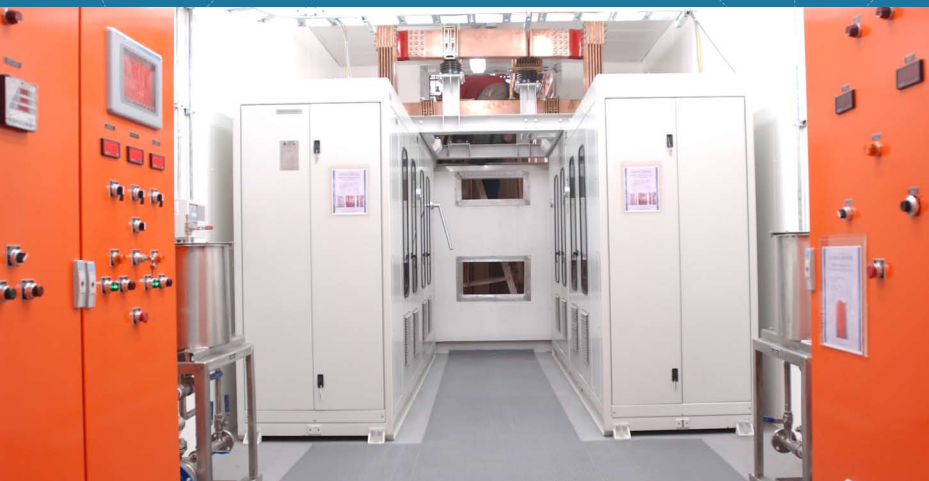


# FORCE® UN ESTÁNDAR PARA EW



Av. Las Parcelas 5490, Estación Central, Santiago, Chile.  
Teléfono (56 2) 719 22 00 - Fax (56 2) 724 39 34 [www.idt.cl](http://www.idt.cl) - [www.idt-pe.com](http://www.idt-pe.com)



Electrónica de **Potencia**

## General

Los transformadores-rectificadores Force®, son equipos de alta potencia diseñados y fabricados para la industria de producción de cobre electro-obtenido y electro-refinado. Diseñados y construidos por expertos con más de 30 años en la industria del cobre y la ingeniería eléctrica, conocedores de lo que debe y no debe tener un equipo de esta importancia, así como los objetivos de disponibilidad, eficiencia, robustez, simpleza y confianza en el diseño que exige este mercado.

Los especialistas de IDT promueven el concepto de ofrecer más que equipos, un servicio especializado con un antes, un durante y un después a la entrega del equipo o sistema Transformador – rectificador controlado.

Un antes, al colaborar con la selección y características que mejor se adaptan al requerimientos del usuario. Un durante, al aceptar la participación de los especialistas del cliente durante las fases de diseño y fabricación y un después, al mantener un contacto permanente y estrecho con el cliente, a través de un servicio de mantención programado o a llamado expedito y local.

Arquitecturas abiertas, con plataformas reconocidas, sin software propietarios. Diseños modernos, con "know how" propio, utilizando productos y suministros de proveedores internacionalmente reconocidos, tales como, semiconductores Powerex (USA), seccionadores de alta corriente Ritter (Alemania), electrónica digital Enerpro (USA), fusibles Ferraz (USA/Francia) y otros.



## General

*The high power controlled transformer-rectifier systems Force® are designed and manufactured for all type of electrolysis plants, in particular for the copper cathode industry (electro winning and electro refining industry).*

