cualquier manipulación en el rectificador, se debe desconectar de la red, de las baterías o de las cargas. El rectificador THYROTRONIC, y más concretamente el puente tiristores, se controla y maneja a través del regulador Thysat representado en el anexo 9. La regulación es controlada mediante un microprocesador, con una programación específica.

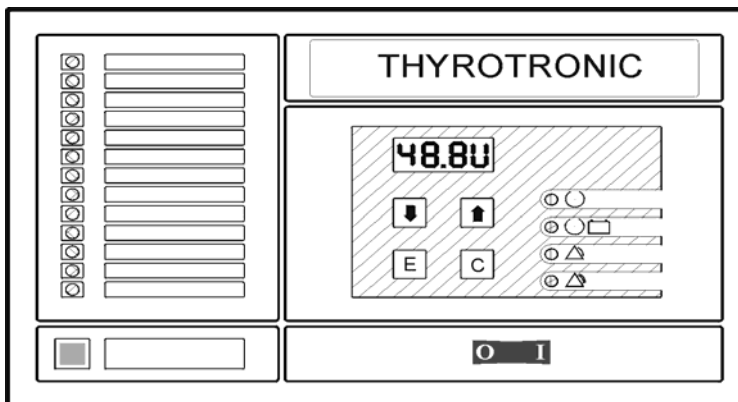


El panel de señalización y control situado en la parte frontal del equipo permite controlar el estado y al personal técnico calificado modificar la programación de los parámetros de funcionamiento.

El funcionamiento correcto (modo de servicio automático) no requiere intervención alguna por parte del operador. El rectificador en estado de funcionamiento correcto de flotación, estará como sigue:

El conmutador del equipo en posición 1 (activado), luce el diodo LED en el pulsador test /reset, en la pantalla LCD se presentan alternativamente los valores actuales de tensión y corriente del equipo lucen los diodos LED verdes de flotación y funcionamiento, o como alternativa luce el diodo LED amarillo carga /ecualización y el LED verde de funcionamiento, no deberá lucir ningún LED rojo.

#### Panel de señalización y control (para mejor observación ver anexo 8)



Izquierda, arriba: diodos LED de señalización.

Izquierda abajo: pulsador test/reset con diodo led equipo activado.

Derecha, centro: pantalla de control LCD cuatro pulsadores y cuatro.

Diodos LED derecha, abajo: conmutador equipo encendido / apagado (0 I)

Mediante panel de señalización y control se puede observar:

Estados de fallos y de funcionamiento mediante diodos LED (línea de LEDs y en el pulsador test / reset)





Verificar el sistema y desactivar los diodos LED indicadores de averías ocurridas y eliminadas, accionando el pulsador test / reset

Los cuatro diodos LED indican el estado general de funcionamiento del rectificador:

En la pantalla LCD se muestra:

Valores de las medidas seleccionadas en el sistema.

Modificación de los parámetros, mediante cuatro pulsadores, indicación de los estados generales del equipo mediante cuatro LED.

	verde	Funcionamiento
	amarillo	Funcionamiento por batería
	rojo	Alarma no urgente
	rojo	Alarma urgente

**Función de los diodos LED en el panel de control LCD**

El LED funcionamiento indica que existe alimentación de la red.

El LED funcionamiento por batería indica que algún consumidor es alimentado con corriente procedente de baterías (p.e. a través de una cadena de baterías).

Se ilumina el indicador funcionamiento por batería cuando:

La corriente de la batería es negativa, y la tensión DC es inferior a la de la tensión de flotación.

Cuando el rectificador no suministra tensión de salida (en casos como fallo de red, conmutador del equipo desactivado, o al producirse una anomalía que produce la desconexión del equipo).














Al iluminarse el LED funcionamiento por batería, se apaga el LED funcionamiento. La señalización Alarma no urgente indica fallos que permiten que el rectificador siga funcionando. La alarma es indicada con más detalle sobre los diodos LED de señalización.

La alarma no urgente debe solucionarse dentro de las 24 horas siguientes. La señalización alarma urgente indica anomalías que restringen o desactivan el funcionamiento del rectificador. Algunas alarmas urgentes se asocian a una señal de alarma óptica o acústica (fallo general). La ejecución en cada caso, por ejemplo, la señal acústica que se reciba en una central de control, depende de la disponibilidad del centro.


Las alarmas urgentes deben subsanarse de forma inmediata.

### **Diodos LED de señalización**

Conforme a la configuración estándar suministrada desde fábrica, la asignación de diodos LED es:

grün		Erhaltungsladen	verde	flotación
gelb		Laden / Ausgleichsladen	amarillo	carga / ecualización.
gelb		Batterietest	amarillo	prueba de batería
rot		Netzstörung	rojo	fallo de red
rot		Gerätестörung	rojo	fallo equipo
rot		DC-Spannung zu hoch	rojo	tensión DC alta
rot		Batteriespannung zu tief	rojo	tensión batería baja
rot		Batterietest negativ	rojo	prueba de batería negativa
rot		Batteriekreisstörung	rojo	fallo circuito batería
rot		Erdschluß Plus	rojo	derivación de + a tierra
rot		Erdschluß Minus	rojo	derivación de - a tierra
rot		( Reserve )	rojo	( reserva )
rot		( Reserve )	rojo	( reserva )

	LED Test / Reset
---	------------------

Las indicaciones de los 14 diodos LED quedan determinadas en el fichero de configuración, en función de la programación del regulador el color de los diodos LED determina su señalización.

Rojo	peligro o alarma	Indicación de peligro y estados inminentes que precisan una reacción inmediata o la observación detenida del estado.
amarillo	advertencia	Modificaciones, o cambios inminentes, de los estados normales de funcionamiento.
verde	seguridad	Indicación de condiciones seguras de funcionamiento o liberación para continuar el servicio.

**Significado general de los colores de los diodos LED**

### **Pulsador test/reset**

En el pulsador test / reset viene integrado el diodo LED verde Equipo activado. Se ilumina durante el funcionamiento del equipo. El LED equipo activado se apaga en el momento de desconectarse el equipo por cualquier motivo, o cuando se apaga accionando el con-mutador del equipo encendido /apagado.

Accionando el pulsador test / reset se puede verificar el funcionamiento de los LED de estado y de los valores en la pantalla LCD, pulsando la tecla durante al menos 3 segundos, se iluminan todos los LED. Al mismo tiempo, en la pantalla LCD se van verificando todos los segmentos de la pantalla, indicando al mismo tiempo la versión actual del software y la dirección asignada del regulador.

Pulsando brevemente se confirma la eliminación de las alarmas que se produjeron y ya no existen (reset), estas son:

Las alarmas de avería con desconexión, por ejemplo, averías de sobretensión, fallo del equipo y las alarmas de controles adicionales. El rectificador vuelve a conectarse nuevamente, se apagan las alarmas mantenidas, que se indican por el parpadeo de los LED.

### **Puesta en marcha**

El rectificador es un dispositivo con conexión fija a la instalación eléctrica en un emplazamiento y por lo tanto siempre está con potencial. Mediante el interruptor encendido./ apagado se conecta y desconecta el rectificador, quedando el regulador conectado, que registra el estado de funcionamiento del rectificador.

Para la puesta en marcha, proceder como sigue: Conectar el rectificador accionando el interruptor.

En la fase siguiente, de inicialización, hay varios diodos LED que se iluminan y luego parpadean.

Una vez finalizada la fase de inicialización, y en el momento de pasar al modo de flotación (estado inicial del modo de funcionamiento automático), el display LCD sólo  
En el pulsador test / reset viene integrado el diodo LED verde Equipo activado. Se ilumina durante el funcionamiento del equipo. El LED equipo activado se apaga en el momento de desconectarse el equipo por cualquier motivo, o cuando se apaga

accionando el con-mutador del equipo encendido /apagado.

En el pulsador test / reset viene integrado el diodo LED verde Equipo activado. Se ilumina durante el funcionamiento del equipo. El LED equipo activado se apaga en el momento de desconectarse el equipo por cualquier motivo, o cuando se apaga accionando el con-mutador del equipo encendido /apagado.

Accionando el pulsador test / reset se puede verificar el funcionamiento de los LED de estado y de los valores en la pantalla LCD, pulsando la tecla durante al menos 3 segundos, se iluminan todos los LED. Al mismo tiempo, en la pantalla LCD se van verificando todos los segmentos de la pantalla, indicando al mismo tiempo la versión actual del software y la dirección asignada del regulador.

Pulsando brevemente se confirma la eliminación de las alarmas que se produjeron y ya no existen (reset), estas son:

Las alarmas de avería con desconexión, por ejemplo, averías de sobretensión, fallo del equipo y las alarmas de controles adicionales. El rectificador vuelve a conectarse nuevamente.

Se apagan las alarmas mantenidas, que se indican por el parpadeo de los LED.

### **Puesta en marcha**

El rectificador es un dispositivo con conexión fija a la instalación eléctrica en un emplazamiento y por lo tanto siempre está con potencial. Mediante el interruptor encendido./ apagado se conecta y desconecta el rectificador, quedando el regulador conectado, que registra el estado de funcionamiento del rectificador.

Para la puesta en marcha, proceder como sigue:

Conectar el rectificador accionando el interruptor.

