

REGULADOR AUTOMATICO DE TENSION

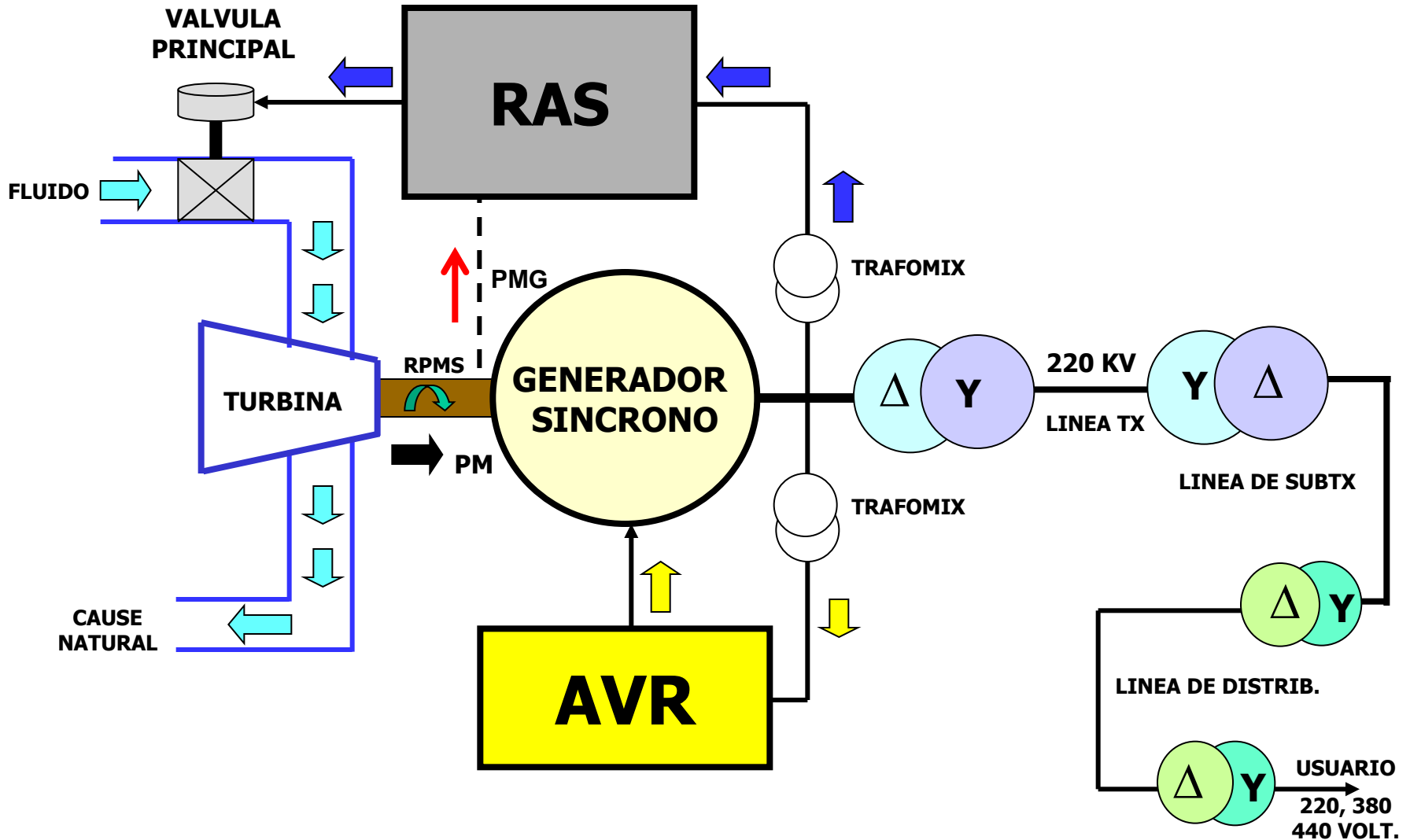


Es un circuito electrónico capás de CONTROLAR Y MANTENER la tensión de los GS en niveles preestablecidos en las normas internacionales.

Los sistemas de excitación son regulados en forma automática por componentes estáticos se les denominan REGULADOR AUTOMATICO DE TENSION



SEP - REGULADORES AVR Y RAS



CONSTITUCION DE LOS AVR

Estan constituidos por: :

- 1.- Dispositivo sensible a los cambios de tension.
- 2.- Circuito regulador inteligente (Amplifi. Operac.)
- 3.- Puente de tiristores de Graetz redundante.
- 4.- Transformador de excitación estrella – delta. (#)
- 5.- Interruptor de campo CA o CC;
- 7.- Tablero moderno IP55.
- 8.- Interfase IHM

(#) Sin conectar a tierra, y con blindage eletrostática y protección de sobre Corrente y sobre temperatura.



FUNCIONES DE LOS AVR

- 1.- Cumplir con los criterios de respuesta especificados.
- 2.- Proveer funciones de **control y proteccion** de:
 - Tension
 - Flujo de la potencia reactiva.
 - Mejorar la estabilidad del sistema.
 - Asegurar los límites permisibles de las MS.
- 3.- Cumplir con la flexibilidad en la operación.
- 4.- Cumplir con la confiabilidad y fiabilidad del sistema.
- 5.- Implemetación de niveles de redundancia.
- 6.- Tener la opción de trabajar con telemetría
- 7.- Estar totalmente integrado al SEP.
- 8.- Tener una respuesta rápida para hacer frente a las contingencias del sistema.



FUNCIONES ADICIONALES DE LOS AVR

- Regular la tensión/carga reactiva normados.
- Regular la tensión terminal dentro de los límites.
- Poseer elevada velocidad de respuesta.
- Mantener valores aceptables de V_f al existir cortocircuito trifásico en las barras de alto voltaje.
- Limitar dinámicamente la corriente de excitación.
- Limitar dinámicamente la operación de la máquina en regiones próximas al límite de estabilidad.
- Contribuir de manera efectiva para la amortiguación de oscilaciones electromecánicas.



FUNCIONES ADICIONALES DE LOS AVR

- Limitar dinámicamente la operación de la máquina en condiciones de sobreflujo, limitando la relación Volts/Hertz;
- Limitar la corriente de armadura, referente a la carga reactiva.
- Se puede exigir que el SEP sea capaz de mantener la tensión en la barra de alta tensión. dentro de una faja especificada, ofreciendo, todavía,
- Tener un reparto equitativo de la carga reactiva de las unidades en paralelo (control conjunto).



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Algoritmo de control PID ó equivalente.
- Regulación de tensión con error $< 0,5\%$.
- Banda de regulación ajustable: 80% a 120%.
- Tecnología del AVR: electrónica digital.
- Doble canal de Regul. auto con canales independ.
- Ajustes realizados con el GS en operación.
- Programabilidad con tecnología punta.
- Comunicación en red con protocolo industrial abierto.
- Generación Interna de Registros de Señales.
- Geración interna de registros de Eventos.
- Interface (IHM) gráfica;



FUNCIONALIDADES

- **Control automático de Tensión.**
- **Compensación de potencia reactiva.**
- **Limitador de Sobreexcitación.**
- **Limitador de Subexcitación.**
- **Limitador Voltios / Hertz.**
- **Limitador de Corriente estatórica.**
- **Señal estabilizante derivado de la potencia acelerante.**



ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS AVR

- Corriente máxima de campo: _____ Acc
- Corriente de campo en vacio: _____ Acc
- Tensión nominal de campo: _____ Vcc
- Resistencia de campo: _____ Ω .
- Tensión nominal del generador: _____ V
- Tension límite _____ pu
- Tiempo de respuesta _____ Seg.
- Tipo de ambiente a instalar
- Altitud (msnm)

REGULADOR DE TENSION - SIMPLIFICADO

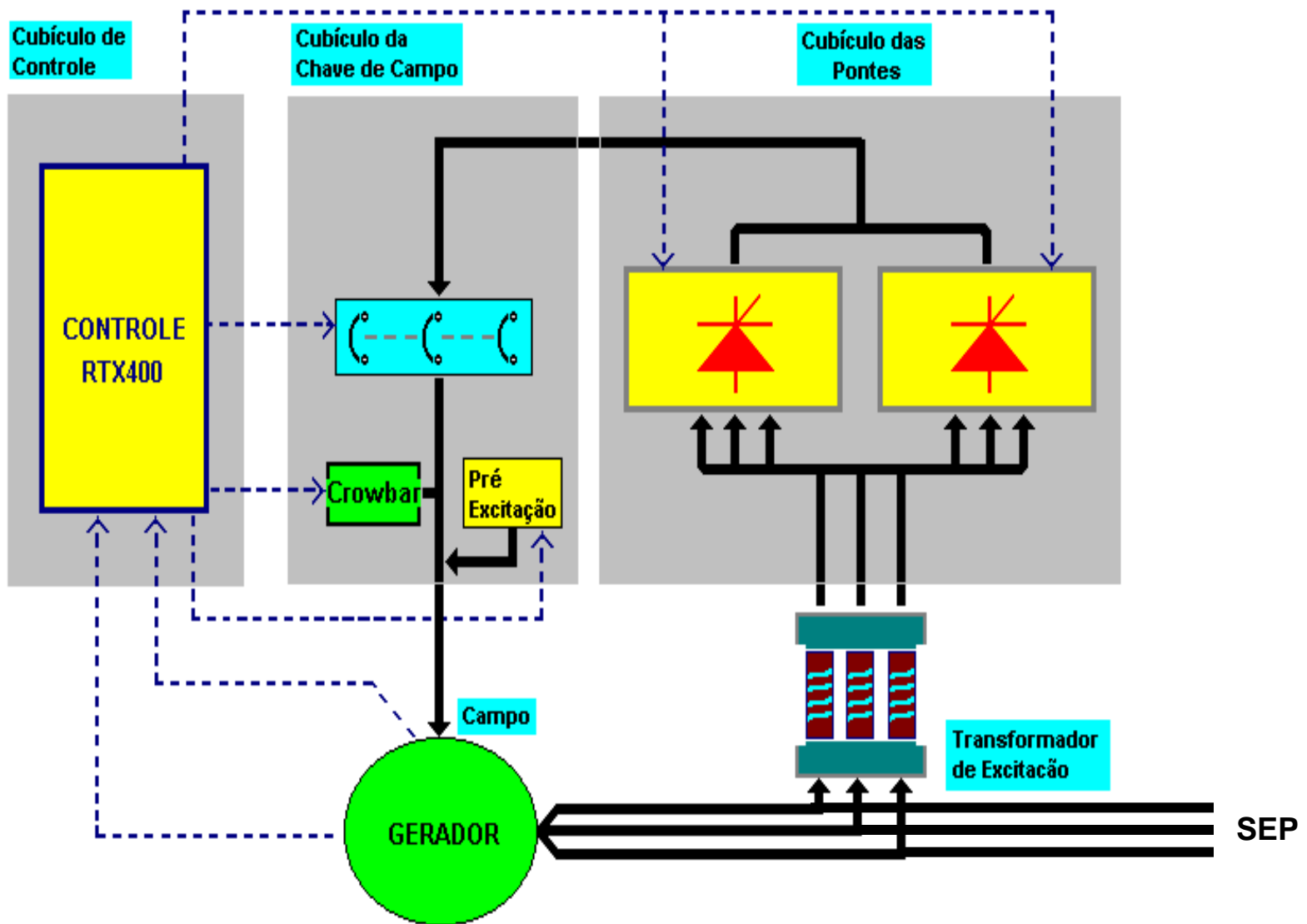
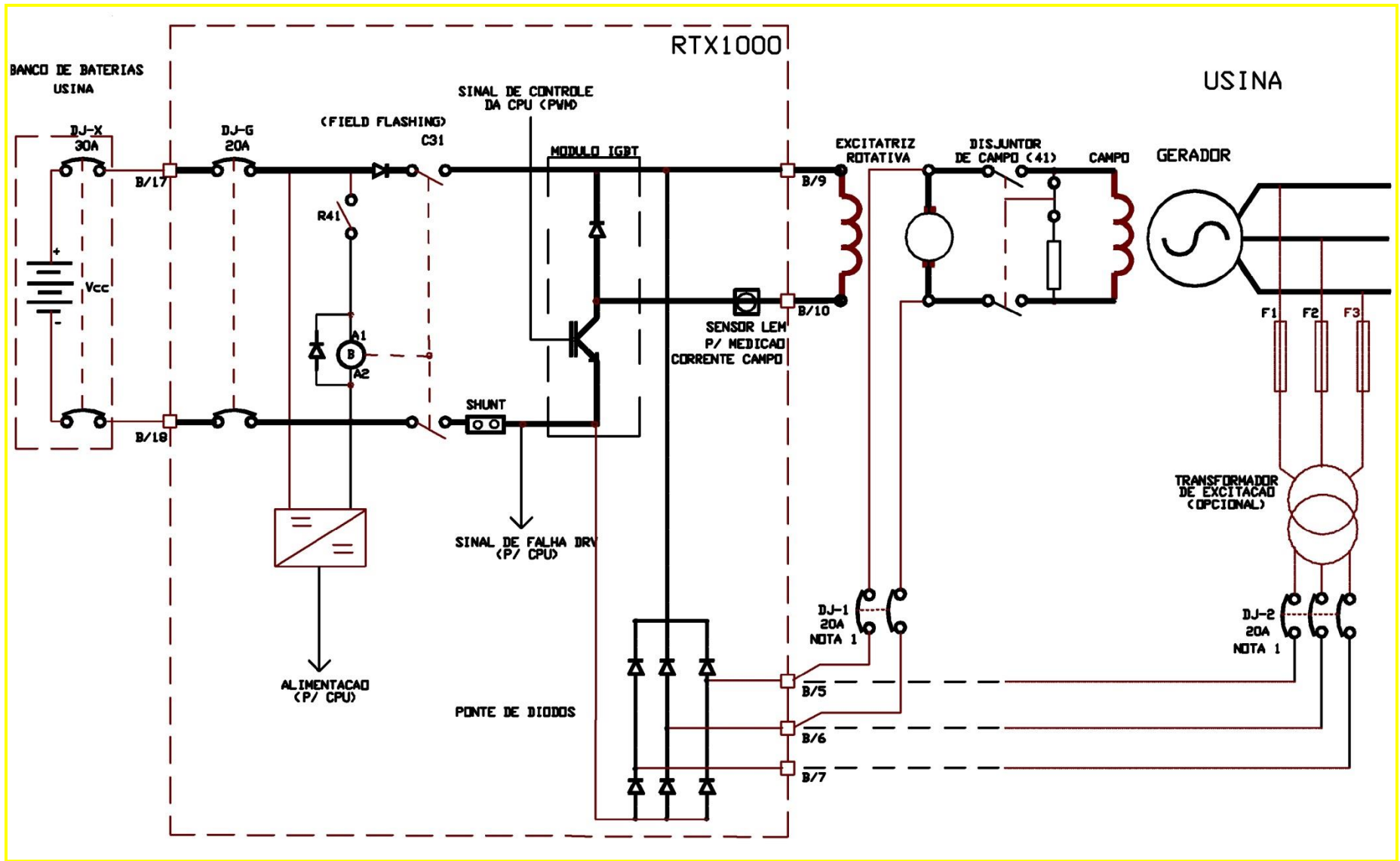
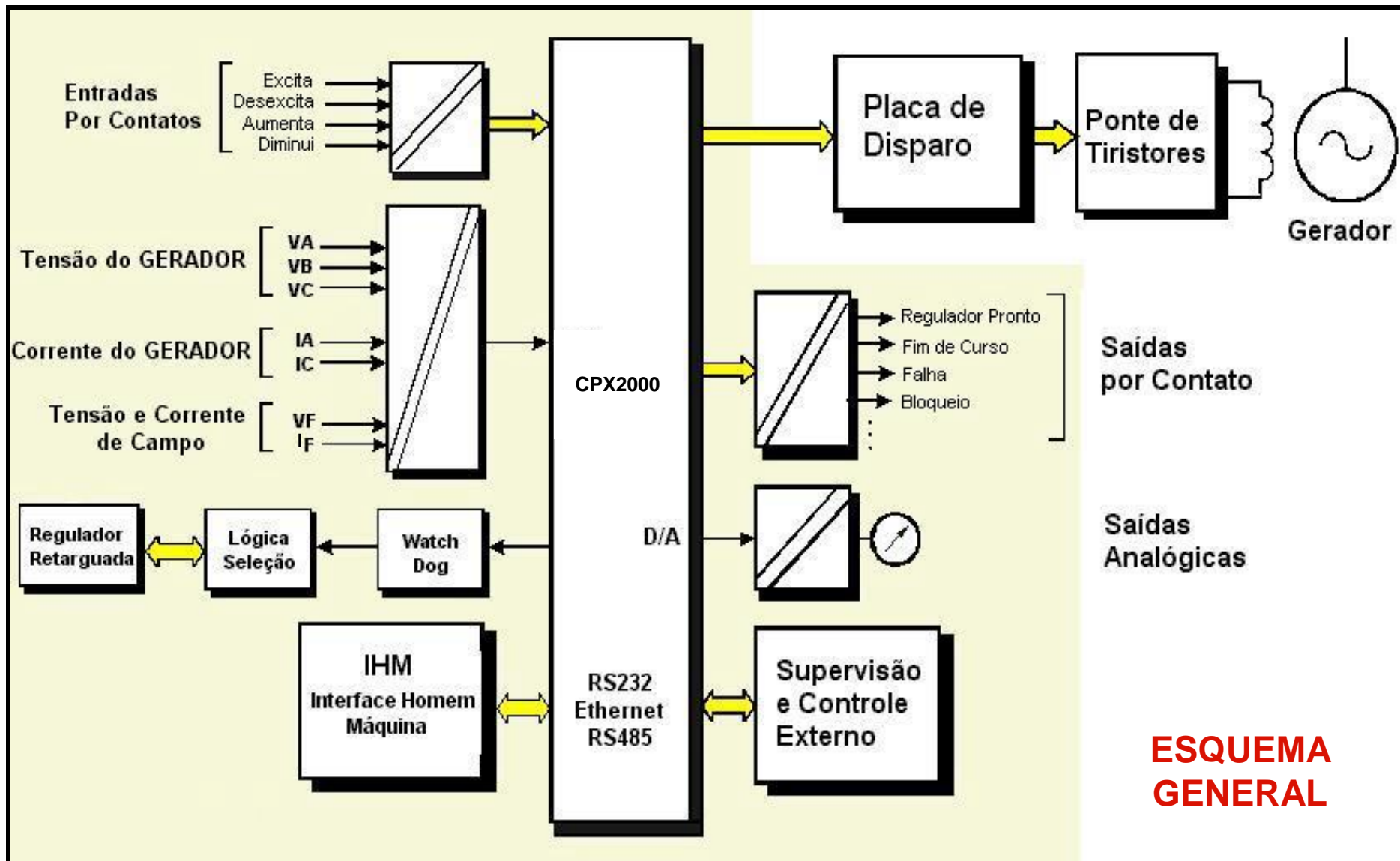