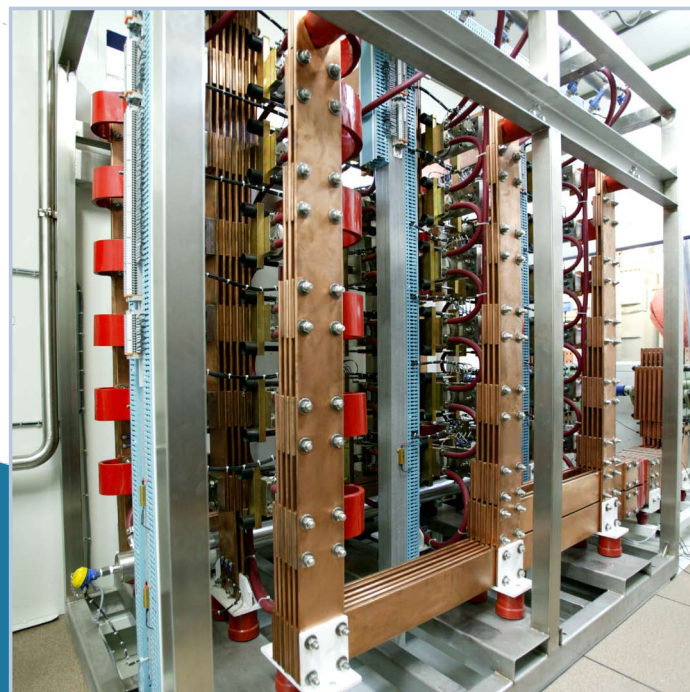
*The equipments are designed and manufactured by experts with more than 30 years of experience in the Chilean copper industry and with a lot of knowledge in relation to all the features that are critical and important any equipment should.*

*The objectives of reliability, availability, efficiency, strength and simplicity have set an important difference and advantage in comparison to the available alternatives in the market.*

*We are sensible with the plant operators when it comes to understand what means a plant shut down. We are aware of the "Fault Costs", of the meaningful economic losses and of the loneliness of the maintenance person in these situations.*

*The main concepts used by our company in the moment we receive a project requirement are "Before", "During" and "After" and are the reasons that explain the success of IDT in the rectifier market within the last years. Before, collaborating with the selection, specification and the best features to fulfill with the customer project requirements. During by accepting the participation of the customer's specialists during the design and manufacture stages; and after by keeping a permanent contact with the customer with a programmed maintenance service or to be available 24 hours per day, 365 days per year or on call.*

*Modern designs, with and open non-proprietary "know how", recognized international suppliers, reliable and proven solutions represent the base of success. Powerex Semiconductors (U.S.A), Ritter-Starkstromtechnik dc switches (Germany), Digital Enerpro PPL Electronics (U.S.A), Ferraz fuses (France) are some of our main suppliers, most of them are represented by us in the region, and allows us to have access to the latest developments and spare part availability.*



### Normas y control de calidad

Los equipos transformadores-rectificadores IDT son diseñados y construidos bajo estrictas normas y estándares internacionales, ANSI, IEC, IEEE, NEMA. Además IDT es una empresa certificada ISO9001-2008, en todos nuestros procesos, de diseño, fabricación y servicios asegurando así una calidad y mejoramiento continuo.

### Standards and quality control

*Designed and manufactured under strict international quality control and standards, like ANSI, IEC, IEEE, NEMA. IDT is a certified company under ISO9001-2008.*

### Soluciones Force®

Ingeniería y Desarrollo tecnológico S.A. – IDT tiene soluciones adecuadas a todo tipo de necesidades.

### Force® rectifier system solution

*IDT could give the right solution to all kind of requirements.*



## TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Fabricados por nuestra matriz Transformadores Tusan S.A., líder en el diseño, fabricación y servicio de transformadores de potencia y distribución, caracterizados por:

- Transformadores Multipulso 6, 12, 18 y 24 fases.
- Potencia hasta 50.000 kVA.
- Tensión hasta 154 kV en el primario.
- Transformadores aislados en aceite, silicona o seco.
- Aumento temperatura 55°C o 65°C para aceite, Clase H para secos.
- Enrollados de cobre
- Uso interior o exterior.
- Protección NEMA 1, 3R o 4.
- Configuraciones ANSI tipo puente ("double way") o doble estrella ("single way"), conexiones multifase pilogonal o zigzag.
- Autotransformador de entrada o cambiador de tap interno.
- Diseñados para carga no lineal con factor k superior a 3 (estándar -superior (a solicitud).
- Altitud hasta 5.000 m.s.n.m.
- Pruebas de laboratorios bajo normas y estándares reconocidos. Se cuenta con laboratorio de Alta tensión, laboratorio de aceites, gases y materiales, con instrumental de última generación.
- Servicios de asistencia de emergencia, mantención, reparación y repotenciación.