En la fase siguiente, de inicialización, hay varios diodos LED que se iluminan y luego parpadean.

Una vez finalizada la fase de inicialización, y en el momento de pasar al modo de

flotación (estado inicial del modo de funcionamiento automático), el display LCD sólo indica los valores actuales de tensión e intensidad. Sólo deben estar iluminados los dos LED verdes flotación y funcionamiento.

Si aun estuvieran iluminados los LED rojos baja tensión de batería y alarma:

Reiniciar las alarmas, pulsando la tecla Test/Reset.

Finalmente, hay que observar el estado de funcionamiento durante algún tiempo. Si hay más alarmas, ver las indicaciones de la causa de los fallos y alarmas.

### 1.5.1 Fallas y alarmas.

Mediante los diodos LED del panel de funcionamiento e indicación se indican los fallos y el estado del rectificador. La tabla siguiente muestra los posibles motivos de los fallos y su eliminación:

<b>Diodo LED</b>	<b>Significado</b>	<b>Posible causa</b>	<b>Verificación / eliminación</b>
Fallo de red	Fallo de tensión de entrada	Conexiones abiertas o erróneas.	<p>Comprobar sí los cables de entrada tienen una conexión correcta.</p> <p>Comprobar el valor de la tensión de red en los bornes del rectificador.</p> <p>Comprobar la tensión de red en los bornes del regulador (ver esquema de conexiones).</p>

Diodo LED	Significado	Posible causa	Verificación / eliminación
Fallo de red			<p>Si hay tensión: Comprobar los fusibles de entrada de red en la tarjeta base del regulador.</p> <p>Si todo es correcto: Verificar posición exacta de puentes X11 hasta X13.</p> <p>Si todo es correcto: Posible defecto en módulo regulador A1; consultar al suministrador o fabricante.</p>
Fallo del equipo	<p>Tensión baja salida del equipo: Menos de 2,1 v /ele y menos de 80 % I nominal de intensidad de salida.</p>	<p>Fallo de red</p> <p>Contador de red abierto</p>	<p>Desconectar rectificador, se abre contactor K1.</p> <p>Comprobar, si el fusible de tensión continua F7 o los fusibles de mando F4, F5, F6, están fundidos o abiertos</p>



Diodo LED	Significado	Posible causa	Verificación / eliminación
Fallo del equipo		Conductor abierto	Si todo es correcto comprobar cable si su conexión mecánica es correcta
		Fallo del regulador	Con entrada de tensión trifásica : El diodo led de la tarjeta generadora de impulsos debe estar iluminado.
		Semiconductor defectuoso	Verificar el punto de separación (opcional) del circuito DC del cargador (inferior a la reactancia L1)  Si todo es correcto:  Más controles sólo con equipamiento adicional.  Consultar al suministrador
Tensión DC alta	Desconexión por sobrecarga regulador	Carga dinámica excesiva del rectificador	Verificar carga dinámica del rectificador.

<b>Diodo LED</b>	<b>Significado</b>	<b>Posible causa</b>	<b>Verificación / eliminación</b>
Tensión DC alta		<p>Número de baterías incorrecto.</p> <p>El regulador no registra los valores teóricos ni reales.</p>	<p>Verificar número de baterías, por si hubiera demasiadas (ver ficha de datos del equipo).</p> <p>Puede que el regulador este defectuoso. Cambiarlo.</p>
Tensión baja de batería		<p>Fallo de red</p> <p>Fallo en el equipo</p> <p>Cortocircuito consumidor</p> <p>Cables de batería defectuosos</p> <p>Batería con defecto.</p>	<p>Verificar los puntos anteriores uno por uno.</p>
Prueba de batería negativa		<p>Carga de batería incompleta</p> <p>Cables de batería defectuosos</p> <p>Batería con defecto.</p>	<p>Verificar los puntos anteriores uno por uno.</p> <p>Cargar batería.</p> <p>Verificar corriente de batería y consumidores.</p>

<b>Diodo LED</b>	<b>Significado</b>	<b>Posible causa</b>	<b>Verificación / eliminación</b>
Fallo circuito de batería	Circuito de batería interrumpido		<p>Comprobar cables, si su conexión mecánica es correcta.</p> <p>Comprobar estados de conexión de los puntos de separación y fusibles del circuito de batería.</p> <p>Comprobar batería para verificar si hay rotura o cortocircuito de vasos o uniones sueltas / erróneas de batería.</p>

<p>Contacto a tierra positivo/negativo</p>	<p>Fallo de tierra</p>	<p>Funcionamiento en paralelo con otros rectificadores con control de contacto a tierra</p> <p>Si existen otros controles más de contacto a tierra en otras partes de la instalación</p> <p>Puesta a tierra de la instalación desde fábrica</p>	<p>En un rectificador, desactivar en el regulador el control de contacto a tierra.</p>
--	------------------------	---	--

Diodo LED	Significado	Posible causa	Verificación / eliminación
Contacto a tierra positivo/negativo	Fallo de tierra	Puesta a tierra de la instalación desde fábrica	Verificar, si el rectificador está puesto a tierra en un polo: Si es así: Desactivar el control de contacto a tierra en el regulador: Comprobar, si esta previsto que el rectificador funcione sin puesta a tierra. Comprobar, si en el rectificador o en el consumidor existe contacto a tierra.

### **Apagado del rectificador**

No es necesario apagar el rectificador durante su funcionamiento normal. Sin embargo, si fuese necesario para fines de mantenimiento Apagar el rectificador conmutando el interruptor del panel frontal a la posición 0.

Para desconectar el rectificador, tanto en el lado primario como en el secundario, proceder de forma siguiente:

Comprobar, que el rectificador está apagado mediante el interruptor frontal. El interruptor debe estar en la posición 0.

Separar las conexiones, procediendo en el orden siguiente:

Al consumidor, hacia la batería, hacia la red.

Se debe tener en cuenta:

Esperar unos 5 minutos, hasta que hayan quedado totalmente libres de potencial todos los módulos bajo tensión.

Comprobar que todo haya quedado sin potencial, antes de realizar trabajos en el rectificador.

### **Proceso de conexión en el regulador**

En el momento en que la tarjeta de mando es alimentada con la tensión desde la tarjeta base del regulador, arranca el programa. Los diodos LED de SMD H5, H6 y H500, indicadores de tensión de alimentación existente, están iluminados.

El regulador recibe una señal de parada, mientras que transcurre la inicialización y una prueba de 5 segundos de los LED. La pantalla indica Init y todos los segmentos se alternan. Al cabo de dos segundos, hay indicación de la inicialización del EEPROM, si el EEPROM todavía no fue inicializado, la pantalla indica -EEP- A continuación, hay indicación, durante 1 segundo, de la versión del software, y después la dirección del equipo. Posteriormente empieza el funcionamiento estándar.

El estado base de funcionamiento es el de flotación. Al cabo de aproximadamente 30 segundos que dura la fase de inicialización (en funcionamiento sólo; sin otros participantes internos del Bus; puede abreviarse pulsando la tecla Test / Reset). el rectificador sube la tensión hasta alcanzar la tensión ajustada para flotación, cuando la dirección del equipo no es igual a cero.

#### **1.5.2 Modos de funcionamiento - estados de carga.**

##### **Flotación**

La flotación tiene lugar con tensión teórica definida por cada elemento de batería, en función del tipo de acumulador. Es el estado normal en todos los arranques.

## **Carga**

Con la opción carga automática, la conmutación es automática. La conmutación al modo *carga* se produce al haber una limitación de la corriente de batería o de la corriente del equipo por más de 30 segundos.

La conmutación siempre se produce de forma automática. Para prevenir que la carga sea excesiva, cuando la intensidad es inferior al umbral límite de corriente ( $0,8 \times I_{nom}$ ), la conmutación es inmediata.

Si se programó un tiempo de carga, la conmutación se produce una vez transcurrido dicho tiempo (tiempo de carga). Al producirse un fallo de red, el tiempo de carga no es registrado. Al volver la tensión de red, el equipo pasa a flotación y conmuta después de la medida de las señales actuales.

### **Introducción a flotación mediante teclas de selección directa.**

Al iniciar el aparato se enciende automáticamente el rectificador a flotación. Al poner en marcha las teclas de carga se conmuta la carga.

La tensión del rectificador está en marcha hasta que la tensión de la carga se eleva y posteriormente con el transcurso del tiempo de recarga programado cambia automáticamente a flotación a una marcha inferior.

Al activar la tecla "flotación" se interrumpe la carga y cambia a flotación a una marcha inferior de inmediato.

Pulsar las teclas carga/flotación durante al menos 2 segundos.

## **Funcionamiento manual**

Este es el sexto modo de funcionamiento, el sexto nivel de tensión. Tanto el arranque como la parada se producen de forma manual. Este modo de funcionamiento es necesario y programado, sólo para configuraciones especiales (p. e. para empleo en centrales eléctricas, para acoplamiento de rectificadores).

## **Alimentación con red presente**

Una vez transcurrido el tiempo de retardo de conexión tras un fallo de la red, se activa el regulador, siempre que no exista sobretensión y que no se haya desconectado el rectificador mediante el interruptor del equipo.