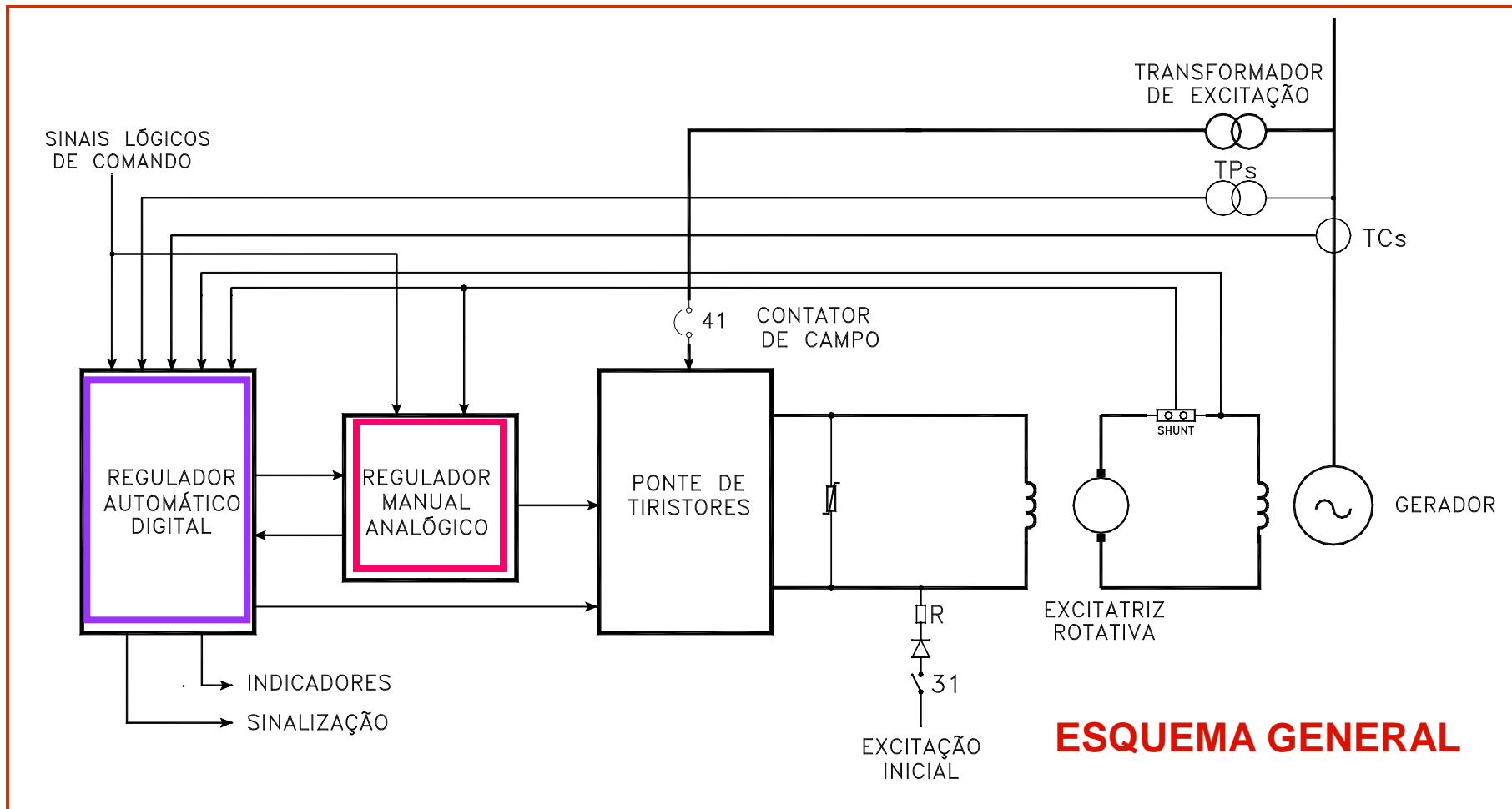
DIAGRAMA DE INTERLIGACIÓN



COMPONENTES DEL REGULADOR



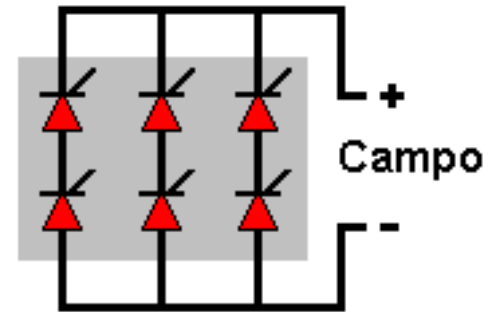
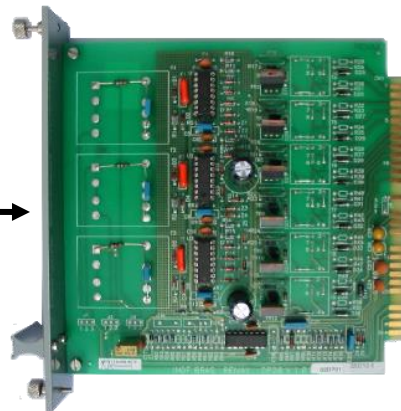
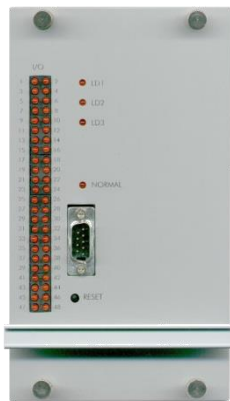
EXCITATRIZ MIXTA