## POWER TRANSFORMERS

*Manufactured by our matrix Transformadores Tusan S.A., leader in design, manufacture and service of special design power and distribution transformers.*

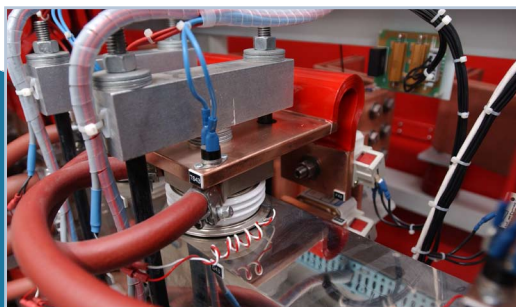
- Multipulse Power Transformers 6, 12, 18 and 24 phases.
- Power ratings up to 50.000 kVa.
- Primary voltage up to 154 kV (standard).
- Power transformers under oil, silicone or dry type.
- Temperature increase of 55°C or 65°C for oil type, H Class for Dry ones.
- Copper windings
- Indoor and Outdoor
- NEMA 1, 3R or 4 protections.
- Bridge Type ANSI Configurations (double way) or double wye (single way), polygonal and zigzag multi-phase connections.
- Autotransformer Input or internal tap changer.
- Designed for non-linear load with k factor higher than 3 (standard) higher upon request.
- Altitude up to 5000 m.s.n.m.
- High voltage (HV) Laboratory to perform tests under recognized standards, with the latest and modern instrumentation.
- Emergency, maintenance, repair and re-powering assistance services.

## RECTIFICADOR DE POTENCIA

- Refrigeración por aire o agua.
- Novedoso y único sistema de enfriamiento con barra perforada fabricada en cobre electrolítico, conductividad 98% IACS.
- Tensión 100% controlado de 0 a 100% (tensiostático).
- 10 Vcc a 1.000 Vcc
- Corriente 100% controlada de 0 a 100% (amperostático)
- 1000 Acc a 50.000 Acc por unidad de seis pulsos.
- Enfriado por aire, convección natural, o forzada
- Enfriado por agua en circuito cerrado con intercambiador de calor agua-aire, agua-agua.
- Sistemas de control independiente para cada unidad de seis pulsos
- Sistemas de enfriamientos 150 % redundante para cada unidad de seis pulsos en forma estándar.
- Protección: IP 55 / NEMA 12 gabinete industrial de propósito general para montaje interior contenedor o sala eléctrica - IP 64/ Nema 3R/S gabinete intemperie sellado a la lluvia adecuado para montaje exterior – IP 66/Nema 4/X para montaje exterior totalmente sellado para ambientes contaminantes y corrosivos.
- Todas las barras conductoras en material de cobre electrolítico UNC 11000 conductividad 98% IACS.
- Uniones apornadas con pernos y tuercas AINSI 316 L y golillas de apriete amagnéticas Belleville®. Bajo especificación se pueden suministrar barras soldadas.
- Densidad de corriente en barras  $\leq 1A/mm^2$

## POWER RECTIFIERS

- *Air or Water cooled. Water cooled with a proprietary design of a "Water Cooled Core Bus Bar" made out of electrolytic copper with internal water circulation, 100% IACS conductivity.*
- *In Water cooled systems, heat exchangers are 150% redundant for each six pulse unit.*
- *100% controlled voltage from 0 to 100%.*
- *1000 to 50.000 DC A output dc current per six pulse unit.*
- *Independent control system for each six pulse unit.*
- *IP 55 /Nema 12 enclosure for indoor mounting or inside an electric room. IP64/Nema 3R/S enclosure for outdoor mounting. IP66/ NEMA 4X for outdoor mounting in special conditions.*
- *All bus bars in UNC 11000 cathode copper 100% IACS conductivity.*
- *Bolted joints with AINSI 316 L nuts and bolts and Belleville® spring washers.*
- *Under special specifications it could be supplied welded bars.*
- *Current density bars  $\leq 1A/mm^2$*



## DETALLES CONSTRUCTIVOS

Destacan en los diseños Force®, los siguientes aspectos:

### MonoBlock Assemblies

Ensamblajes con grampa calibradas independiente para cada tiristor (SCR). Se evita así usar multistack por razones de facilitar la mantención y calibración.