Con el rectificador desconectado, se produce el bloqueo del regulador y de impulsos, abriéndose el relé de red. El LED del pulsador está apagado; se procesan todos los controles, menos el de fallo del equipo e interrupción del sensor.

## **Fallo de red**

Se produce la emisión de la señal de parada para el regulador; se abre el relé de red. Al cabo de 60 s, se produce la alarma no urgente y al cabo de 30 s se abre el relé de alarma fallo de red. Después del retorno de red, la alarma es mantenida (LED parpadeando), para anularla es preciso accionar el pulsador test / reset. Están activas todas las informaciones.

La señalización de fallo de red es generado en la tarjeta base del regulador, transmitiéndolo como señal digital a la tarjeta de control Thysat. El valor de disparo puede ajustarse mediante un potenciómetro situado en la tarjeta base del regulador.

## **Fallo del equipo**

Se produce alarma de fallo del sistema, cuando estando el equipo funcionando, no hay límite de corriente de batería o del equipo y no haber alcanzado el valor teórico de tensión en  $>0.1 \text{ V/Ele}$  (con Pb).



Adicionalmente, hay control de interrupción del sensor, cuando:  
el valor nominal de la tensión es de aprox. 0 V ( $< 0.3$  V/Ele con Pb), ó a pesar de los límites de corriente de batería o del equipo, se excede el valor teórico de tensión en  $> 0.2$  V/Ele (con Pb). En estas condiciones es cuando señala interrupción del sensor y fallo del equipo. La señal se mantiene, LED parpadeando, aún desapareciendo la causa que lo produjo, hasta anularla pulsando la tecla test /reset.  
Limitación de corriente (opcional). Si se produce limitación de corriente (estándar: 90% de  $I_{teór. nom.}$ , p. e. en puntas producidas al conectar cargas), se inicia un tiempo de espera de carga de 30 s.

### **Límite de corriente de batería (opcional)**

Si se produce limitación de corriente de batería (estándar: 90% de  $I_{teór. batt}$ ), se inicia un tiempo de espera de carga de 30 s. Cuando no hay registro de la corriente de batería (Shunt de batería sin conectar), como estándar, el límite de corriente de batería  $< I_{Batt}$  no está activo. Y hasta 10 s después no hay control de sobretensión.

### **Tensión DC alta**

Cuando se supera la tensión teórica definida por elemento de batería, en función del acumulador; ( para datos más exactos ver hoja de datos técnicos del equipo), en un tiempo  $< 10$  m seg, se produce un bloqueo del regulador durante 200 m seg; a continuación el sistema vuelve al estado normal de funcionamiento flotación. Si en 30 seg se produce la señal tensión DC alta cuatro veces, se produce el bloqueo del regulador, generándose la alarma urgente y se abre el relé de red. Sólo es posible anular estas alarmas pulsando la tecla test/reset. Las condiciones se mantienen, LED parpadeando y relé caído, aún cuando ya no existe la sobretensión, por lo que es necesario pulsar test/reset. El sistema arranca en flotación y durante 10 seg no hay control de sobretensión.

## Tensión de batería baja

Con tensiones inferiores a la tensión teórica definida por cada batería, en función del tipo de acumulador (para los datos exactos, ver hoja de datos técnicos del equipo), inmediatamente se produce la alarma tensión de batería baja, indicada mediante LED y relé. Únicamente se elimina al exceder el límite de histéresis ( $\ll +0.2$  V/Elé). El LED, sin embargo se mantiene parpadeando hasta pulsar la tecla *test / reset*.

Alarma general (contacto de relé). Se produce una alarma general, cuando uno de los fallos es asignado como alarma urgente, p. e. tensión DC alta ó fallo del equipo.

La ecualización es el modo de puesta en marcha para baterías abiertas, para formación de los elementos. La ecualización se produce con una tensión teórica definida por elemento de batería, en función del tipo de acumulador, y con  $I_{m\acute{a}x} = 2,0 \times I_{nom}$  (en condiciones estándar).

La ecualización sólo puede establecerse de forma manual, mediante el panel de control LCD.

Al direccionar las entradas opcionales del regulador mediante contactos externos, sí se produce una alarma, se ilumina el LED correspondiente. Cuando ya no está la alarma, el LED parpadea. En estas condiciones se mantiene hasta anularla pulsando la tecla *test/reset*. Se controlan todas las opciones, incluso fallo de red. Opcionalmente, se puede programar un relé en la tarjeta de relés.

## Ecualización

Cuando una batería está siendo utilizada, el ácido sulfúrico del electrolito reacciona químicamente con el plomo en las placas produciendo electricidad y sulfato de plomo por otro lado cuando una batería está siendo cargada se produce la reacción inversa donde el sulfato se libera de la placa y vuelve al agua formando el ácido sulfúrico, mientras que en las placas obtendremos el plomo sin embargo en cada ciclo de carga y descarga una pequeña cantidad de sulfato queda adherido a las placas y con el tiempo llega a cristalizarse disminuyendo el tiempo de duración de las baterías es por esto que se realiza la llamada carga de ecualización que no es más que una sobre carga de tensión controlada que genera una reacción dentro de

la batería acompañada de algunos beneficios, durante la ecualización el voltaje aumenta aproximadamente 2,5 v por celdas. Al mismo tiempo se controla la corriente que fluye hacia la batería, la cual no debe de superar el 5% del tamaño de su capacidad. En otras palabras en un banco de batería de 420 Ah no debe de circular una corriente mayor de 20 A cuando se esta ecualizando, lo cual se sobrecalienta

Al producirse un fallo de la red, el tiempo de carga de ecualización transcurrido es registrado; al volver la tensión de la red, la ecualización continúa en el punto donde fue interrumpida. Tras conmutación controlada por tiempo programado o mediante conmutación manual de ecualización a flotación, hay 10 s sin registrar posibles sobre tensiones.

### **Alimentación directa**

La alimentación directa es el modo de funcionamiento para la alimentación de consumidores. La alimentación directa se produce con  $U_{teór.} = 2.0 \text{ V/Ele}$  e  $I_{máx.} = I_{nom.}$ . El arranque y la parada se producen de forma manual.

### **Prueba de batería**

La prueba de batería se produce con  $U_{teór.} = 1.8 \text{ V/Ele}$  e  $I_{máx.} = I_{nom.}$ . Hay cuatro clases de pruebas de batería:

#### **Prueba de batería manual**

El arranque es manual y para automáticamente al alcanzar el tiempo de prueba de la batería (prueba de batería positiva) o al alcanzar la tensión de interrupción programada, (prueba de batería negativa).

#### **Prueba manual del circuito de batería**

El arranque es manual y para automáticamente al alcanzar el tiempo de la prueba

del circuito de batería (p. e. 10 s, prueba del circuito de batería positiva), o al alcanzar la tensión de interrupción programada (fallo del circuito de batería).

### **Prueba automática de batería**

El arranque es automático y se produce en intervalos fijos (p.e. cada 3 meses). Para automáticamente al alcanzar el tiempo de la prueba de batería (p. e. 3 h, si la prueba de batería es positiva), o al alcanzar la tensión de interrupción programada (prueba de batería negativa).

### **Prueba automática del circuito de batería**

El arranque es automático y se produce en intervalos fijos (p.e. cada 24 horas). Para automáticamente al alcanzar el tiempo de la prueba de batería (p. e. 10 s, si la prueba de batería es positiva), o al alcanzar la tensión de interrupción

Al realizar una prueba del circuito de batería de forma manual, no hay reinicialización del intervalo para la prueba del circuito de batería de modo automático, por lo que sigue válida la fecha para el próximo inicio de la prueba del circuito de batería de modo automático.

Durante la prueba de la batería (no durante la prueba del circuito de batería) hay registro, en forma de protocolo, de la tensión de la batería, la duración de la prueba y muestra Ah (si el Shunt de la batería está conectado).

### **Fallo del equipo**

Se produce alarma de fallo del sistema, cuando estando el equipo funcionando, no hay límite de corriente de batería o del equipo y no haber alcanzado el valor teórico de tensión en  $>0.1$  V/Ele (con Pb).

Adicionalmente, hay control de interrupción del sensor, cuando:

el valor nominal de la tensión es de aprox. 0 V ( $< 0.3$  V/Ele con Pb), ó

a pesar de los límites de corriente de batería o del equipo, se excede el valor teórico de tensión en  $> 0.2$  V/Ele (con Pb).

En estas condiciones es cuando señaliza interrupción del sensor y fallo del equipo. La señal se mantiene, LED parpadeando, aún desapareciendo la causa que lo produjo, hasta anularla pulsando la tecla test / reset.

### **Limitación de corriente (opcional)**

Si se produce limitación de corriente (estándar: 90% de  $I_{\text{teór. nom.}}$ , p. e. en puntas producidas al conectar cargas), se inicia un tiempo de espera de carga de 30 s.

Comportamiento de encendido / apagado – bloqueo de impulsos y del regulador.

El regulador dispone de varias posibilidades para la desconexión completa del sistema, siguiendo el sistema los pasos siguientes, tensión de salida a cero, bloqueo de impulsos, bloqueo del regulador, control del contactor de alimentación de la red y valores teóricos predefinidos para U e I.