REGULADOR DE TENSION MONOCANAL

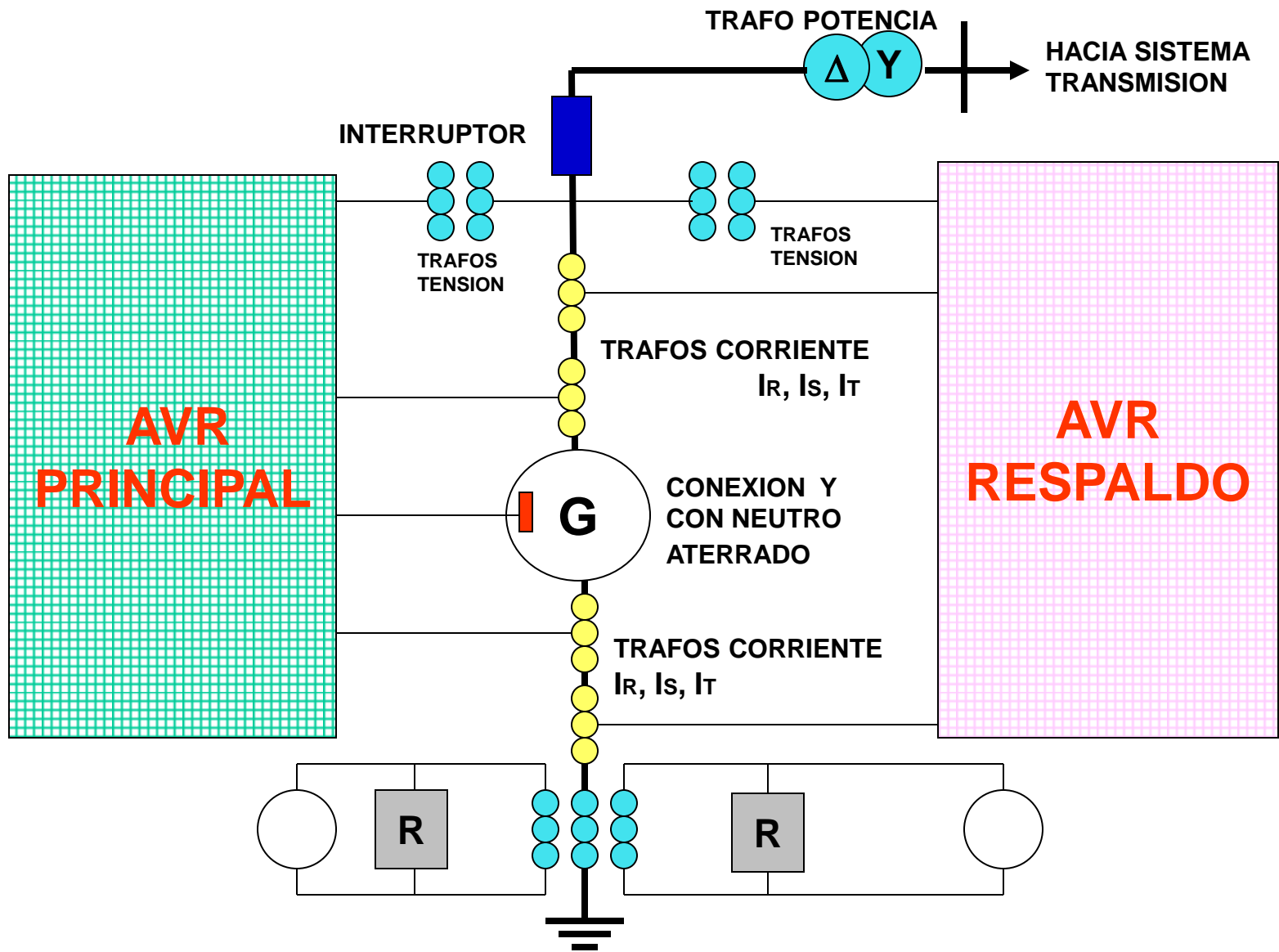


COMPONENTES DEL REGULADOR

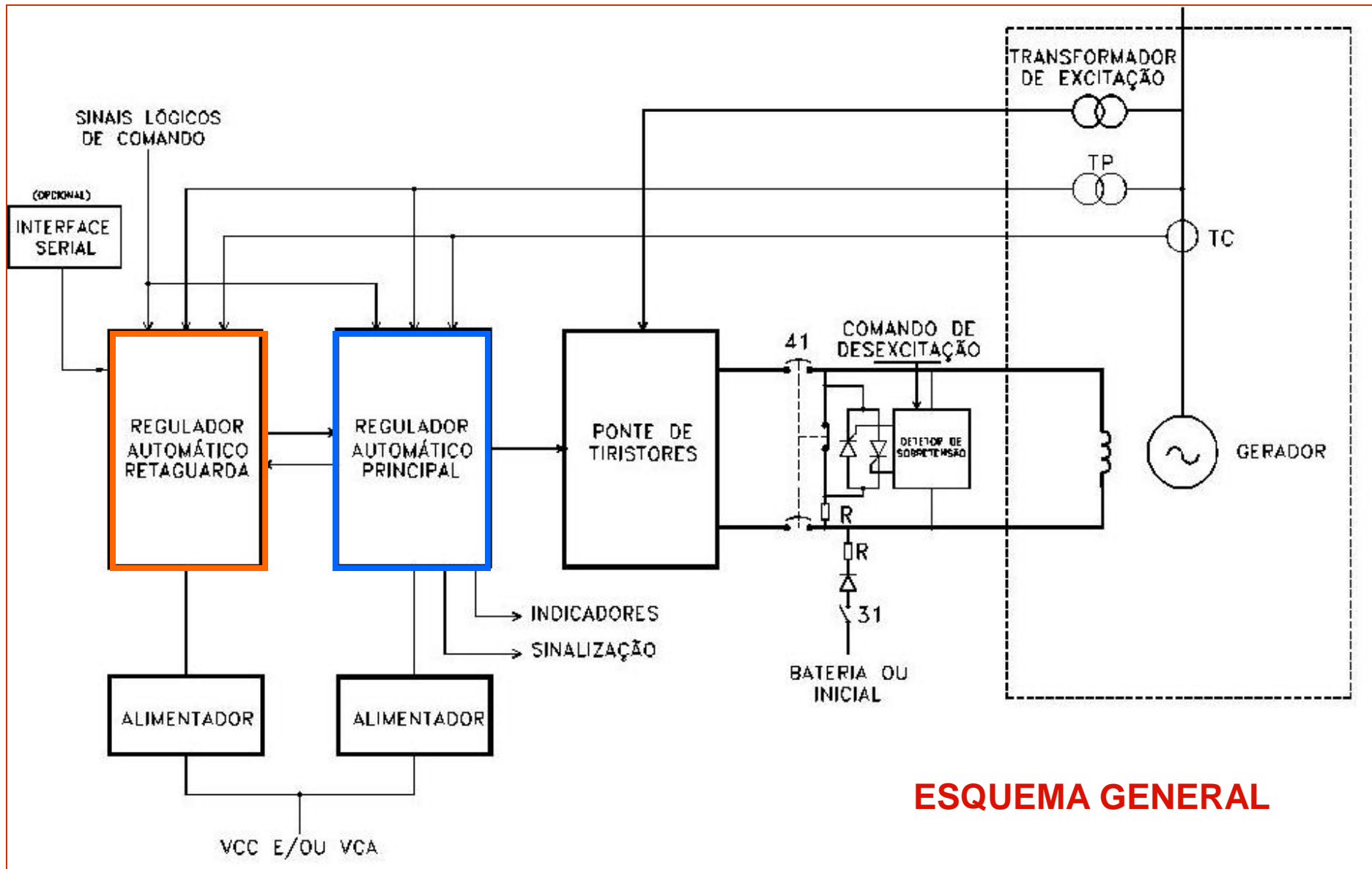




REGULADOR DE TENSION DOBLE CANAL



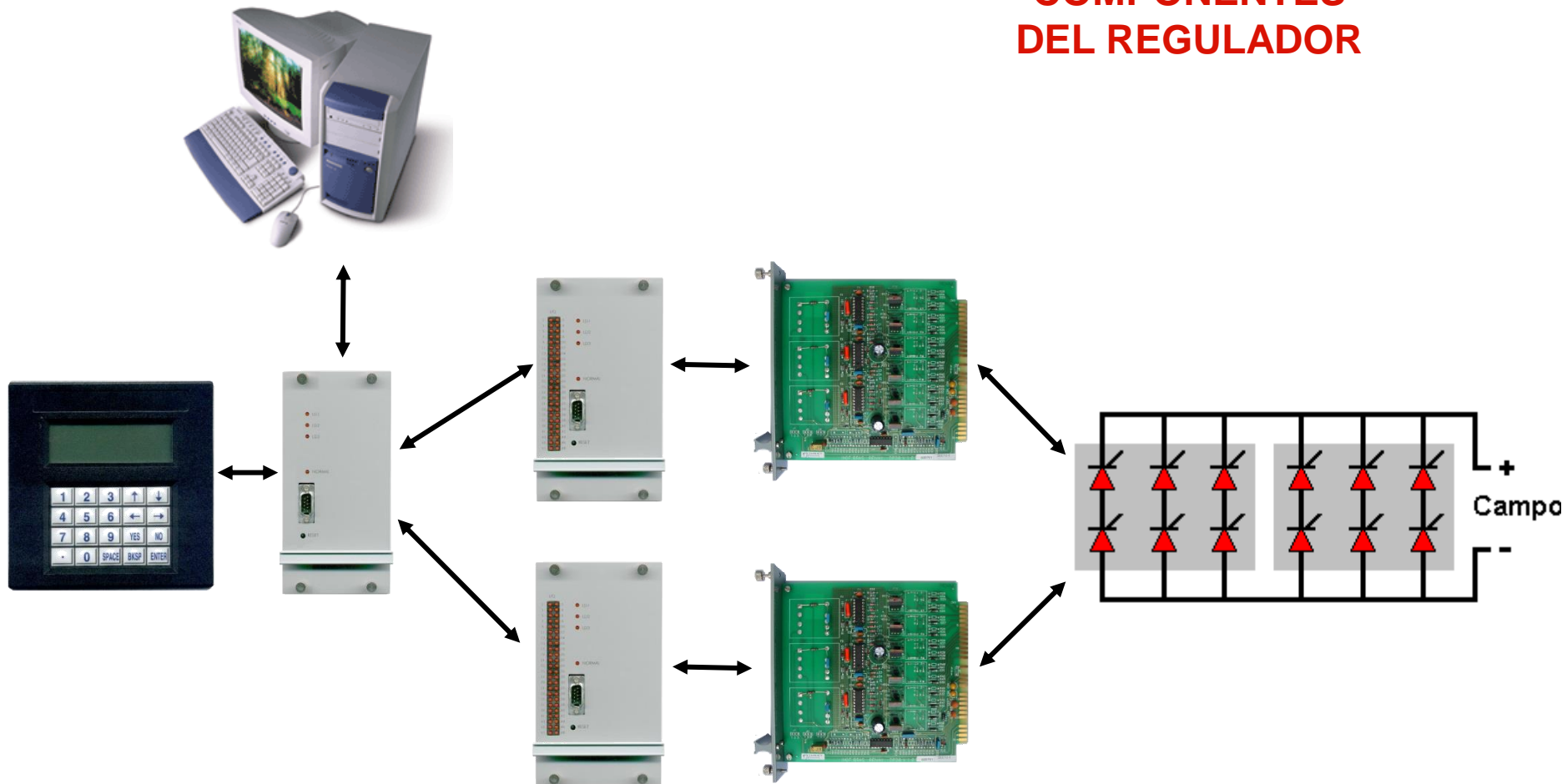
REGULADOR DE TENSION DOBLE CANAL



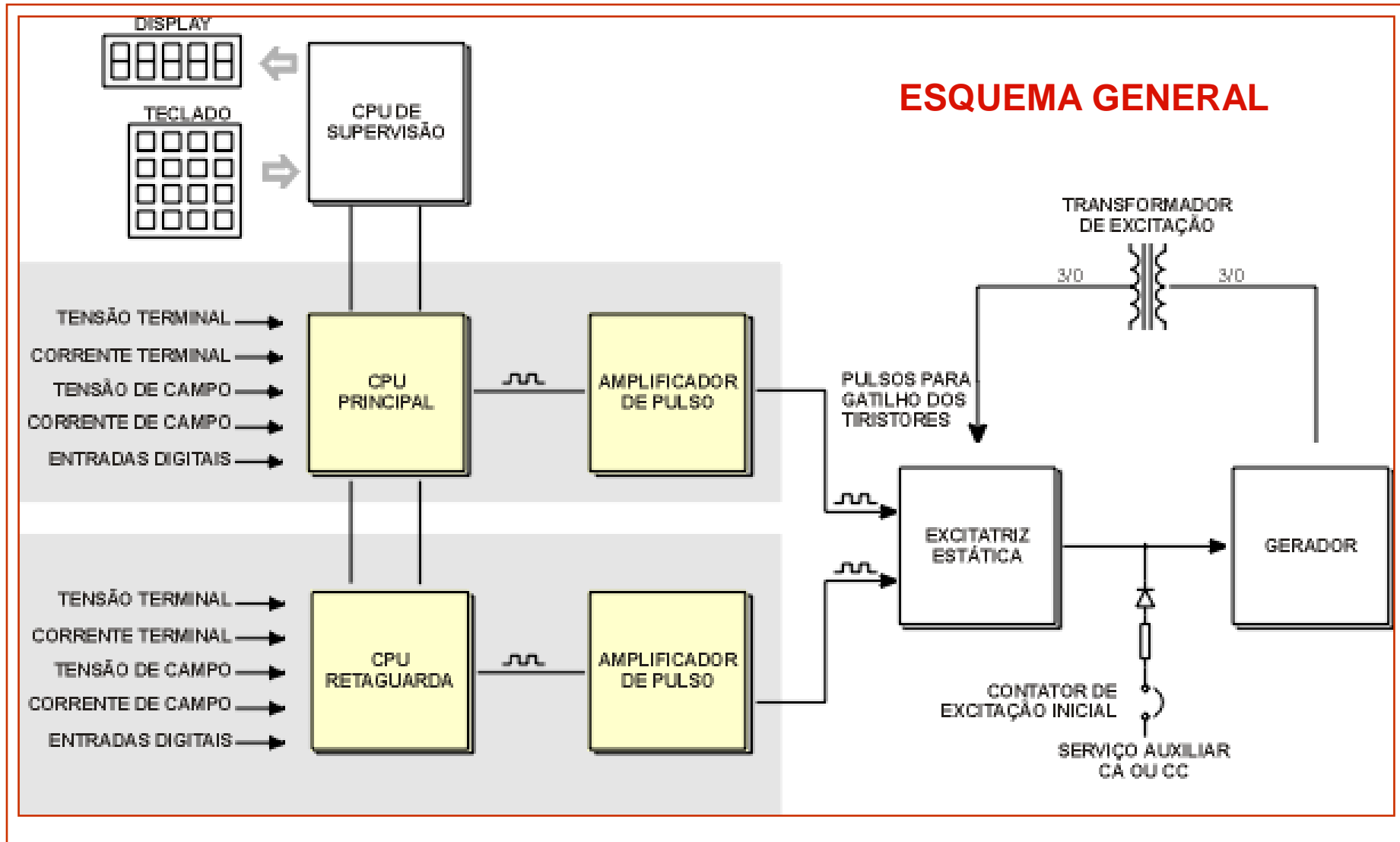
ESQUEMA GENERAL

REGULADOR DE TENSION DOBLE CANAL

COMPONENTES DEL REGULADOR

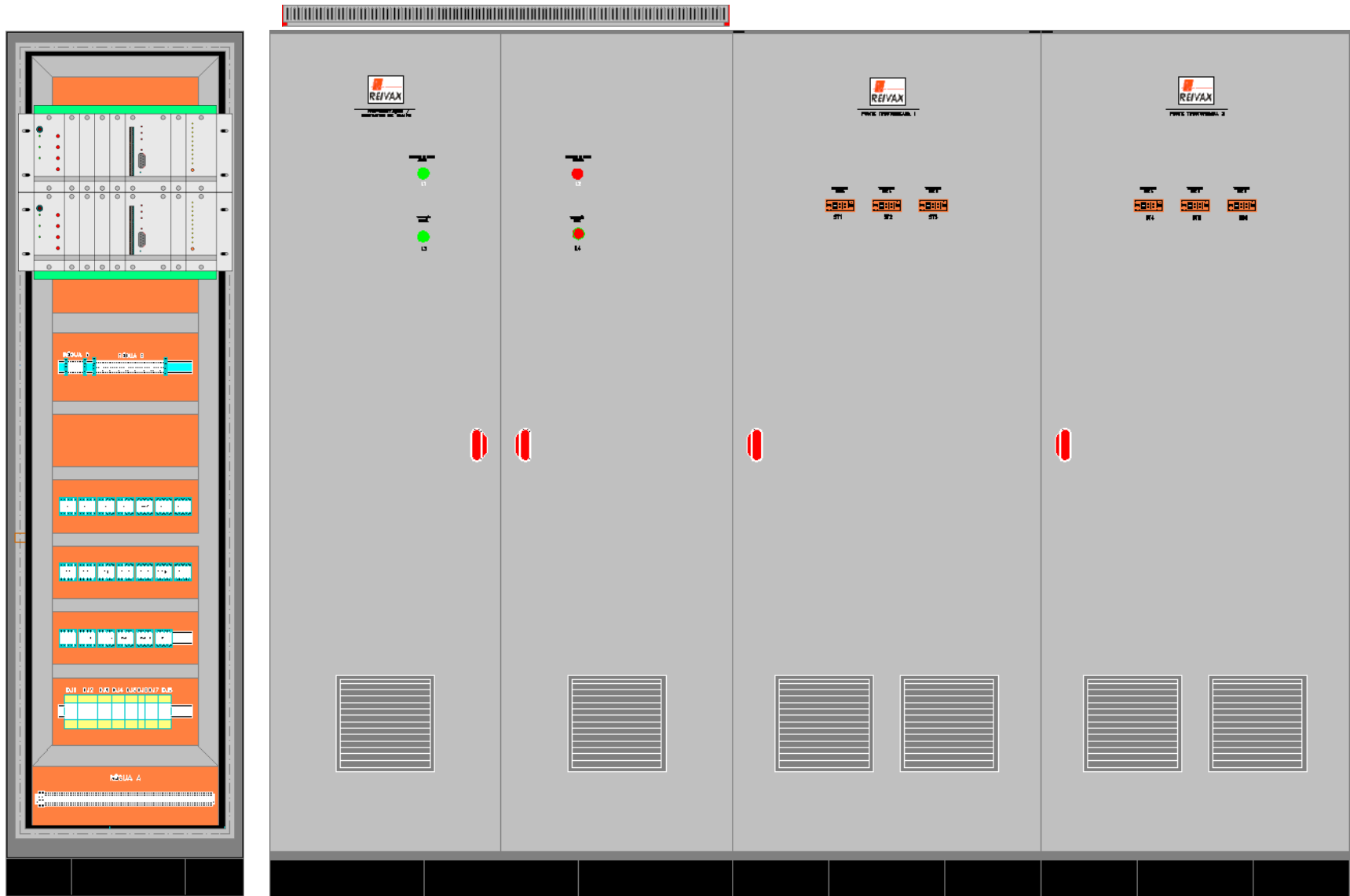


REGULADOR DE TENSION DOBLE CANAL





CARACTERÍSTICAS INTERNAS - VISTA FRONTAL



CONTROLE

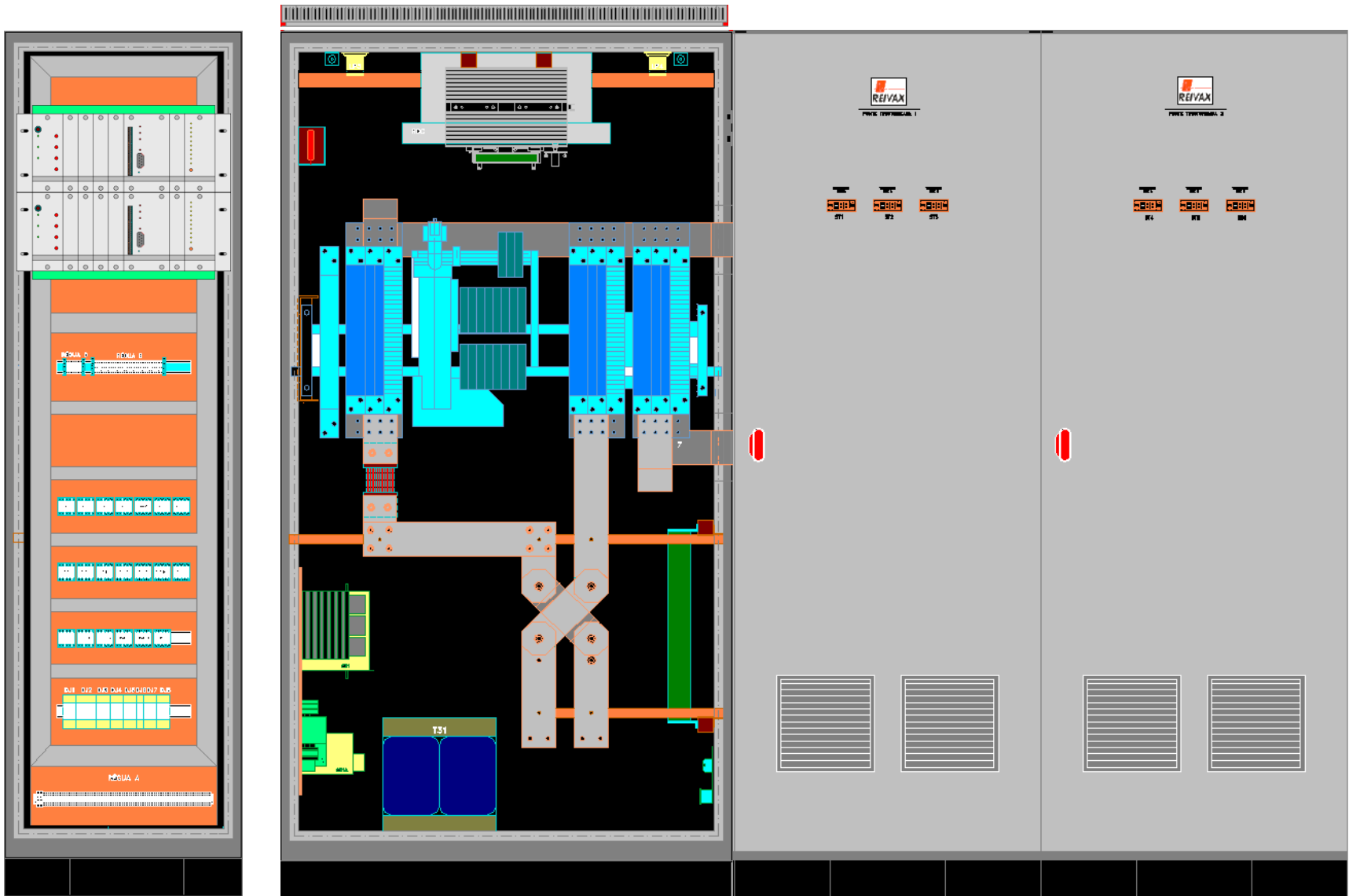
CUBÍCULO DA CHAVE DE CAMPO

CUBÍCULO DA PONTE

CUBÍCULO DA PONTE



CARACTERÍSTICAS INTERNAS - VISTA FRONTAL



CONTROLE

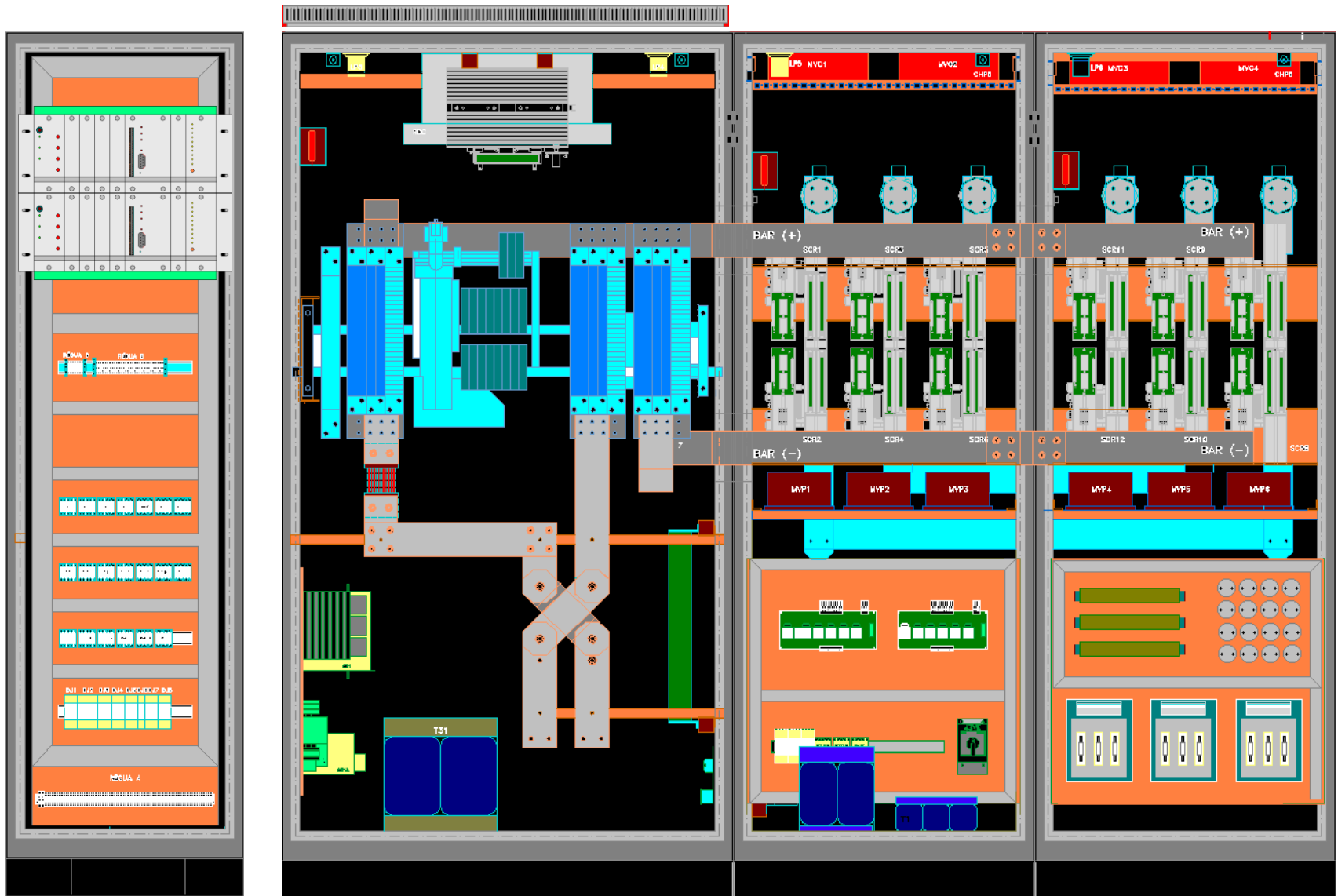
CUBÍCULO DA CHAVE DE CAMPO

CUBÍCULO DA PONTE

CUBÍCULO DA PONTE



CARACTERÍSTICAS INTERNAS - VISTA FRONTAL



CONTROLE

CUBÍCULO DA CHAVE DE CAMPO

CUBÍCULO DA PONTE

CUBÍCULO DA PONTE

1.- EXIGENCIAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

- **Requisitos de la estabilidad:**
 - Tensión de límite elevada
 - Rapidéz de respuesta
 - Amortiguamiento de las oscilações.
- **Requisitos de regulación:**
 - Compensación de la caída
 - Control secundario.
- **Requisitos de conectividad:**
 - Datos en tiempo real
 - Registro de eventos.



POR QUE MODERNIZAR?

2.- PROBLEMAS DE MANTENIMIENTO

- **Obsolescencia de los componentes.**
- **Indisponibilidad de pocas reservas.**