### Copper Cooled Core Bar

(CCCB) Barra perforada refrigerada por flujo cruzado: Diseño que permite estabilizar y homogenizar la temperatura de toda la barra y los SCR sin importar su ubicación en la barra.

### Thru N-1

Diseño con redundancia de semiconductores por pierna, lo que permite que el rectificador opere con un SCR fuera de servicio por pierna, sistema inteligente de detección de SCR fallado – Smart Fuse Fail Reporter.

### Non-Pump Common Snubber

Solución que permite proteger de sobretensiones a los SCR en paralelo en una pierna evitandola descarga de los snubber individuales en el SCR que primero entra en conducción. Se selecciona la tensión máxima inversa admisible de los SCR superior al 250 % de la tensión nominal de alimentación del equipo para soportar transientes de tensión.

## STRUCTURAL DETAILS

The following aspects are emphasized in the Force® designs:

### MonoBlock Assemblies

Assemblies with independent calibration for each thyristor (SCR) It avoids the use of multitasks for maintenance and calibration reasons

### Cooper Cooled Core Bus Bar

(CCB) Cooled bar that allows stabilizing and homogenizing the temperature of the entire bar and the SCRs no matter its location in the bar.

### Thru N-1

Design with semiconductor redundancy, which allows the six pulse rectifier to operate with 1 SCR per leg out of service and blown fuse detection by- Smart Fuse Fail Reporter.

### Non-Pump Common Snubber

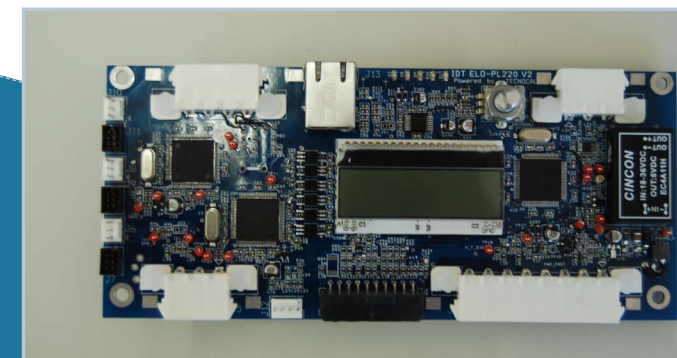
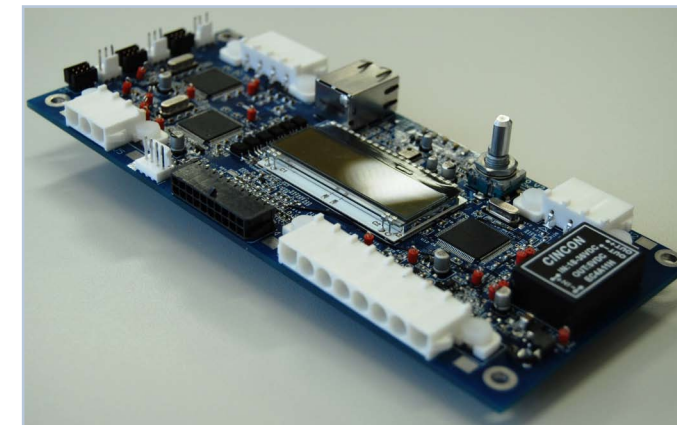
Solution that allows protection of the parallel SCR over voltages in one leg avoiding the discharge of the individual snubbers in the SCR that first starts conducting. The inverse maximum voltage of the SCR higher than 250% of the nominal supply voltage of the equipment to handle voltage transients is selected.