El bloqueo del regulador permite poner un cero rápidamente al valor teórico del regulador. Esto equivale a unos valores teóricos predefinidos de cero para U e I, pero sólo tiene efecto en el punto elegido, y por lo tanto no produce retardos en la regulación.

El bloqueo de impulsos impide que pase impulso alguno al puente tiristor.

Proceso al conectar el equipo

valores teóricos U e I en cero, cierra contactor de alimentación, al cabo de aprox. 0.5 seg, se desactiva el bloqueo de impulsos se desactiva el bloqueo del regulador,

Mediante la función de filtro de baja frecuencia se arrancan los valores teóricos de U e I.

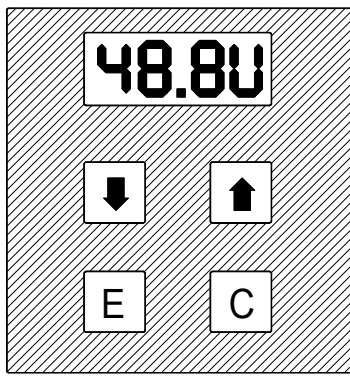
Proceso de desconexión queda activado el bloqueo del regulador, los valores teóricos de U e I quedan en cero, al cabo de 1 s se activa el bloqueo de impulsos, al cabo de 2 seg (retardo del relé) se abre el contactor de alimentación. Si la desconexión es de poca duración (sobretensión momentánea), sólo queda activado el bloqueo del regulador, durante unos 200 m seg.

## Funcionamiento del LCD (zona de 4 teclas

### Pantalla LCD

Durante el funcionamiento, en pantalla LCD se indica los valores actuales de corriente y tensión. Al iniciar cambios de programas, se visualizan los niveles de menú y puntos de menú seleccionados con los valores correspondientes.





A los niveles y puntos de los menús, mediante los cuales se realiza el control y los ajustes, se accede desde las 4 teclas del display.



Pantalla LCD y pulsadores

### Pulsadores

Mediante los cuatro pulsadores es posible, en la pantalla LCD, obtener información de todos los estados activados, de los valores medidos y ajustarlos. A los niveles de menú críticos con respecto a la seguridad sólo se accede mediante una contraseña.

 DOWN	Seleccionar un menú de un nivel de menús determinado.
 UP	Seleccionar otro valor de un menú.
 ENTRAR	Confirmar un punto del menú. Almacenar un valor que se acaba de seleccionar. Pasar al próximo nivel del menú. Entrada de contraseña.
 CANCELAR	Abandonar un punto del menú sin modificar el valor. Pasar al anterior nivel del menú.

Las funciones de los pulsadores en el panel de control LCD

### **La Serie de rectificadores Thyrotronic**

La serie de rectificadores Thyrotronic consiste principalmente en una unidad de potencia controlada por tiristores, una monitorización controlada por un microprocesador y una unidad de control.

#### **1.5.3 Funciones de señalización y unidad de monitorización:**

En los rectificadores de la gama Thyrotronic se incluye una monitorización con las siguientes funciones:

Monitorización del suministro de red

En caso de fallo del suministro de red, se inicia una regulación electrónica

activándose el LED y el “relé de fallo de suministro“. Si la tensión de suministro vuelve, la unidad se conectará tras un tiempo ajustado.

### **Monitorización de la salida del cargador**

La monitorización de la salida del cargador muestra la tensión baja en función de la corriente y la característica IU de la unidad rectificadora. Si la salida del cargador cae por debajo de un valor establecido de 2,1 V/elemento y la corriente de salida cae por debajo del 90 % de la corriente especificada, la alarma se activará e indicará “fallo en la unidad“. Activándose el correspondiente LED y el relé común.

### **Monitorización de alta tensión**

Si la tensión de salida aumenta (el valor es ajustable) debido a una interferencia interna o externa, sobre 20 mseg, la orden de bloqueo se activará y la tensión de salida cae a cero.

Esta monitorización de alta tensión funciona como una monitorización dinámica con un reseteo automático. Si la monitorización se activa dentro de un periodo de 30 segundos, el contactor de suministro se desconectará, activándose el LED de “alta tensión“y el relé común.

### **Baja tensión de la batería**

Si la tensión de la batería cae por debajo de un valor establecido, por ejemplo. 1,8 V/elemento, (valor ajustable) durante la descarga, en caso de fallo del suministro principal aparecerá la alarma: baja tensión de batería“. Activándose el LED y la alarma común.

### **Prueba del circuito de batería**

El circuito de batería de la unidad de alimentación se examina cíclicamente cada 24 horas. Para esto el circuito de tensión de salida del rectificador cae hasta 1.9 V/elemento durante un periodo de 5 segundos y como resultado, la batería se descarga.



Al mismo tiempo, se comprueba la tensión de batería. Si la tensión de batería es superior a 1.9 V/elemento, el circuito de batería no tiene fallo. Si este es inferior al valor límite, se indicará un fallo en el circuito de batería”, activándose tanto el LED como el relé de señal de fallo común.

- ¡Precaución! – Esta prueba no tiene la intención de reemplazar el circuito de monitorización de la batería.

### **Prueba de disponibilidad de batería**

Durante la prueba de disponibilidad de batería la tensión de salida del rectificador descenderá y la batería se descargará como en el caso de la prueba del circuito de batería. La batería se descargará a una tensión límite mínima durante un tiempo ajustable. Estos límites dependen de la capacidad que saca la batería durante la descarga y se puede tomar desde la curvas de descarga de la batería conectada. Si durante la prueba de disponibilidad, los valores descienden de los límites ajustados, se indicará el mensaje, fallo prueba de batería con el correspondiente LED y el relé de señalización de fallo común. Después de la prueba, el rectificador vuelve automáticamente a carga o flotación.

### **Monitorización de fallo a tierra**

La función de monitorización de fallo a tierra controla la resistencia de aislamiento de la salida de CC a tierra. El positivo y negativo son medidos y monitorizados alternativamente. Si la resistencia de aislamiento es inferior al valor ajustado (ajustable desde 100 kOhm hasta 1 Mohm), este se indicará con los LEDs y con la alarma común.

### **Compensación I\*R**

Con la compensación I\*R se puede compensar la caída de tensión en el cable entre rectificador y batería, introduciendo la longitud y la sección del cable.

## **Cambio programable de flotación/carga**

Si la tensión de la batería disminuye debido a fallo de la red u otras circunstancias, la unidad rectificadora trabajará con corriente límite. Si funciona más de 30 segundos después de que inicie la carga, automáticamente se cambiará a carga. Después de que la tensión de carga (limitación de corriente) ha sido alcanzada y después de disminuir a <90 %, una etapa será activada. Tras el tiempo programado (0 a 6 h) automáticamente volverá a flotación.

La carga automática puede ser inhibida de modo que sólo sea posible un cambio manual mediante el teclado del panel frontal. La conmutación de carga a flotación se puede hacer también manualmente. Si no se hace manualmente, el controlador volverá como en el caso de la carga automática. El cambio a carga puede ser bloqueado con un contacto externo o un puente fijado en el controlador.

## **Etapa de igualación**

Es posible cambiar a un estado de igualación activándolo en el panel frontal. Aquí la limitación de tensión se elimina y la corriente se reduce al 20 % (ajustable desde 20-30). Una carga de equilibrado y puesta en marcha sigue con una I-característica hasta la tensión final de carga de la batería. Después de cambiar a igualación, un temporizador cambia automáticamente a flotación al transcurrir el tiempo establecido (16 a 72 horas). Utilizando un contacto externo o un puente fijo en el regulador, la carga de eculización puede ser bloqueada y el cambio a la I-característica se puede evitar.

## **Reparto de carga en funcionamiento**

Debido a la conexión de un bus interno entre varios rectificadores es posible un reparto de carga activa con un margen de un  $\pm 10$  %.

## 1.6 Ventajas de los rectificadores de nueva tecnología.

- Posee 14 diodos LED los cuales le permiten al operador a través de la señalización conocer de la existencia de un problema la red y sus posibles causas.
- Los componentes de este son de una fácil adquisición en el mercado mundial. (Ver anexo 9)
- Poseen un elevado tiempo de vida útil.
- Son de fácil adquisición en el mercado mundial.
- Una mayor calidad en cuanto a componentes.
- Mayor protección de cortocircuito en corriente directa y alterna.
- Mayor protección para sobre voltajes y sobrecarga.

## 1.7 Conclusiones.

En este capítulo se hizo referencia al estudio de las ventajas del rectificador Thyrotronic que se utiliza en la actualidad en diferentes países del mundo así como las características principales de los elementos que se utilizan para llevar a cabo el buen funcionamiento del mismo, una vez iniciada su puesta en marcha. Se caracterizó este rectificador demostrando su alto nivel de señalización que permite la interacción entre equipo y operador. Además es muy eficiente a la hora de ser instalado y demostrar su capacidad para ser explotado en cualquier subestación.

## CAPITULO II: Cálculos de validación.

- Introducción
- Cálculo de la potencia suministrada por los rectificadores.
- Cálculo de resistencia interna de las baterías.
- Cálculo del tiempo de carga del banco de baterías.
- Cálculo de tiempo de descarga del banco de baterías.
- Conclusiones.