- **Aumento da mantenimineto correctivo.**
- **Limpieza y accesibilidad de las unidades**
- **Excitatriz rotativa.**



POR QUE MODERNIZAR?

3.- AUTOMAZACION

- **Diminución de costos operativos.**
- **Mantenimiento predictivo**
- **Diminución de fallas e de indisponibilidad.**
- **Necesidad de tecnología digital;**



CARACTERÍSTICA PRINCIPAL:

- Eliminación de la excitatriz rotativa.
- **Ventajas:**
 - . Desempeño superior;
 - . Mantenimiento reducido
- **Desventaja:**
 - . Costo mayor.



RAZONES PARA MODERNIZACION TOTAL

- **Cambio periódico de escovillas.**
- **Desgradación del aislamiento.**
- **Rectificación de colector de la excitatriz.**
- **Desperdicios de las escobillas sobre el colector y campo.**
- **Costo de limpieza.**
- **Incapacidad de amortiguar estados de frecuencia mas elevadas.**
- **Desempeño dinámico inferior.**

REGULADOR DE TENSIÓN COMPACTO



DESARROLLADO PARA TRABAJAR CON SISTEMAS DE EXCITACIÓN DE BAJO NÍVEL DE POTENCIA: COMO EXCITATRICES CON ANILLOS ROZANTES E INDUCTIVAS.



INTERFAZ HOMBRE MAQUINA

Tensão Terminal

0,0 0,3 0,5 0,8 1,0 1,3 p.u.

Corrente de Campo

0,0 0,4 0,8 1,2 1,6 2,0 p.u.

Referência

0,0 0,3 0,5 0,8 1,0 1,3 p.u.

Potência Ativa

0,0 0,2 0,4 0,6 0,8 1,0 p.u.

Potência Reativa

-0,6 -0,4 -0,1 0,1 0,4 0,6 p.u.

Sinal de Controle

0,0 0,6 1,2 1,8 2,4 3,0 p.u.

Estados

Pré-Excitação	Degrau Aplicado
Máq. Excitada	Disj. de Grupo
Fim Curso Inf.	Fim Curso Sup.