## (ELO-PL220) TARJETA DE CONTROL DIGITAL IDT ( REEMPLAZO ISO-VL-CL)

La tarjeta reguladora digital ELO-PL220, desarrollada por IDT - Tecnocal, tiene la capacidad de realimentar hasta tres (3) señales analógicas opto aisladas (3750 Vrms) con el objetivo de controlar convertidores de potencia mediante una señal de control analógica (0 – 5 V) o a través de hasta seis señales PWM. Adicionalmente, cuenta con entradas/ salidas digitales y analógicas y capacidad de comunicación RS232 y Ethernet que le permiten interactuar con dispositivos externos. El diseño, cumple con los requerimientos de emisión electromagnética según las normas IEC 61000 – 6.

## DIGITAL CONTROL BOARD

The digital control board ELO-220, developed by IDT-Tecnocal, is able to operate with a maximum of three opto isolated feedback analog signals. The opto coupler components have a 3.750 V insulation capability. It can control a power electronic converter with an analog control signal (0 to 5 V) or up to 6 digital PWM signals. In addition, it has digital and analog input/output terminals and it can be communicated by RS 232 and Ethernet with other devices. The design has been developed according IEC 61000 – 6 Standard.



## SISTEMA DE CONTROL JERARQUIZADO

Cada rectificador de seis pulsos se controla en forma 100% independiente, permitiendo operar independientemente de las unidades fuera de servicio, en forma automática. El control del rectificador posee tres niveles o capas dependiendo de su nivel de acción basado en el tipo y origen de la falla:

### Capa 0 – Interna

Fallas internas del transformador o alimentador de media tensión (MT) por relé de protección actuando sobre interruptor de potencia local o remoto (cliente) o por fusibles de potencia en celda de protección aguas arriba del transformador.

Falla de SCR, despeje por acción de fusible ultrarrápido con un adecuada coordinación (factor i<sup>2</sup>t).

Realimentación de cortocircuito desde carga activa (efecto batería de nave EW). Por fusibles ultrarrápidos de los SCR.

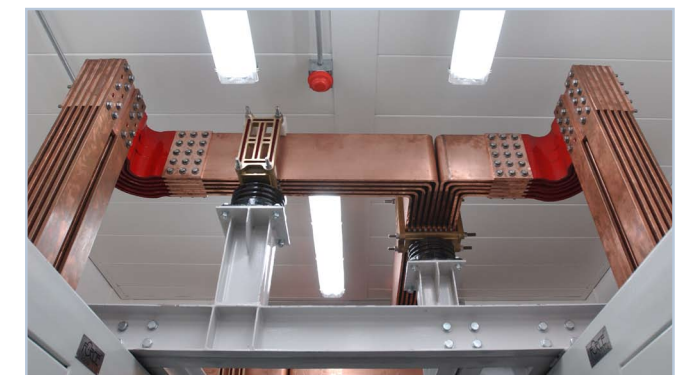
### Capa 1 – Externa

Cortocircuito en las barras de salida de corriente continua o en la carga. Control instantáneo por inhibición de pulsos de disparo del rectificador con acción en un sexto de ciclo.

Sobrecarga, control instantáneo de la corriente por señal de realimentación analógica directa desde equipo de medida CC, por lazo cerrado PI en tarjeta propia del control de disparo de los SCR en cada unidad de seis pulsos.

### Capa 2 – Supervisión

Acción de reporte de alarmas por problemas internos o externos al rectificador, o por fallas en los sistemas auxiliares. Supervisado por un PLC con capacidad de comunicación y control remoto vía ethernet (estándar), modbus, fieldbus u otro opcional y una interfaz HMI para comunicación con el operador.



## CONTROL SYSTEM BY HIERARCHICAL LAYER

Each six pulses rectifier is controlled 100% independently, allowing it to operate alone with the other rectifier out of service. The rectifier control has three levels or layers, depending on its action level based on the type and origin of the fault:

### LAYER 0- INTERNAL

Internal faults of the transformer or medium voltage (MV) feeder by the protection relay acting over the local or remote power switch (costumer) or by power fuses in upstream protection of the transformer. SCR fault, clearance by the ultra rapid fuse with an appropriate P<sub>t</sub> coordination.