### 2.1 Introducción.

En este capítulo se presenta un análisis de los resultados obtenidos a partir de los cálculos realizados para determinar la posibilidad de sustituir los cargadores que se encuentran funcionando hasta la actualidad pero; presentan un sin número de averías que dificulta el buen trabajo de la subestación en aras de repartir la energía eléctrica a los consumidores de corriente directa y llevar el buen control de las averías del sistema.

### 2.2 Cálculo de la potencia suministrada por los rectificadores.

**Rectificador instalado hasta la actualidad.**

#### **Datos**

V: 360/260 v, Trifásico

$S_n = 30,136 \text{ kVA}$

f= 60 Hz

$U_{n2} = 220 \text{ v}$  en condiciones de carga

$\cos \Phi = 0.83$

P = ?

C=0.6

Q = ?

Donde:

**V:** Voltaje en el primario y el secundario del transformador.

**f=** Frecuencia.

**Cos  $\phi$**  = ángulo de defasaje entre la tensión y la corriente.

**C:** Índice de carga.

**S<sub>n</sub>**= Potencia aparente o de entrada.

**U<sub>n2</sub>**= Tensión para las condiciones de carga

**P**= Potencia activa.

**Q**= Potencia reactiva.

### Fórmulas

### Consecutivo

$$P_2 = \sqrt{3} U_{c_2} * I_{c_2} * \cos \phi \quad (1)$$

$$C = \frac{I_{c_2}}{I_{n_2}} \quad (2)$$

Despejando en (2)

$$I_{c_2} = C * I_{n_2} \quad (3)$$

$$S_2 = \sqrt{3} U_{n_2} * I_{n_2} \quad (4)$$

Despejando en (4)

$$I_{n_2} = \frac{S_n}{\sqrt{3} U_{n_2}} \quad (5)$$

Sustituyendo (5) en (3)

$$I_{c2} = C * \frac{S_n}{\sqrt{3} U_{n2}} \quad (6)$$

Sustituyendo (6) en (1)

$$P_2 = \sqrt{3} U_{c2} * C * \frac{S_n}{\sqrt{3} U_{n2}} * \cos \phi \quad (7)$$

$$Q = \sqrt{3} U_1 * I_1 * \text{sen } \phi \quad (8)$$

## Resultados

$$I_{n2} = \frac{30136}{449,8} = 67 \text{ A}$$

$$P_2 = \sqrt{3} * 220 * 0.83 * 67 * 0.6 = 13 \text{ kW}$$

$$Q = \sqrt{3} U_1 * I_1 * \text{sen } \phi = 435 \text{ var}$$

## Rectificador a instalar.

El rectificador que se pretende instalar actualmente en la subestación posee un transformador trifásico de 51,227 kVA, 60 Hz con una conexión estrella delta de 400/260 que alimenta una carga trifásica equilibrada con factor de potencia inductivo 0.83, el rendimiento máximo que presenta es de 0.8 para un índice de carga 0.7. En estas condiciones la tensión en los bornes del secundario es de 216 v. Estos datos pertenecen a la placa de características del transformador, corresponden siempre a las condiciones nominales y se definen mediante magnitudes de línea. La potencia

suministrada por el transformador a través del secundario en estas condiciones de cargas se puede calcular como:  $P_2 = \sqrt{3} U_{C_2} * I_{C_2} * \cos \phi$  donde  $U_{C_2}$  y  $I_{C_2}$  son las tensiones y corrientes de línea que aparecen en el secundario del transformador para las condiciones de carga en las que se esté trabajando. Puesto que el índice de carga se puede definir como  $C = \frac{I_{C_2}}{I_{n_2}}$  la corriente del secundario se puede determinar como:  $I_{C_2} = C * I_{n_2}$ . De este modo la potencia suministrada por el transformador en el secundario se convierte en  $P_2 = \sqrt{3} U_{C_2} * C * I_{n_2} * \cos \phi$ . En este caso la corriente nominal del secundario del transformador se puede obtener a partir de su potencia nominal  $S_2 = \sqrt{3} U_{n_2} * I_{n_2}$  y por tanto  $I_{n_2} = \frac{S_n}{\sqrt{3} U_{n_2}} = \frac{51227}{449,8} = 114 A$  conocida la corriente es posible determinar la potencia activa ya que la tensión en carga es conocida 216 v, índice de carga correspondiente es conocido 0,7:  $P_2 = \sqrt{3} * 216 * 0.83 * 114 * 0.7 = 25 kW$  ya teniendo calculada la potencia activa y conociendo el factor de potencia podemos calcular la potencia reactiva  $Q = \sqrt{3} U_1 * I_1 * \text{sen} \phi = 1376 \text{ var}$ .

### 2.3 Cálculo de resistencia interna de las baterías.

Con el objetivo de conocer si las baterías que conforman el banco aun poseen las características necesarias para el buen almacenamiento de la corriente eléctrica se procede a calcular la resistencia interna de las baterías.

La resistencia interna es un concepto que ayuda a modelar las consecuencias eléctricas de las complejas reacciones químicas que se producen dentro de una batería. Es imposible medir directamente la resistencia interna de una batería, pero ésta puede ser calculada mediante los datos de corriente y voltaje medidos sobre ella. Así, cuando a una batería se le aplica una carga, la resistencia interna se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$R_B = \left( \frac{V_S - V}{I} \right) \quad (9)$$

Donde:

$R_B$ : resistencia interna de la batería

$V_S$ : voltaje de la batería en vacío

$V$ : voltaje de la batería con la carga

$I$ : intensidad suministrada por la batería

Por la ecuación (9) se tiene que:

$$R_B = \frac{216 - 194,4}{80} = 0,27 \quad \Omega \quad (10)$$

#### 2.4 Cálculo del tiempo de carga del banco de baterías.

Conociendo que el banco de baterías almacena 420 Ah por vasos, pero los mismos se encuentran conectados en series y los cargadores suministran a los 108 vasos 5,8 A/h a régimen constantes.

$$T_{carga} = \frac{I_T}{I_{rc}} = \frac{420}{5,8} = 72h \quad (11)$$

#### 2.5 Calculo de tiempo de descarga del banco de baterías.

Tomando como referencia los datos citados en el epígrafe anterior y conociendo ya las principales cargas alimentadas con corriente directa que se describen en la tabla, expuestas en el capítulo I y sabiendo que el consumo de corriente utilizado de las baterías es de 20 Ah, si se divide la cantidad de amperes almacenados por horas entre este consumo, se obtiene las horas que duraría la carga del banco de baterías, suministrando por si solo toda la corriente necesaria a los consumidores.



$$T_{descarga} = \frac{I_T}{I_c} = \frac{420}{20} = 21 h \quad (12)$$

## 2.6 Materiales y equipos para la sustitución.

Los cargadores Thyrotronic se instalaron en el lugar que muestra la figura del anexo 4, en los extremos del panel de corriente directa P2, para utilizar el espacio ocupado anteriormente por los cargadores soviéticos, y con el objetivo de disminuir los materiales a invertir.

Se midieron las distancias desde el panel de corriente directa P1, hasta ambos rectificadores para conocer los tramos de cables ha utilizar y se realizó un cálculo estimado del que se utilizaría en las instalaciones interiores del equipo. Dando como resultante:

10m de cables de fuerza de 3 vías por 10mm.

15m de cables para circuito de control de 4 vías por 15m m

Una vez instalados al panel de corriente alterna se realizaron las mediciones de las magnitudes calculadas obteniéndose un 100% de coincidencia en los cálculos realizados.

Para la realización de este montaje se utilizaron los siguientes equipos:

2 cargadores Thyrotronic.

1 voltímetro.

2 PC / HP Compaq nc6120

## 2.7 Conclusiones

Una vez realizados estos cálculos se puede observar que la potencia activa del rectificador Thyrotronic es mayor que la del instalado hasta la actualidad, lo que le permitirá trabajar sin sobrecargas, razón por la cual se demuestra que el cargador de fabricación alemana puede sustituir al cargador instalado.

Los cargador Thyrotronic le suministran al banco de baterías la misma corriente que los cargador VAZP-360/260-40/80-T (5,8 A/h), para lograr en 72 h almacenar en este 420 A/h por lo que se mantendrá trabajando a régimen constante al igual que los anterior y su descarga seguirá siendo en un tiempo de 21 h tiempo suficiente para la reparación de algún rectificadora averiado.

### **Capítulo III: Análisis de los resultados**

- Introducción
- Valoración económica.
- Valoración Técnica
- Valoración ecológica
- Conclusiones

#### **3.1 Introducción**

La valoración técnico-económica es una parte fundamental de todo proyecto, debido a que es precisamente, el parámetro más importante y brinda la posibilidad de justificar las inversiones para establecer mejoras. Es intención de este capítulo dar a conocer los ahorros relacionados con la sustitución de los rectificadores de corriente alterna permitiendo una mejor utilización de los bienes y presupuestos del estado y la conservación del medio ambiente.