Falhas

Falha Excitação	Falha Driver
Curto-Circuito	Sobrecorrente

Comandos

Degrau: p.u. Aplicar



SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN (IHM LOCALES)

GRUPO N°1 SUPERVISION Y CONTROL DE GRUPO 15/01/00 02:12

NIVEL DE MANDO: LOCAL MODO CONTROL DE SECUENCIAS: PASO A PASO

61LRT kV

20LGA1 01GTA

SERVIC. AUXIL. 001JD

01GEX

P1 P2 001JD

CONTROL GRUPO

TENSION ESTATOR

FASE RS kV

FASE ST kV

FASE TR kV

CORRIENTE ESTATOR

FASE R A

FASE S A

FASE T A

FRECUENCIA GRUPO

Hz

ENERGIA ACTIVA

(+) kWh

(-) kWh

ENERGIA REACTIVA

(+) kVARh

(-) kVARh

TEMPERATURAS

MODO DE SINCRONIZACION AUTOMATICO

REGULADOR DE VELOCIDAD

MODO DE RETROALIMENTACION APERTURA INYECTOR

SET POINT APERTURA INYECTOR %

SET POINT APERTURA %

SET POINT LIMITADOR APERTURA %

SET POINT POTENCIA ACTIVA MW

SET POINT POTENCIA ACTIVA MW

VELOCIDAD GRUPO RPM

REGULADOR DE TENSION

SET POINT POTENCIA REACTIVA Mvar

SET POINT POTENCIA REACTIVA Mvar

FACTOR DE POTENCIA %

PARADO 450RPM Un ACOPLADO ESTADOS ESTABLES REQUERIDOS DE GRUPO N°1 CANCELAR



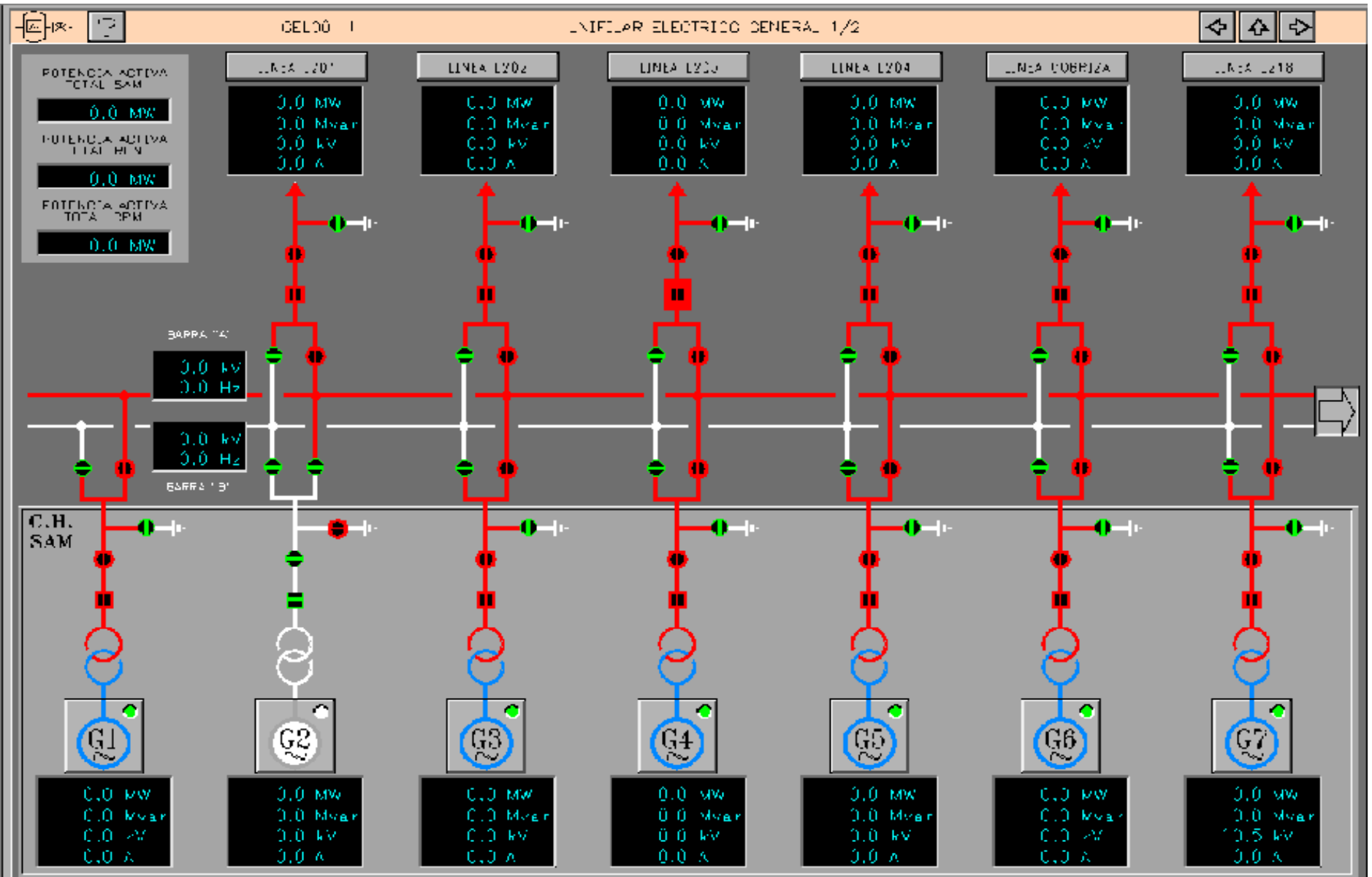
DESPLIEGE DEL SISTEMA DE EXPLOTACION

The screenshot displays a control system interface for a power plant, titled "CONTROL GRUPO 1". The interface is divided into several functional areas:

- TENSION:** Displays voltage levels for three phases: FASES RS (0.00 kV), FASES S (0.00 kV), and FASES TR (0.00 kV).
- CORRIENTE:** Displays current levels for three phases: FASE R (0.0 A), FASE S (0.0 A), and FASE T (0.0 A).
- FRECUENCIA:** Displays frequency (0.00 Hz) and power factor (0.00).
- MEDIDAS TURBINA:** Displays turbine measurements: VELOCIDAD CRUJO (0.0 rpm), LIMITADOR APERTURA (0.0 %), CONSIGNA CARBAYTREC (0.0 %), PRESTON TURBINA (0.0 rpm/s), and CAJAL TURBINA (0.0 rpm/s).
- TEMPERATURAS TRANSFORMADORES:** Temperature monitoring for transformers.
- GENERADOR 1 (EAM 1 ETAPA):** Shows a schematic diagram of the generator and its connection to the busbar. It includes a "PARALO" (stop) button and a "PARADA EMERGENCIA" (emergency stop) button. The busbar is labeled "500A/221KV".
- CONTROLADOR:** Controls the generator's output. It includes:
 - MODO DE CONTROL:** Set to "AUTOMATICO".
 - NEVEL DE MANEO:** Set to "DISTANCIA".
 - POTENCIA ACTIVA:** Controls active power output. It includes:
 - MODO DE CONTROL:** Set to "INDIVIDUAL".
 - LIMITE BAJO:** 0.0 Mw
 - LIMITE ALTO:** 0.0 Mw
 - CONSIGNA:** 0.0 Mw
 - ACTUAL:** 0.0 Mw
 - POTENCIA REACTIVA:** Controls reactive power output. It includes:
 - ACTUAL:** 0.0 Mvar
 - REGULADOR DE TENSION:** Set to "AUTOMATICO".
 - AJUSTE MANUAL DE TENSION:** Manual voltage adjustment.
- CONJUNTO DE GRUPO:** Controls the generator's synchronization and mode. It includes:
 - SINCRONIZACION:** Synchronization control.
 - SECUCENIA:** Set to "CONO. PREJAS".
 - MODO CONMUTACION:** Set to "AUTOMATICO".
 - ARRANCAR/PARAR:** Start/Stop buttons.
 - PARADA:** Stop button.
- OTROS ELEMENTOS:** Includes a "SERV. AUXILIARES" (Auxiliary Services) connection and a "MOTOR 2000V 50-70-10 HP 1500 0.4 %" (2000V Motor). It also shows a "COMUTACION" (switching) button and a "MODO CONMUTACION" (switching mode) set to "AUTOMATICO".