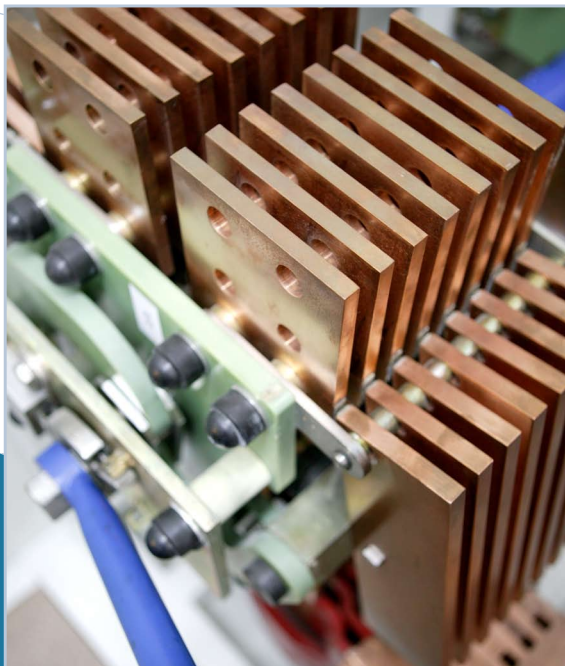
Short-circuit feedback from the active load (EW tank house acting as a battery effect). By ultra fast fuses of the SCR.

### LAYER 1 - EXTERNAL

Short-circuit in the direct current output or in the load. Instant control breakover inhibition with action of a sixth of a cycle (3.33 mseg). Over voltage, instant control of the current by direct analog feedback from the control shunt, by a PIO closed loop in a break over control card of the SCRs on each six pulse unit.

### LAYER 2 - SURVEILLANCE

Alarm report action because of internal and external problems of the rectifier, or because of defects in the auxiliary systems. Supervised by a PLC with the capability of communication and remote control via Ethernet (standard), Modbus, Fieldbus or another option and a HMI interface for communication with the operator.



## Control remoto

IDT suministra en forma estándar un Controlador Lógico Programable – PLC con capacidad de comunicación Ethernet TCP/IP y opcionalmente un sistema de supervisión remoto, con capacidad de controlar y repetir en un PC remoto todos los parámetros del PLC y pantallas de la interfase hombre-máquina HMI. Para obtener una velocidad de respuesta del control remoto adecuada a la operación del rectificador, la interconexión se hace con un par de fibra óptica con largos hasta 300 m sin repetidor e ilimitado con repetidor. Para efectos de monitoreo remoto (sin control) entonces se puede implementar un sistema vía Internet conectando el rectificador a una red Lan con conexión a Internet.

## Remote Control

IDT provides in a standard way a Programmable Logic Controller - PLC with capability of Ethernet TCP/IP communication and, as an option, a system of remote supervision with the ability to control and repeat in a remote PC all the PLC parameters and screens of the HMI man-machine interface. To the remote monitor (Without control) an Internet system can be implemented by connecting the rectifier to a Lan net with Internet connection.

## Sistemas Auxiliares

Los sistemas auxiliares tales como sistema de enfriamiento, sistemas de medición de corriente, seccionadores de corriente continua se seleccionan de acuerdo a las prestaciones y especificaciones del cliente.

## Auxiliary Systems

The auxiliary systems, such as cooling system, current measurement systems, and direct current selectors are selected according to the performances and specifications of the client.



## SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO

En la medida de lo posible se recomienda utilizar sistemas enfriados por aire en salas presurizadas para instalaciones en altura inferior a los 1500 m.s.n.m. en agua con anticongelante para alturas superiores (Glicol), necesario en instalaciones con temperatura en torno o bajo 0°C. Sistema de estanque sellado con compensador de presión neumático, provisto de un sistema de "despiche" por arrastre que permite el llenado de todo el sistema en forma muy rápida y simple sin tener que abrir purgas o conexiones de agua. Los sistemas de enfriamiento son fabricados por empresa integradora bajo diseño propio de IDT. Todo construido en acero AINSI 316 L, con intercambiador de calor, y con tubos de cobre recubierto por eleteado de acero inoxidable. Construcción N-1 con una unidad de ventilación de reserva y capacidad de enfriamiento del 150% de la potencia a disipar en forma estándar. Sistema de bombas redundante. Diseñado para utilizar sólo agua desmineralizada (con Glicol), sin sistema de tratamiento aniónico o catiónico por degradación de las resinas producto del glicol.

## MEDICIÓN DE CORRIENTE CONTINUA

Las necesidades de medición de corriente en los sistemas de rectificación son dos y con requerimientos muy distintos el uno del otro. Se requiere un sistema de medición de corriente continua confiable, simple y robusto para efectos del control y protecciones por cortocircuito o sobrecarga, es necesario tener una lectura muy precisa de la corriente inyectada a la nave.

En el primer caso se recomienda utilizar medidores del tipo "shunt" compactos monoblock, diseñados con 200% de capacidad de corriente, temperaturas máximas de operación 50°C. Sin embargo se puede proveer medidores tipo bobinas Rugowsky, sensores de efecto Hall, o mediciones con corriente alterna en los enrollados primarios o secundarios del transformador de poder. Para el caso de mediciones del tipo "facturación", se recomienda utilizar sensores del tipo efecto Hall u ópticos de gran linealidad y precisión. Tienen como desventaja ser de mayor costo y requerir calibraciones periódicas.

## SECCIONADORES DE CORRIENTE CONTINUA.

Para la conexión de los rectificadores a la refinera o nave de electrobatería es necesario contar con seccionadores de alta corriente capaz de separar la carga de los rectificadores. Estos equipos son de alta corriente pero no pueden ser abiertos con carga y normalmente operan en forma independiente en cada polo (positivo y negativo). IDT utiliza seccionadores Ritter (Alemania), equipos de alta calidad que pueden suministrarse con accionamientos manual, manual remoto (eje – cardan) o motorizados, con operación monopolar o bipolar.

## COOLING SYSTEMS

As far as possible, it is recommended to use systems cooled by air in pressurized rooms for facilities at an altitude lower than 1500 m.s.n.m. Water cooling systems are recommended in the case of higher elevations.

The cooling systems in cases where systems are cooled with water in closed circuit have the following features:

Manufactured by a third party under IDT desing.

Completely built with 316 L AINSI steel, with a heat exchanger with copper

pipes covered with stainless steel.

N-1 construction always with a backup ventilation unit and cooling capability of 150% power to remove itself instantly.

Redundant pumping systems

Designed to use only demineralized water or with Glycol

## DIRECT CURRENT MEASUREMENT

The necessities to measure the DC current in the rectifier system are two and they have different uses. A dependable, simple and strong direct current measurement system is required for protection and control of short-circuit and over voltage. Also to operate the rectifiers it is necessary to have a very accurate reading of the injected current to the cell house.

In the first case it is recommended to use monoblock compact shunt meters, designed with a 200% capability, and operating high temperatures of 50°C. However, Rugowsky inductor meters, Hall effect sensors or alternating current measurements in the primary or secondary wraps on the power transformer.

In the case that is needed measurements to estimate production it is recommended to use great accuracy and linearity Hall Effect or optical sensors. Their disadvantage is to be more expensive and to require period calibrations.

## DIRECT CURRENT SWITCHES

For the connection of the rectifiers to the cell house it is necessary to count with high current switches cable to isolate the load from the rectifiers. These equipments are high current rated, but they cannot be opened with load and normally independently on each pole (positive and negative). IDT uses RitterStarkstromtechnik switches (Germany), high quality compenents that can be provided with a manual drive, remote or motor-driven manual (spindle - gimbals), with a monopolar or bipolar operation.



Electrónica de **Potencia**