#### **3.2 Valoración económica.**

Como se conoce las instalaciones de cualquier tipo de equipo procedente de un país capitalista cuesta una cuantía enorme por conceptos de montaje, asesoría y salario, lo que se puede decir, que el solo hecho de no haber contratado mano de obra extranjera para la instalación de dichos rectificadores de corriente alterna, fue un avance en el proyecto, lo que demuestra que el país se encuentra a la altura de cualquier país desarrollado en la esfera profesional. Esta inversión por concepto de compra y salario tuvo un monto total, el cual se demuestra a continuación:

### Gastos por conceptos de salarios

Obreros	Días de Instalación	Salario Mensual	Salario diario	Totales por días
Técnico Principal	5	625	26,04	130,2
Técnico B	5	475	19,79	98,95
Técnico C	5	450	18,75	93,75

$$GT_s = \sum_{n=1}^{n=3} S1 + S2 + S3 = 322,9$$

Teniendo en cuenta lo expuesto en la tabla de los gastos por conceptos de salario podemos decir que 322,9 MN fue la cuantía total que se invirtió en mano de obra y pudo ser mayor de haberse contratado la mano de obra extranjera.

En 1983 se invirtieron un total de 25 230 USD en cada rectificador VAZP-360/260-40/80-T para un total de 50 460 USD y hoy al cabo de 26 años con un largo nivel de explotación se sustituyen por rectificadores modernos con un tiempo de vida útil mayor y una tecnología mucho más avanzada y con un valor de 33 714 USD lo que demuestra que se ha ahorrado con la instalación de lo antes mencionado.

Entonces podemos afirmar que los gastos totales fueron la sumatoria de los gastos por inversión y los gastos por salario es decir:

Tasa de cambio de USD= 0.9259

$$GIT = GI * TC = 31 216 \text{ MN}$$

$$GT = \sum GIT + GT_s = 31 539 \text{ MN}$$

### 3.3 Valoración Técnica

Técnicamente se demuestra que hasta los últimos momentos los rectificadores soviéticos estuvieron suministrando la energía eléctrica necesaria a los consumidores de corriente directa y en especial al banco de baterías. Pero estaban presentando en ocasiones hasta 2 averías por mes. Además ya tenían un excesivo tiempo de explotación de 26 años de trabajo ininterrumpido que lo conllevó a estas.

Los nuevos cargadores instalados se encuentran trabajando a un régimen de 24 horas sin descanso y hasta el momento cumplen con todas sus funciones y demuestran que son eficientes, poseen una mayor hermeticidad, permiten una mayor interactividad en cuanto a señalizaciones, poseen amplia disponibilidad de piezas de repuesto en el mercado mundial.

Estos cargadores poseen características fundamentales que demuestran que son capaces de llevar el régimen de trabajo de los anteriores: poseen una potencia activa mayor que los anteriores y además le entrega a los consumidores y al banco de baterías, la corriente y el voltaje necesario para su funcionamiento.

#### **Datos técnicos del nuevo rectificador**

Tipo \_\_\_\_\_ D400 G216/80 BWru-PDG  
Orden de trabajo \_\_\_\_\_ 13033/1  
Serial No \_\_\_\_\_ BCR5048-BCR5061  
Gabinete \_\_\_\_\_ PSJ1866  
Dimensiones \_\_\_\_\_ 1800 mm × 600 mm × 600 mm  
Peso \_\_\_\_\_ 500 kg

## Entrada

Voltaje	400 v $\pm$ 10%, 3 phase
Frecuencia	60 Hz $\pm$ 5 %
Corriente	114 A
Factor de potencia	0,83
Eficiencia	93 %
Temperatura ambiente	
$I_n=100\%$	0....+40 <sup>0</sup> C
$I_n= 88 \%$	0...+50 <sup>0</sup> C
Humedad	máx. 95%(without dew)

## Salida

Carga de empuje	259,2 V,	80 A
Carga de flotación	240,8 V,	80 A
Alimentación directa	216 V,	80 A
Voltaje de reducción	194,4 V,	80 A
Carga de ecualización	291,6 V,	14 A
Tolerancia de voltaje de salida	$\pm$ 0,5 %	
Índice de carga	0,7	
Rendimiento máximo	0,8	

## Potencias

Potencia aparente (S)= 51,227 kVA

Potencia activa (P)= 25 kW

Potencia reactiva (Q)= 1376 var

### 3.4 Valoración ecológica

La contaminación del medioambiente se ha visto afectado por múltiples factores, que ha tenido como consecuencia el deterioro del mismo, razón por la que cada trabajo realizado, deben llevar un análisis que facilite conocer las cuestiones atmosférica y transformaciones del medio ambiente que afectan de forma directa la naturaleza y el ambiente. Se puede decir teniendo en cuenta lo anterior, que dentro de las gamas de rectificadores existentes en el mundo, el Thyrotronic es uno de los cargadores más herméticos y pequeño, lo que permitió instalarlo en el mismo lugar donde se encontraban los anteriores, posee una ventilación capaz de enfriar sus componentes a un 90%, por tanto contribuye muy poco con el calentamiento global, no generan ruidos a diferencia de los desinstalados, no generan vibraciones y algo muy importante, no realizan interferencias de radio frecuencias que puedan afectar la tranquilidad y bienestar de las personas.

### 3.5 Conclusiones

Realizando un análisis de los resultados se determina que el cargador instalado recientemente es una variante eficiente por su alta tecnología con que fue diseñada, económicamente demuestra que aun sumando los gastos por salarios y el total de la inversión no supera el costo de los instalados en 1983. Además no presenta problema que afecte la conservación ambiental.

## Conclusiones Generales

- Se sustituyeron los rectificadores de la Subestación de Punta gorda, por modelos de mayor eficiencia.
- Se realizó el cálculo de las potencias de los cargadores Thyrotronic demostrándose que podían sustituir los anteriores.
- Se demostró por el cálculo del tiempo de carga y descarga del banco de baterías que la sustitución realiza es correcta y viable.
- La nueva inversión no afecta directamente el medio ambiente, no se tuvo que remover el entrono ni en su funcionamiento crea interferencias, ruido electromagnético, etc.
- Se demostró de manera detallada los beneficios económicos que se obtienen con la implantación de los nuevos cargadores.



## Recomendaciones

A modo de garantizar que este trabajo tenga la efectividad que requiere se recomienda lo siguiente:

- Para mejorar aun más la explotación de los cargadores de baterías se debe realizar periódicamente limpieza en la entrada y salida de aire cada mes, para evitar acumulación de polvo en el interior de este y de esta forma aumentar el tiempo de utilidad de los componentes del mismo.
- Cambiar los ventiladores cada 5 años logrando así que se mantenga la temperatura estable en el rectificador.
- Realizar cargas de ecualización cada 2 semanas en el caso de que las descargas no hallan sido completas y de lo contrario cada 10 o 12 descargas profundas evitando que el sulfato quede adherido a las placas de la batería y así disminuiría la capacidad de entrega de la energía en los bornes de estas.
- Las baterías deben estar cargadas y a temperatura ambiente antes de empezar un ciclo de ecualización.
- Ecualizar con las tapas de cada vaso puestas, las tapas poseen válvulas de ventilación, por lo que aparte de permitir el escape de los gases, también previene de las salpicaduras del burbujeo que realiza durante la ecualización.
- El recinto donde estén situadas las baterías a ecualizar debe estar ventilado, durante la ecualización se emiten gases peligrosos y explosivos como hidrógeno y oxígeno. Además se genera un gas con alto contenido de ácido sulfúrico sumamente corrosivo.

- Verificar el nivel de electrolito de cada celda, y de ser necesario completar hasta el máximo indicado solo con agua destilada.
- Después de la ecualización desconectar el cargador de las baterías permitiendo a las mismas que alcancen su temperatura ambiente. Luego si se requiere se podrá conectar nuevamente el cargador entregando una tensión flotante de mantenimiento.
- A todos los operadores, el estudio del funcionamiento de los Cargadores.

## Bibliografía

ARCHER E. KNOWLTON *Manual "Standard del Ingeniero Electricista. Tomo I.* Selecto grupo de Ingenieros especialistas. Edición Revolucionaria. La Habana, 1953, 1436p.

ARCHER E. KNOWLTON *Manual "Standard del Ingeniero Electricista. Tomo II.* Selecto grupo de Ingenieros especialistas. Edición Revolucionaria. La Habana, 1953, 1375p.

BENNING ELEKTROTECHNIK UND ELEKTRONIK, Alemania. *Manual de funcionamiento y puesta en marcha, 2005.*

Bose B: K. Clips, NJ: *Power Electronic and AC drives.* Englewood, Prentice Hall, 1886, 402 p.

KRUCKA, M. *Energía y medio ambiente* (Disponible en: <http://www.men.go.pe./pae/ref/>).

LLAMO LABORI HECTOR SILVIO. *Transmisión de la energía eléctrica mediante la corriente alterna\_* La Habana, ISPJAE.1985, 406 p.

RAMOS NIEMBRO, G. *Variables que influyen en el consumo de energía eléctrica.* Boletín. Enero-Febrero, 1999: 11-17.