DESPLIEGE DEL SISTEMA DE EXPLOTACION



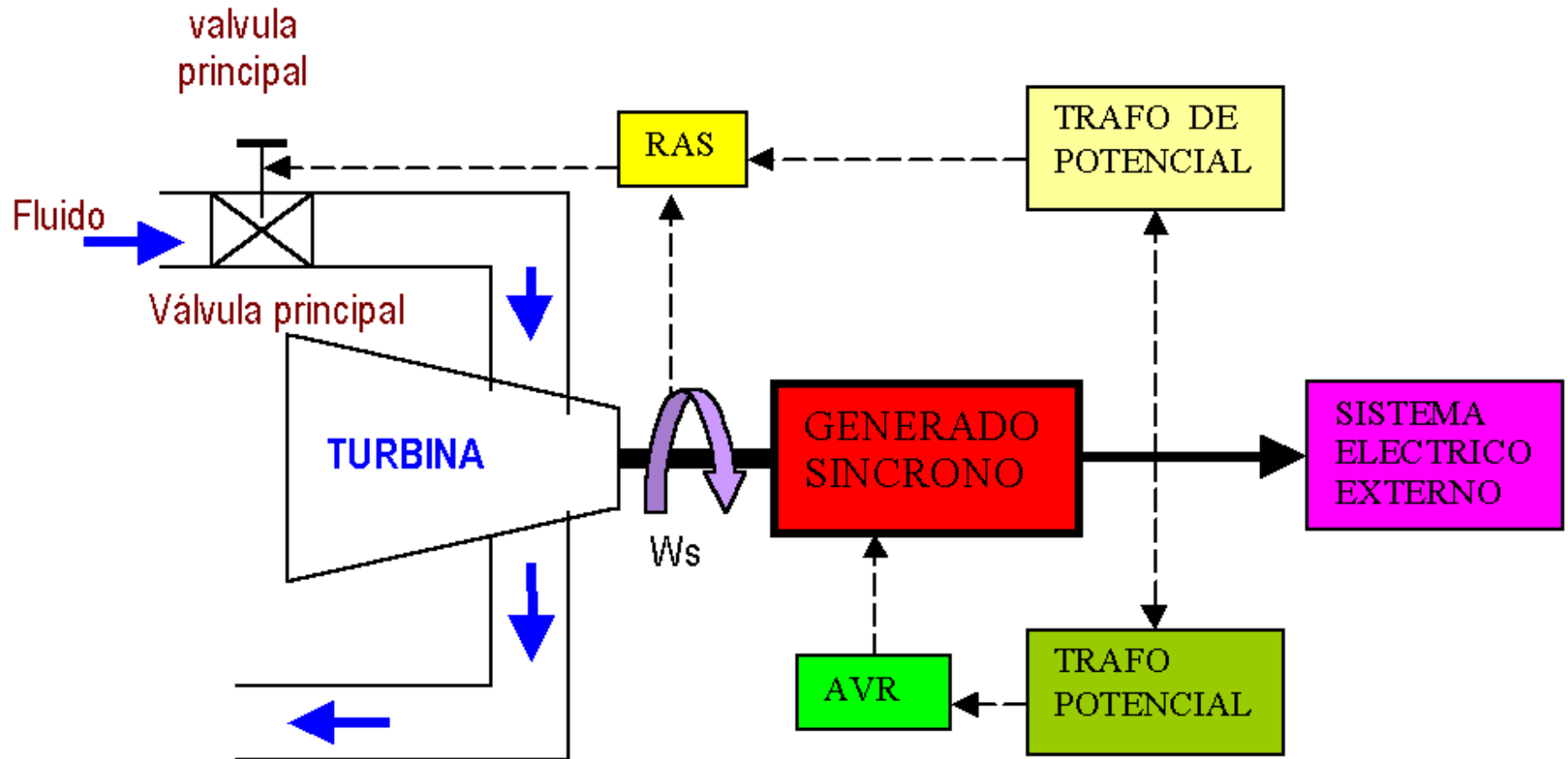


REGULADORES AUTOMATICOS DE VELOCIDAD

Ing. Huber Murillo M.
Especialista en máquinas eléctricas

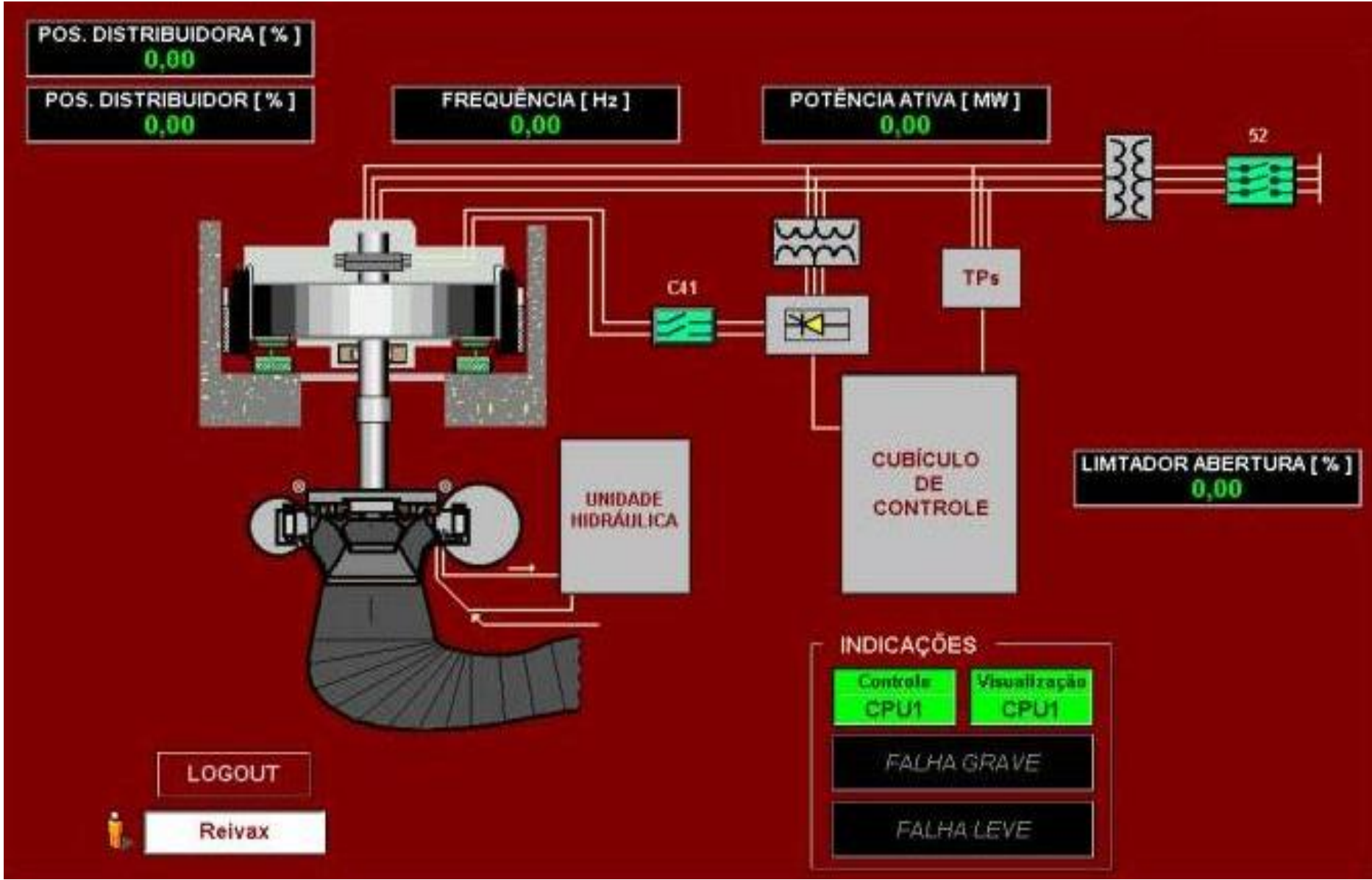


UBICACIÓN DENTRO DEL SEP





UBICACIÓN DE LA UNIDAD HIDRAULICA





COMPONENTES DEL RAS

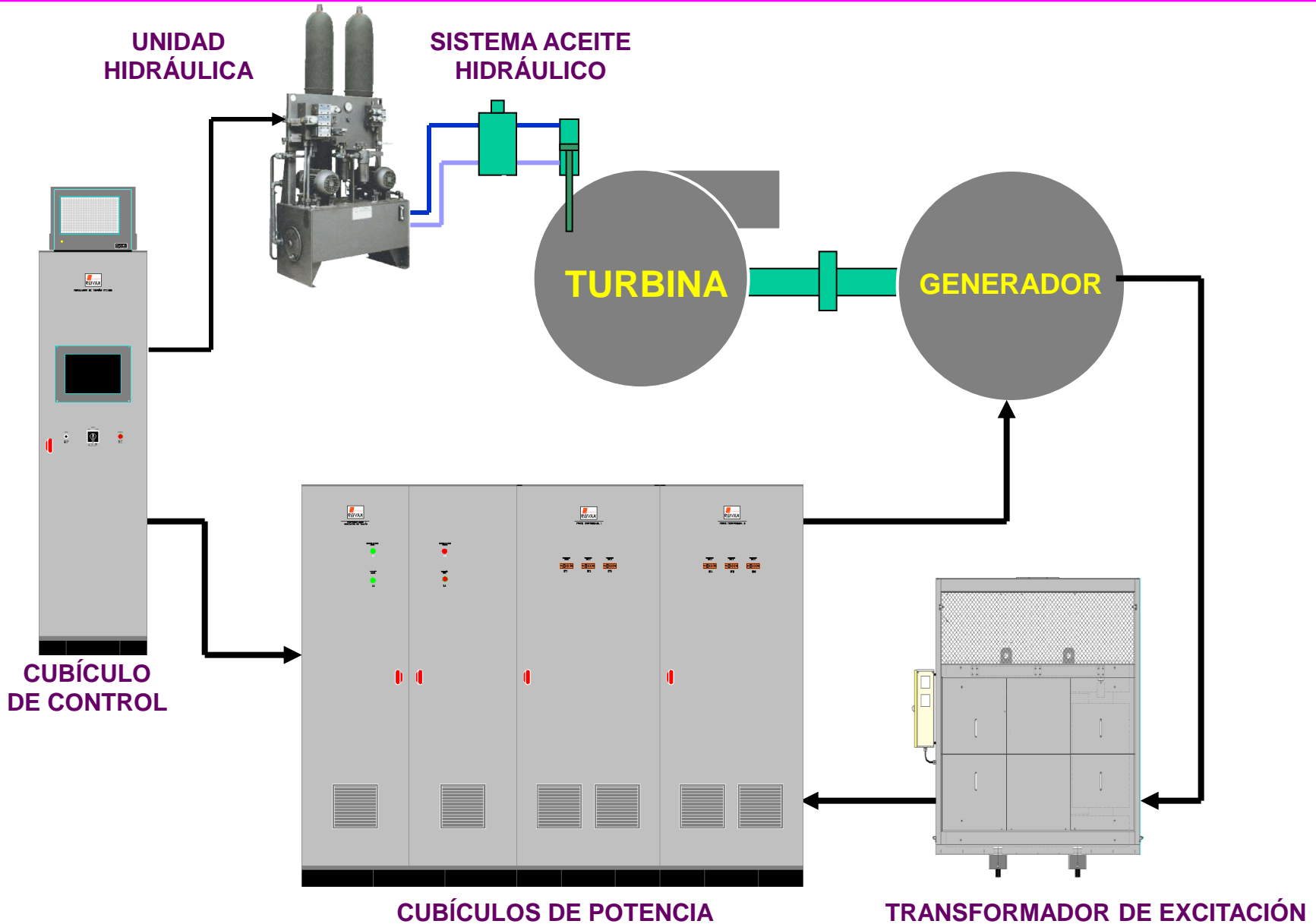




DIAGRAMA HIDRÁULICO

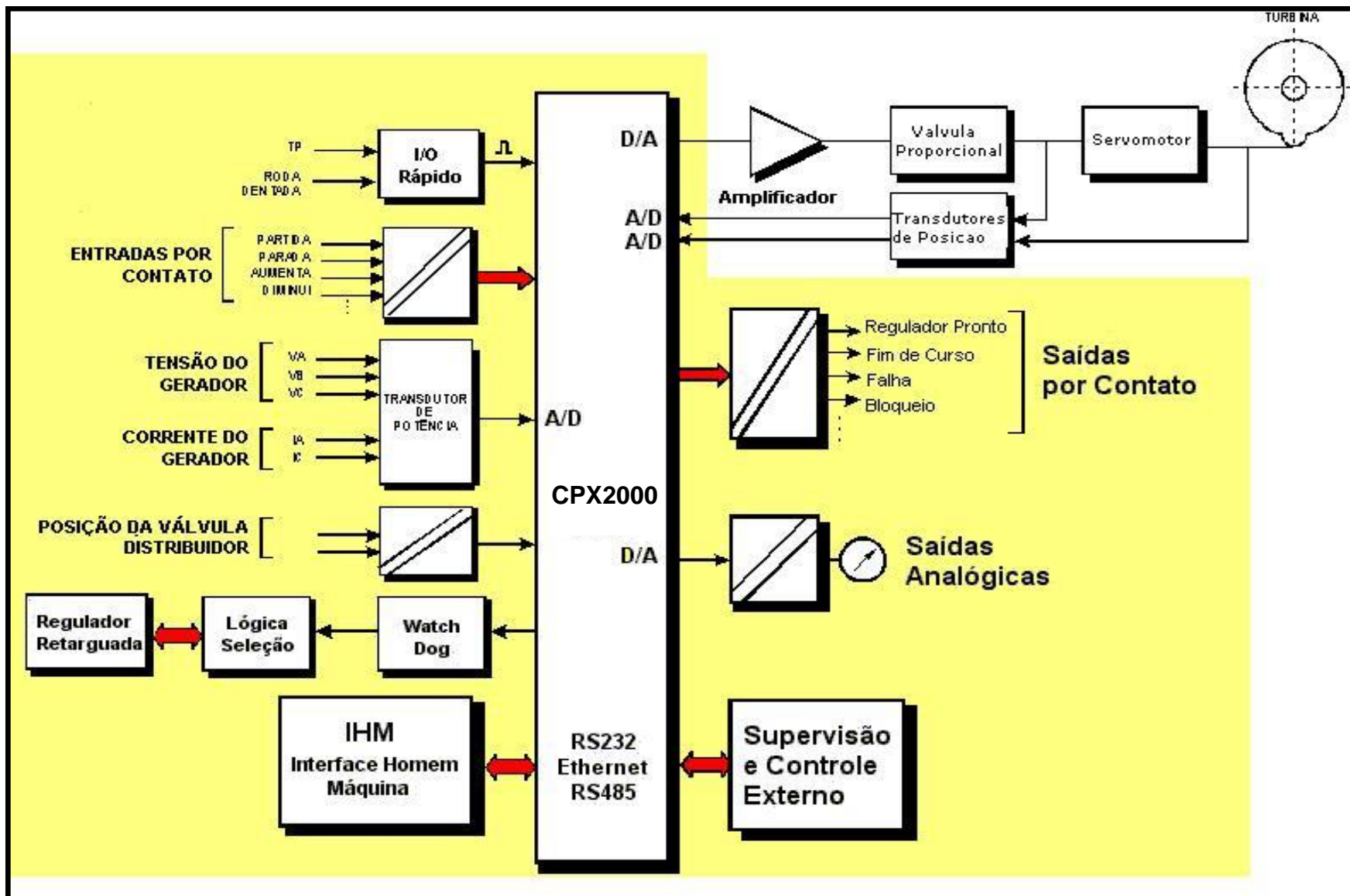
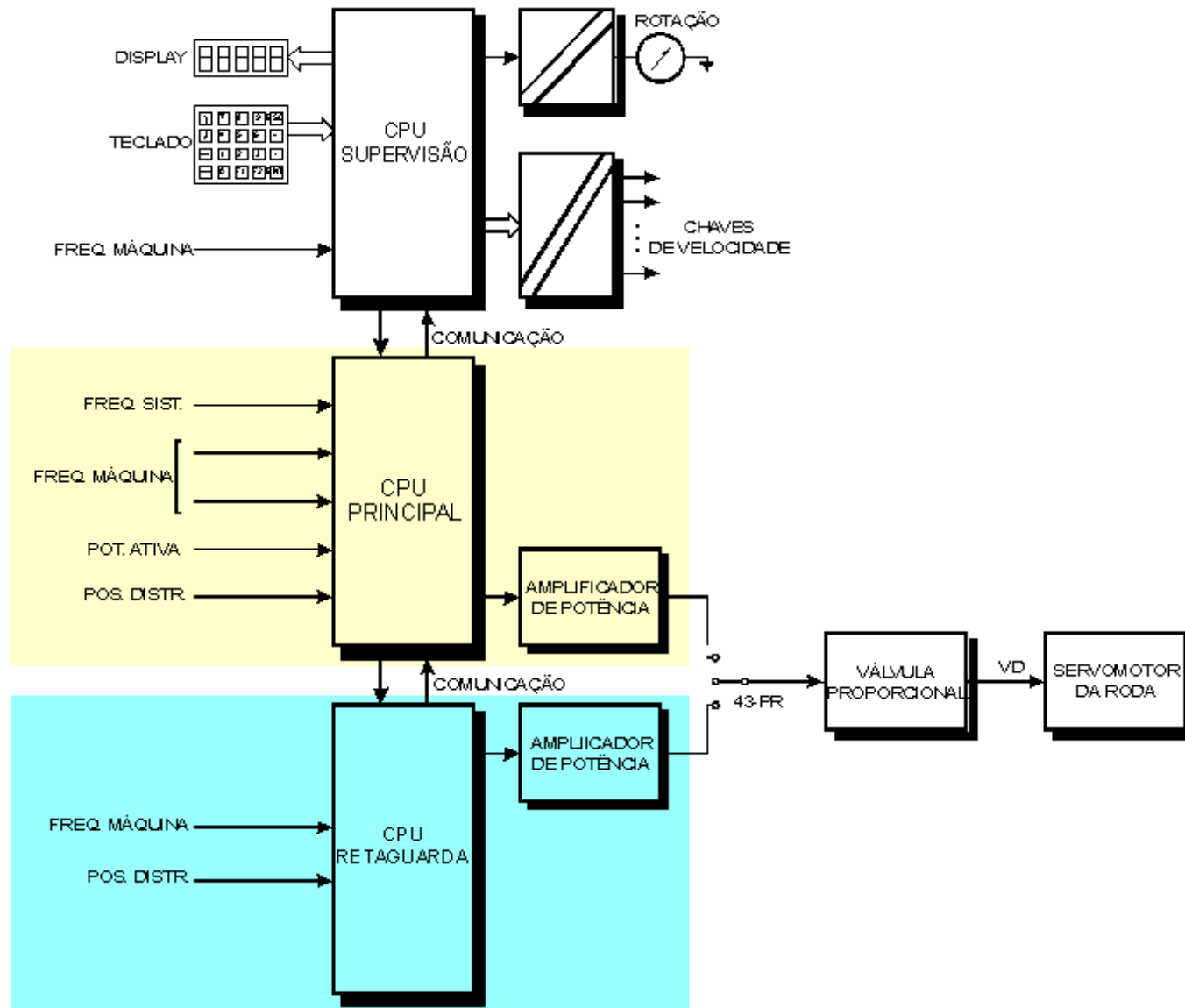




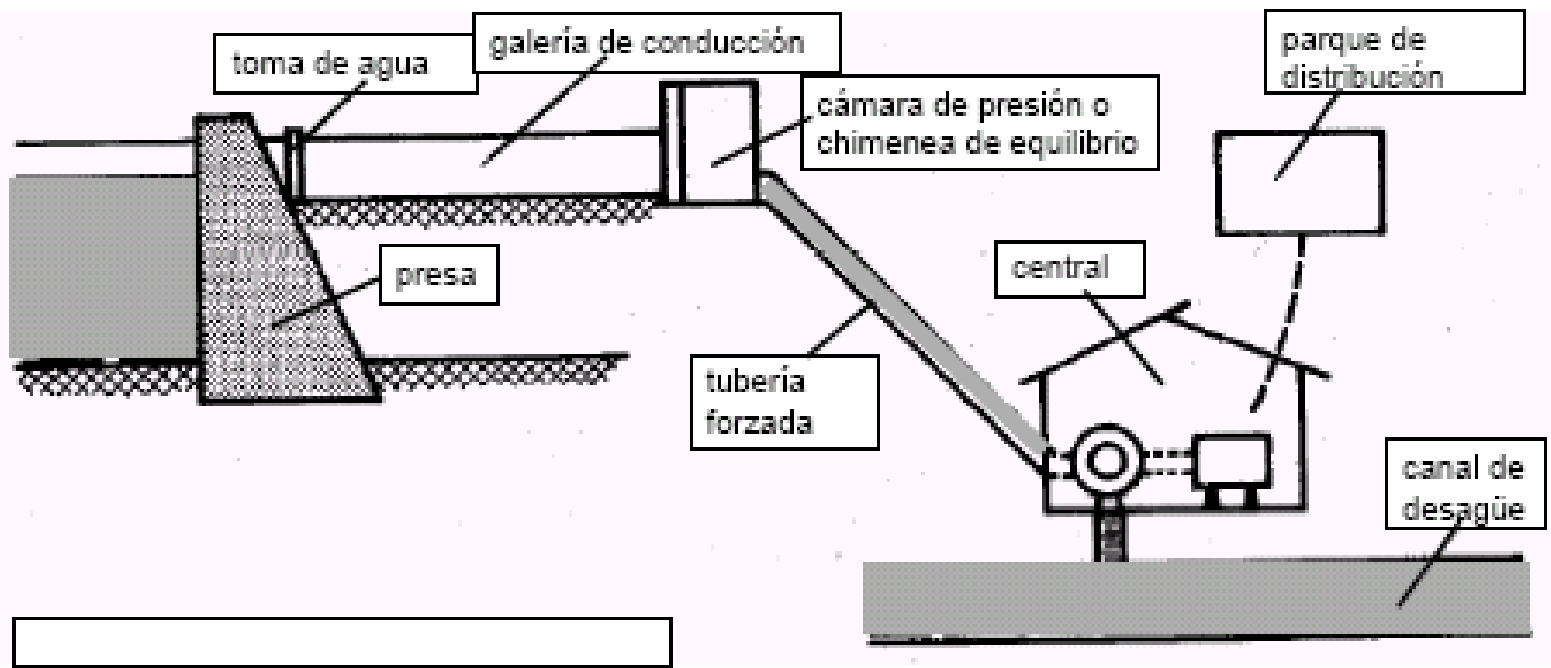
DIAGRAMA DE BLOQUES DEL RAS



COMPONENTES DE UNA CENTRAL

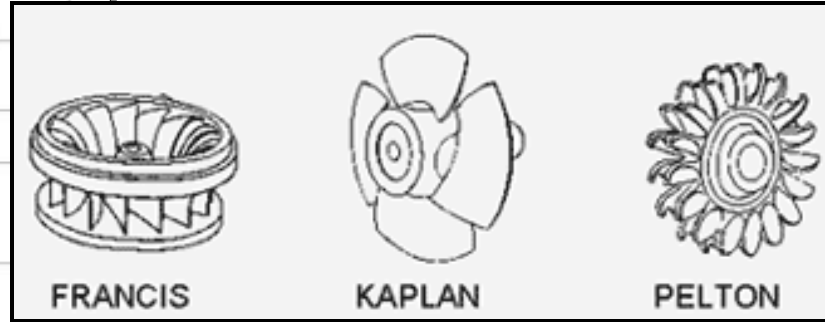
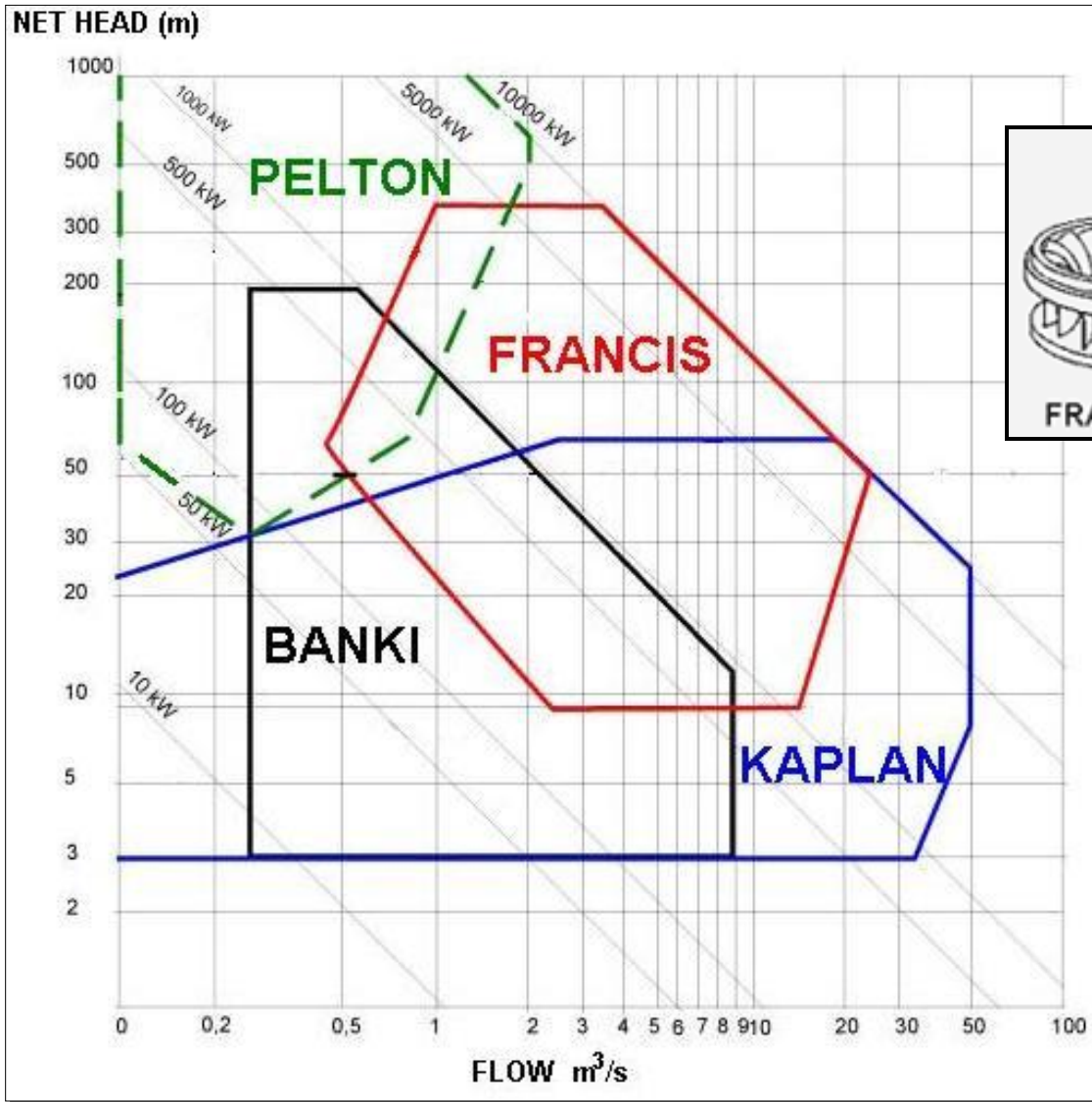
Centrales hidroeléctricas

Esquema de central hidráulica





Máquina Primaria - Caída x Caudal



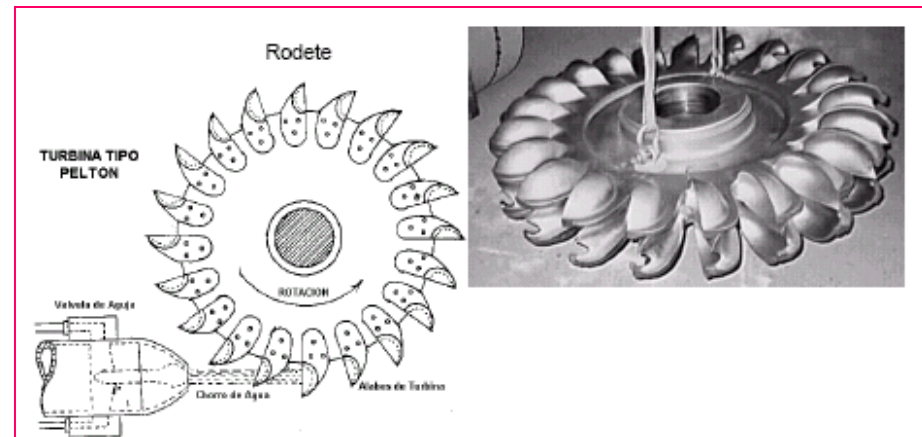
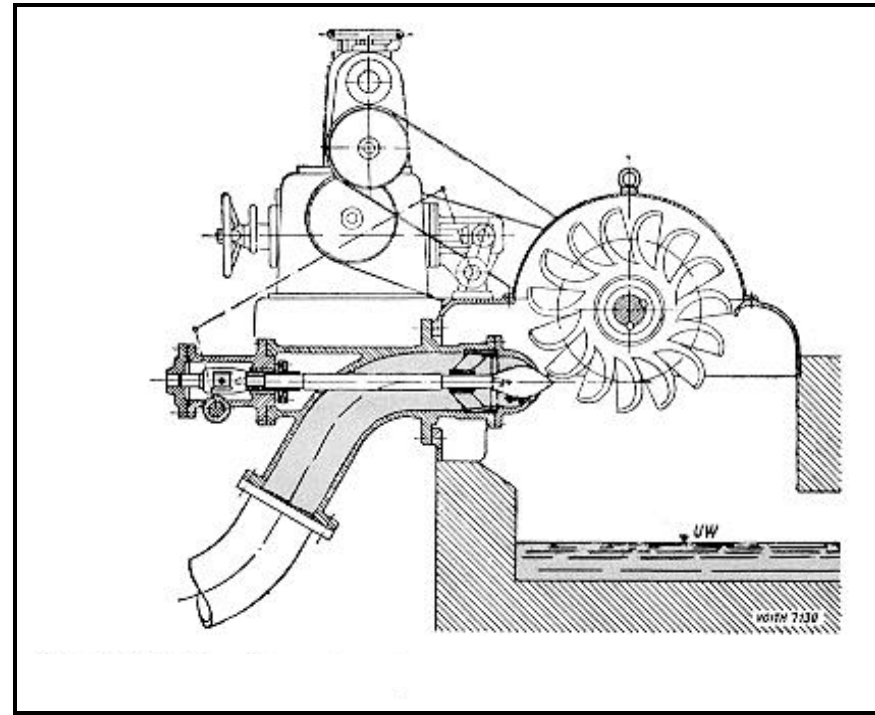
Características de las máquinas primarias por Caída y Caudal

Máquina Primaria - Turbina Pelton

Características Constructivas:

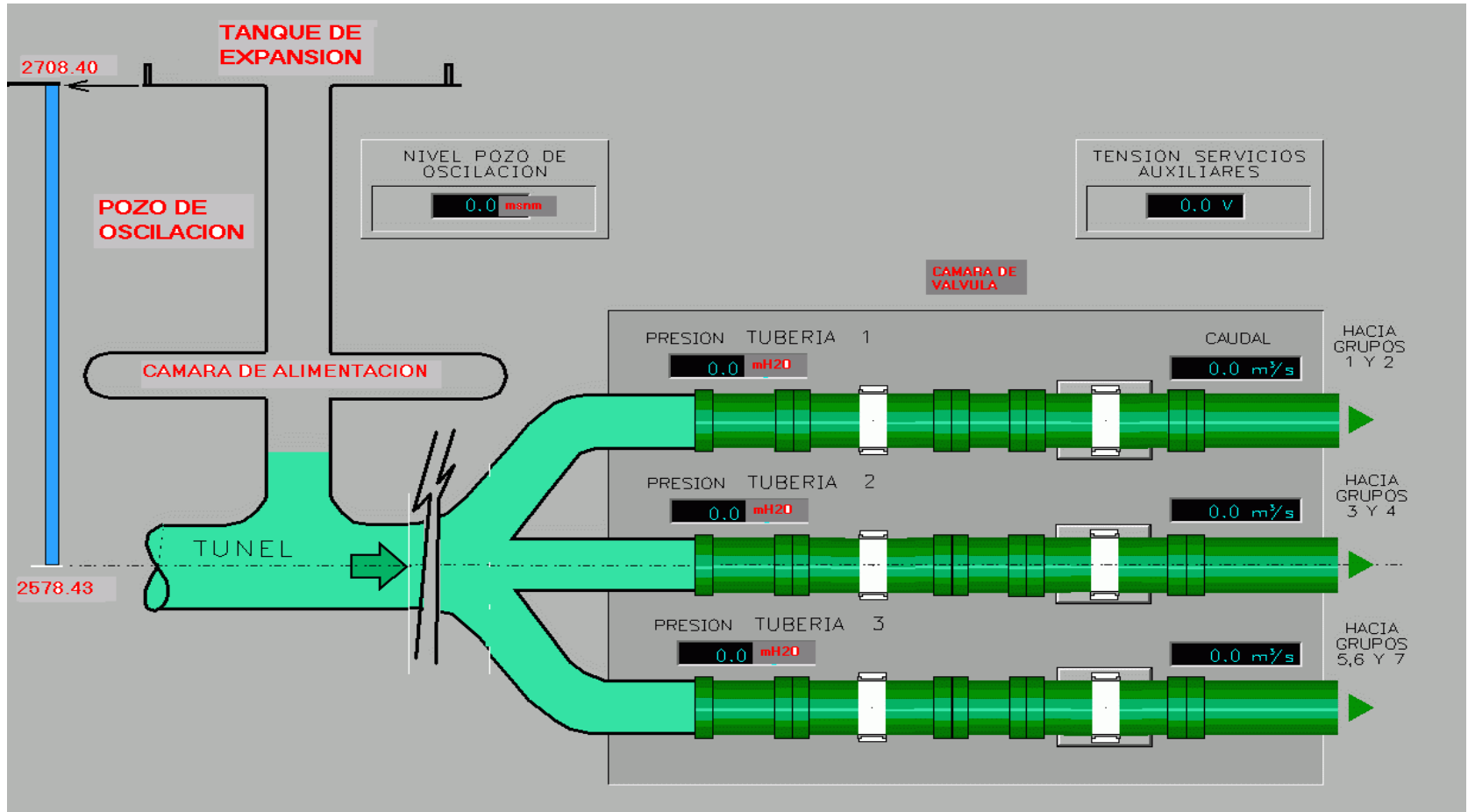
- Horizontal y Vertical
- Conducto y Caída
- Aducción y Salida de la Turbina
- Actuadores: Inyectores y Deflectores
- Deflectores Activos
- Embalse
- Potencia

La complejidad del control de Velocidad y Potencia de las Turbinas Pelton.