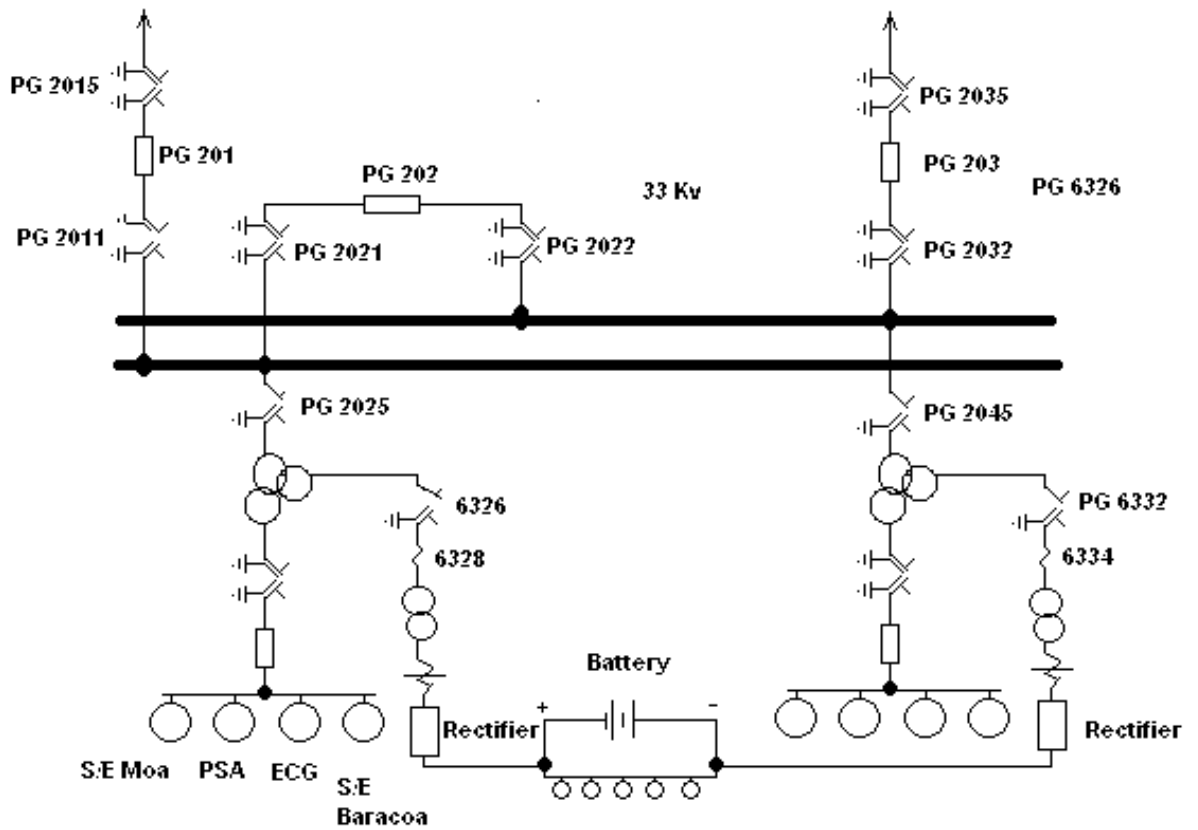
ROBBING... (ET AL). *Power Electronics. Aplications and design.* Mohand.

STEVENSON WILLIAM. *Análisis de los sistemas de potencia*-La Habana: Editorial revolucionaria, 1986.

T Croft, John H, *Manual del Montador Electricista* (Disponible en <http://www.books.google.com.cu>)

## Anexos

Anexo 1: Esquema monolineal de la subestación



## Anexo 2: Autotransformador



Anexo 3: Transformador



Anexo 4: Rectificador desinstalado

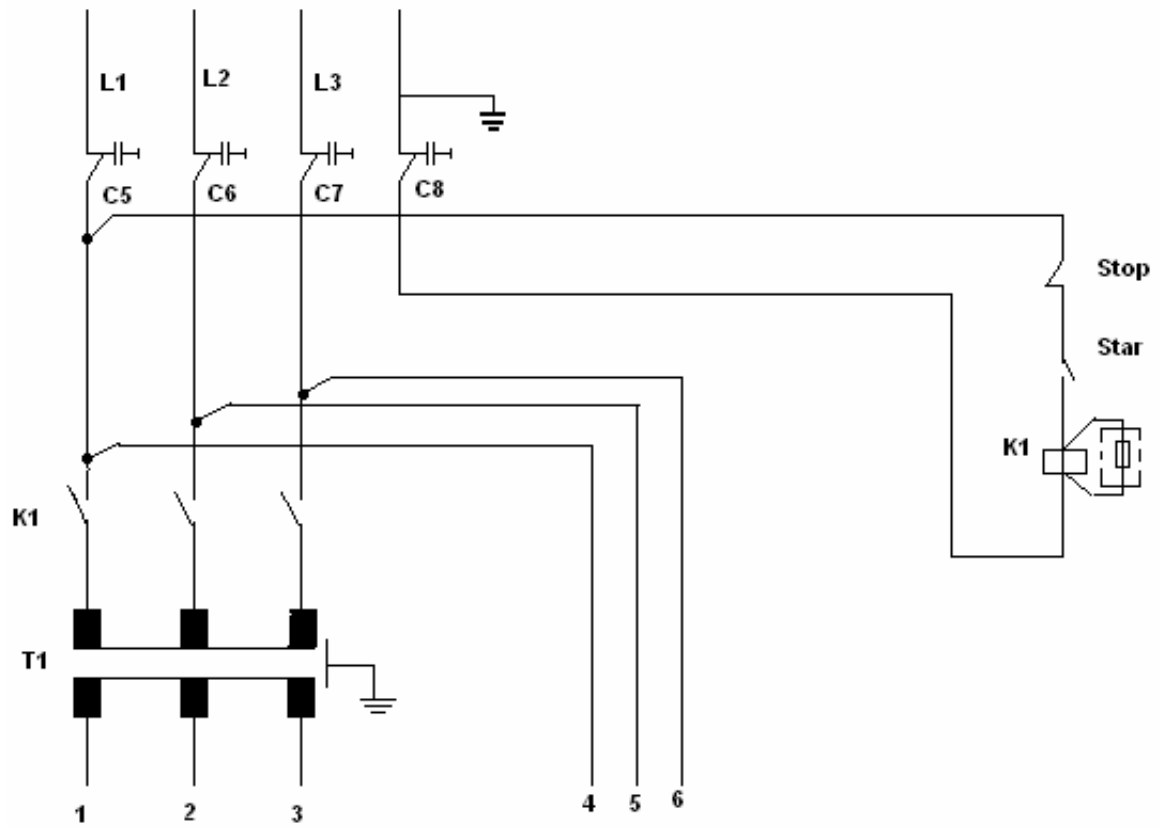


Anexo: 4 Rectificadores Instalados

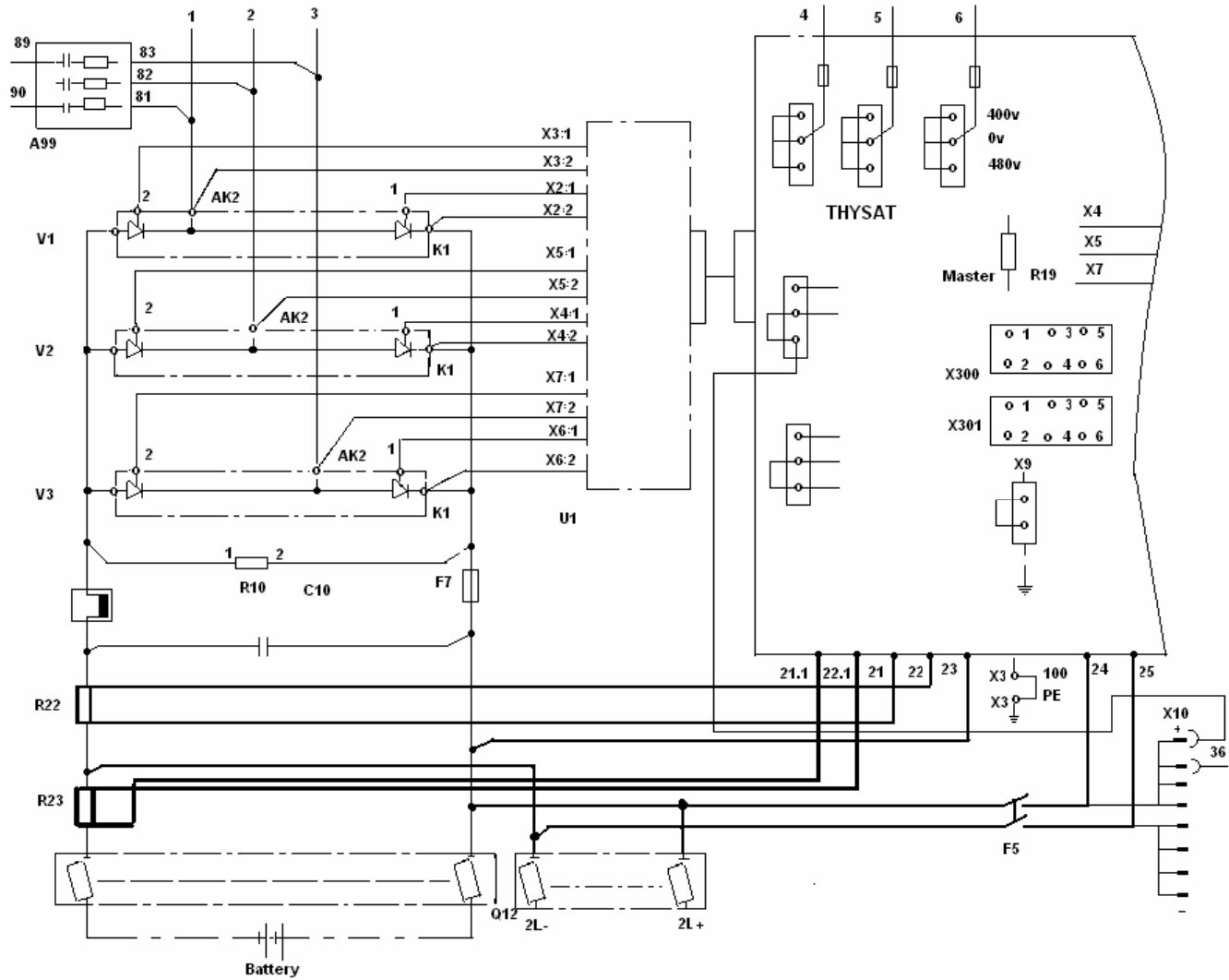




Anexo 6: Circuito eléctrico del rectificador



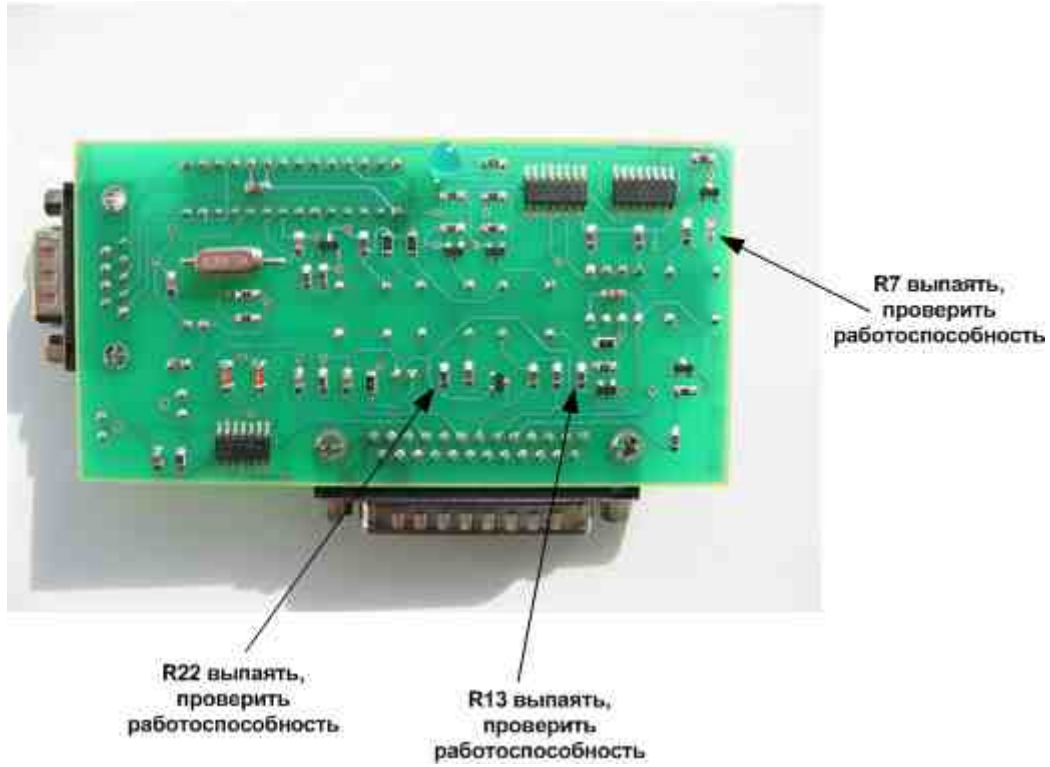
Anexo 7: Circuito eléctrico del rectificador parte 2



Anexo 8: Panel de señalización y control



## Anexo 9: Regulador Thysat



Anexo 10: Países fabricantes de cargadores de baterías: Thyrotronic.

<p><b>Alemania</b>          Benning          Elektrotechnik und Elektronik          GmbH &amp; Co.KG          Münsterstr. 135-137          D-46397 Bocholt          Tel. 0 28 71/ 93-0          Fax 0 28 71/ 9 32 97          E-Mail: info@benning.de</p>	<p><b>Ucrania</b>          Benning Power Electronics          3 Sim'yi Sosninykh str.          UA-03148 Kyiv          Tel. 044 / 501 40 45          Fax 044 / 273 57 49          E-Mail: info@benning.ua</p>
<p><b>Austria</b>          Benning GmbH          Elektrotechnik und Elektronik          Eduard-Klinger-Str. 9          A-3423 St. Andrä-Wördern          Tel. 0 22 42 / 3 24 16-0          Fax 0 22 42 / 3 24 23          E-Mail: info@benning.at</p>	<p><b>Bélgica</b>          Benning Belgium          Power Electronics          Z. 2 Essenestraat 16          B-1740 Ternat          Tel. 02 / 58 287 85          Fax 02 / 58 287 69          E-Mail: info@benning.be</p>
<p><b>Bielorrusia</b>          IOOO BENNING Belarus          ul. Derzinskogo, 50          BY-224030, Brest          Tel. 0162 / 22 07 21          Fax 0162 / 22 07 21          E-Mail: info@benning.brest.by</p>	<p><b>China</b>          Benning Power Electronics (Beijing)          Co., Ltd.          Tongzhou Industrial Development Zone          1-B BeiEr Street          CN-101113 Beijing          Tel. 010 61568588          Fax 010 61506200          E-Mail: info@benning.cn</p>
<p><b>Croacia</b>          Benning Zagreb d.o.o.          Trnjanska 61          HR-10000 Zagreb          Tel. 1 / 63 12 280          Fax 1 / 63 12 289          E-Mail: info@benning.hr</p>	<p><b>España</b>          Benning Conversión de Energía S.A.          C/Pico de Santa Catalina 2          Pol. Ind. Los Linares          E-28970 Humanes, Madrid          Tel. 91/ 6048110          Fax 91/ 6048402          E-Mail: benning@benning.es</p>
<p><b>Francia</b>          Benning          Conversion d'énergie          43, avenue Winston Churchill          B.P. 418          F-27404 Louviers Cedex          Tél. 0 / 2.32.25.23.94          Fax 0 / 2.32.25.08.64          E-Mail: info@benning.fr</p>	<p><b>Francia</b>          Benning          Conversion d'énergie          43, avenue Winston Churchill          B.P. 418          F-27404 Louviers Cedex          Tél. 0 / 2.32.25.23.94          Fax 0 / 2.32.25.08.64          E-Mail: info@benning.fr</p>

<p><b>Gran Bretaña</b>          Benning Power Electronics (UK) Ltd.          Oakley House          Hogwood Lane          Finchampstead          GB-Berkshire          RG 40 4QW          Tel. 0118 9731506          Fax 0118 9731508          E-Mail: info@benninguk.com</p>	<p><b>Hungría</b>          Benning Kft.          Power Electronics          Rákóczi út 145          H-2541 Lábatlan          Tel. 033 / 50 76 00          Fax 033 / 50 76 01          E-Mail: benning@vnet.hu</p>
<p><b>Italia</b>          Benning          Conversione di Energia S.r.L.          Via 2 Giugno 1946, 8/B          I-40033 Casalecchio di Reno (BO)          Tel. 0 51 / 75 88 00          Fax 0 51 / 61 67 655          E-Mail: info@benningitalia.com</p>	<p><b>Polonia</b>          Benning          Power Electronics Sp.z.o.o.          Korczunkowa 30          PL-05-503 Głosków          Tel. 0 22 / 7 57 84 53 / 7 57 36 68-70          Fax 0 22 / 7 57 84 52          E-Mail: biuro@benning.biz</p>
<p><b>República Checa</b>          Benning CR s.r.o.          Zahradní ul. 894          CZ-293 06 Kosmonosy          (Mladá Boleslav)          Tel. 3 26 72 10 03          Fax 3 26 72 25 33          E-Mail: benning@benning.cz</p>	<p><b>Rusia</b>          OOO Benning Power Electronics          Scholkovskoje Chaussee, 5          RF-105122 Moscow          Tel. 4 95 / 9 67 68 50          Fax 4 95 / 9 67 68 51          E-Mail: benning@benning.ru</p>
<p><b>Eslovaquia</b>          Benning Slovensko, s.r.o.          Kukuričná 17          SK-83103 Bratislava          Tel. 02 / 44459942          Fax 02 / 44455005          E-Mail: benning@benning.sk</p>	<p><b>Suecia</b>          Eldaco AB          Box 990, Hovslagarev. 3B          S-19129 Sollentuna          Tel. 08 / 6239500          Fax 08 / 969772          E-Mail: power@eldaco.se</p>
<p><b>Sureste Asiático</b>          Benning Power Electronics Pte Ltd          85, Defu Lane 10          #05-00          SGP-Singapore 539218          Tel. (65) 6844 3133          Fax (65) 6844 3279          E-Mail: sales@benning.com.sg</p>	<p><b>África</b>          Benning Office Africa          Kurfürstenstr. 16          D-82110 Germering          Tel. 89 / 80 07 75 68          Fax. 89 / 80 07 75 69          E-Mail: z.aghoro@benning.de</p>