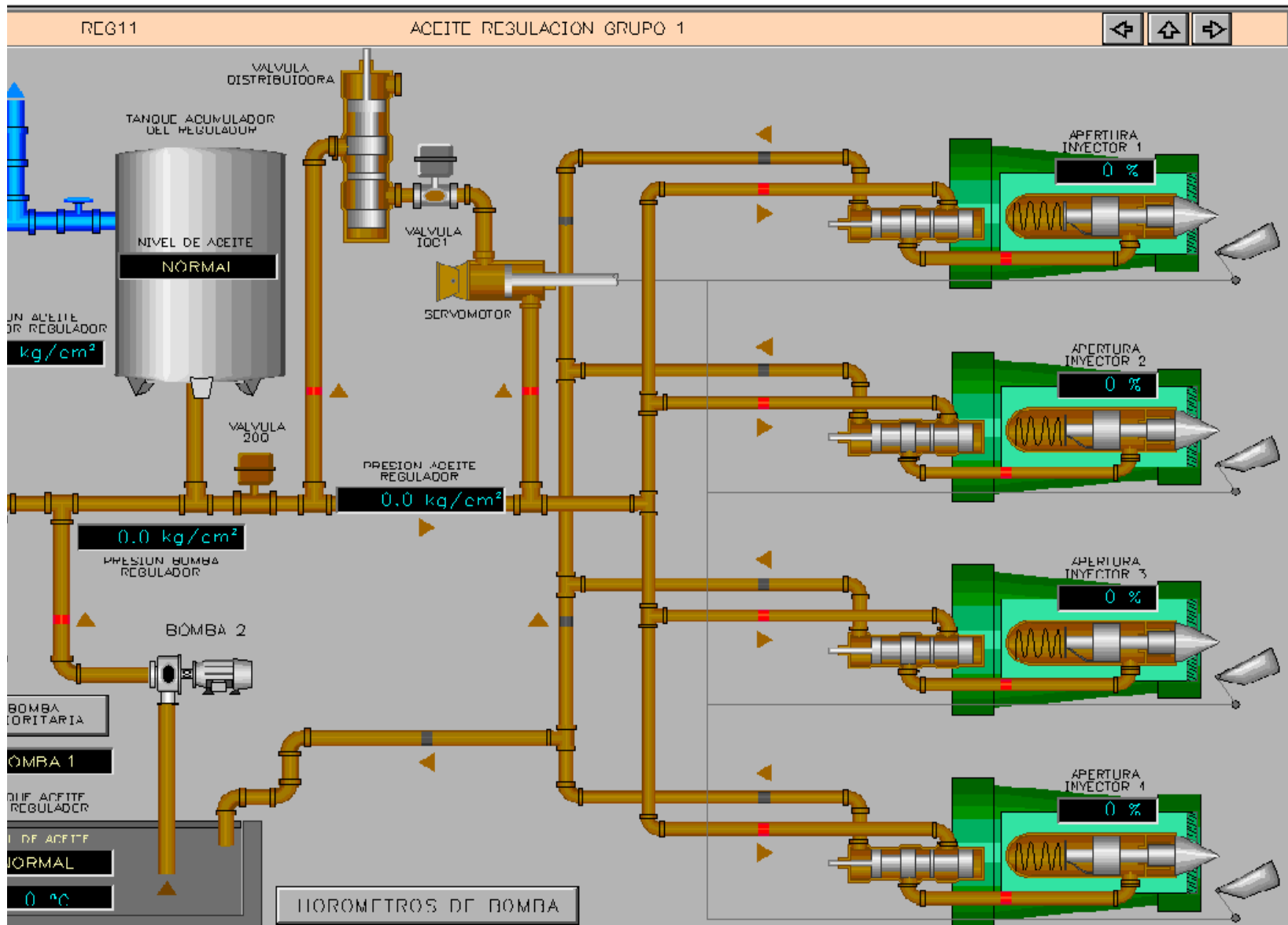


DESPLIEGE DEL SISTEMA DE EXPLOTACION:



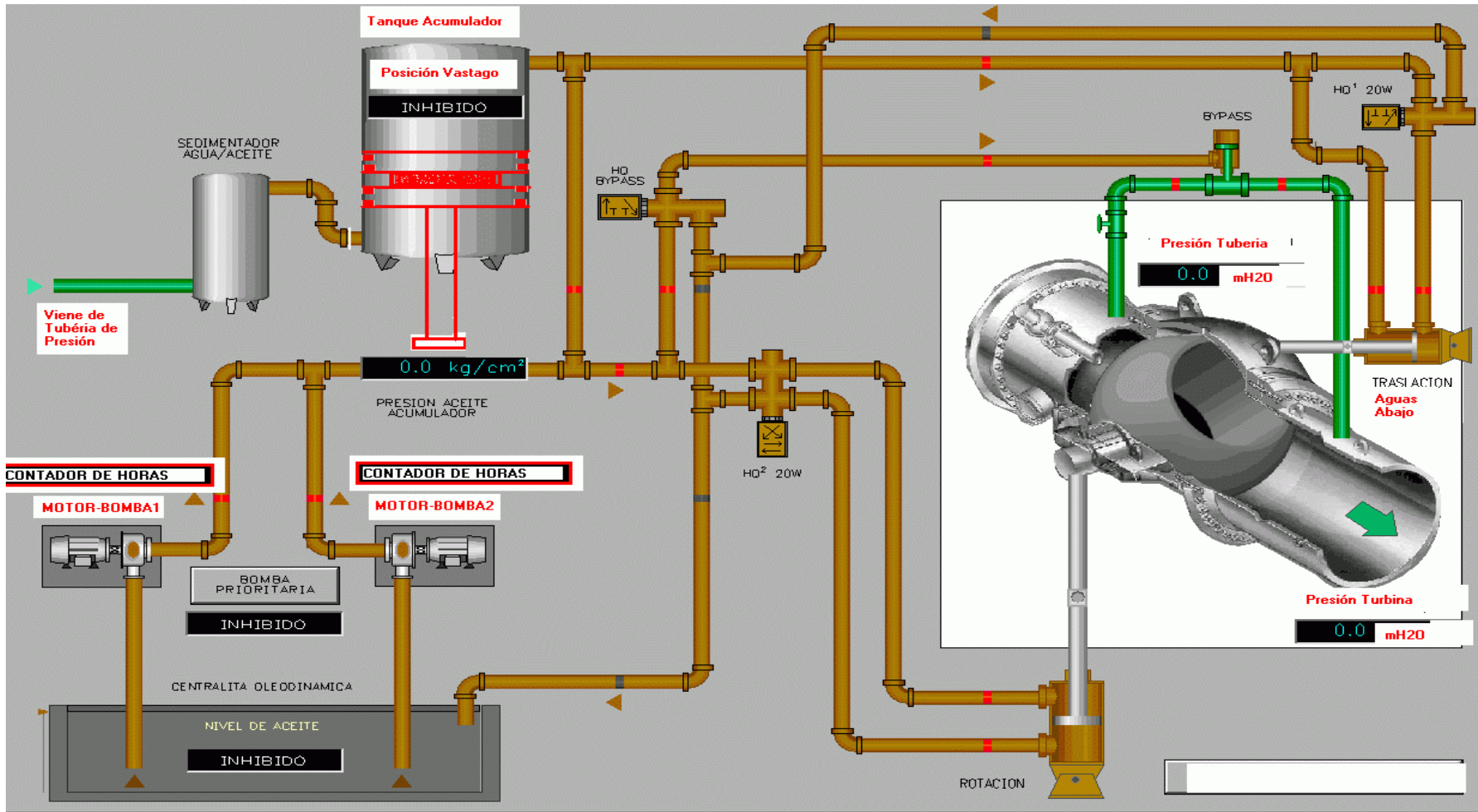


SISTEMA DE POTENCIA DEL RAS

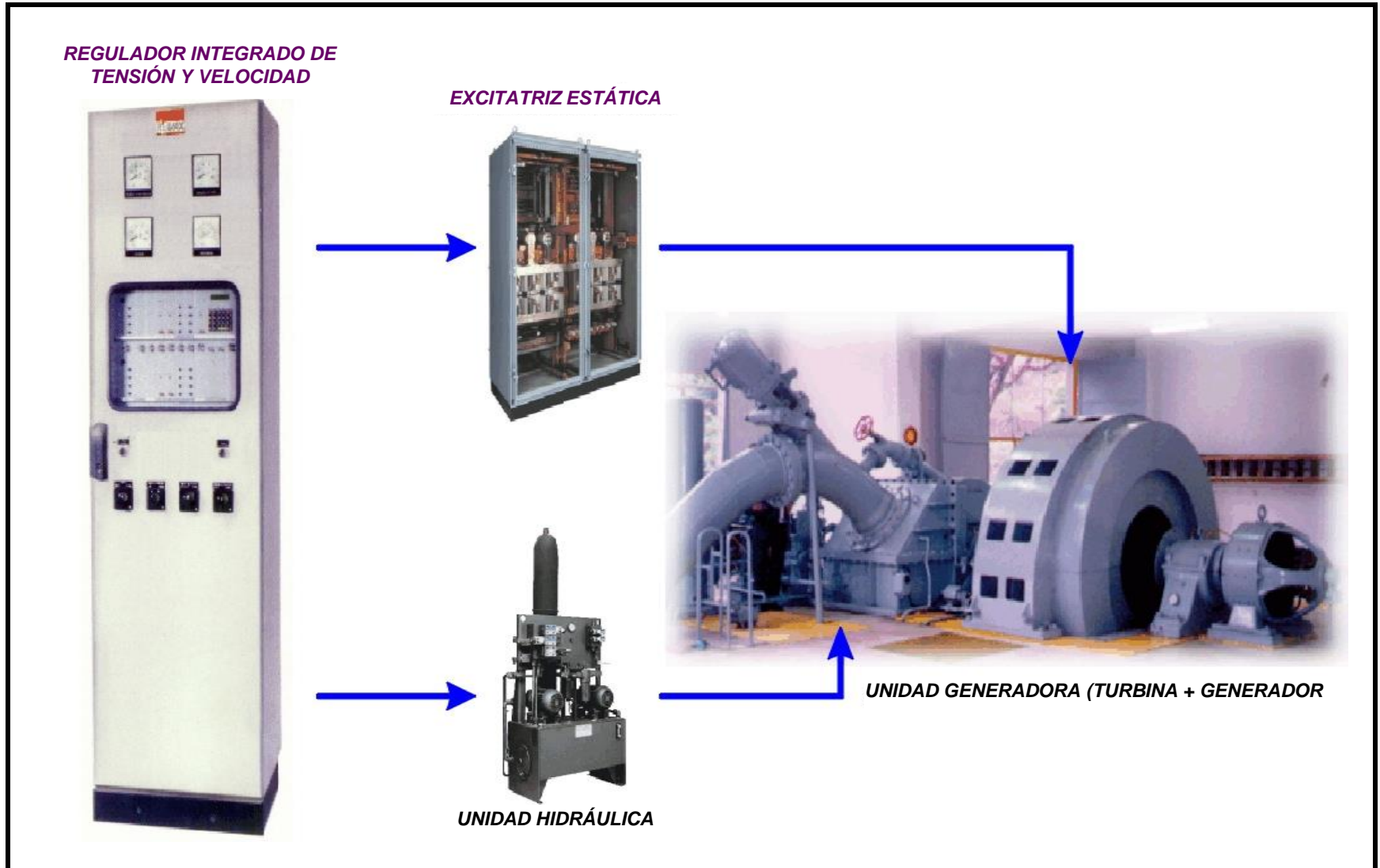




REGULACION HIDRAULICA DE FUERZA



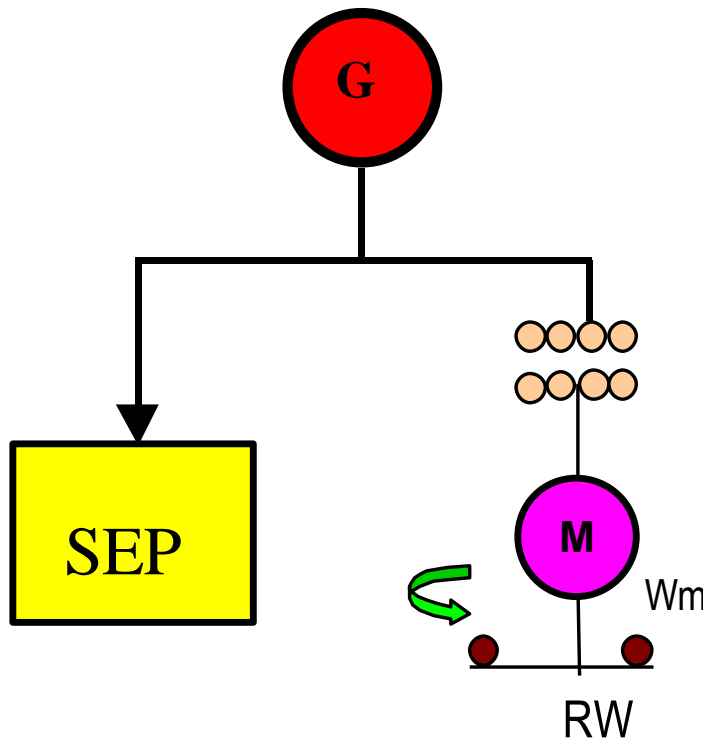
SISTEMA INTEGRADO – AVR Y RAS



GOBERNADOR AUTOMATICO DE VELOCIDAD (RAS)

ESTA CONSTITUIDO POR:

- DISPOSITIVO SENSIBLE A LA VELOCIDAD
- RELE DE VELOCIDAD O VALVULA PILOTO
- SERVO MOTOR HIDRAULICO



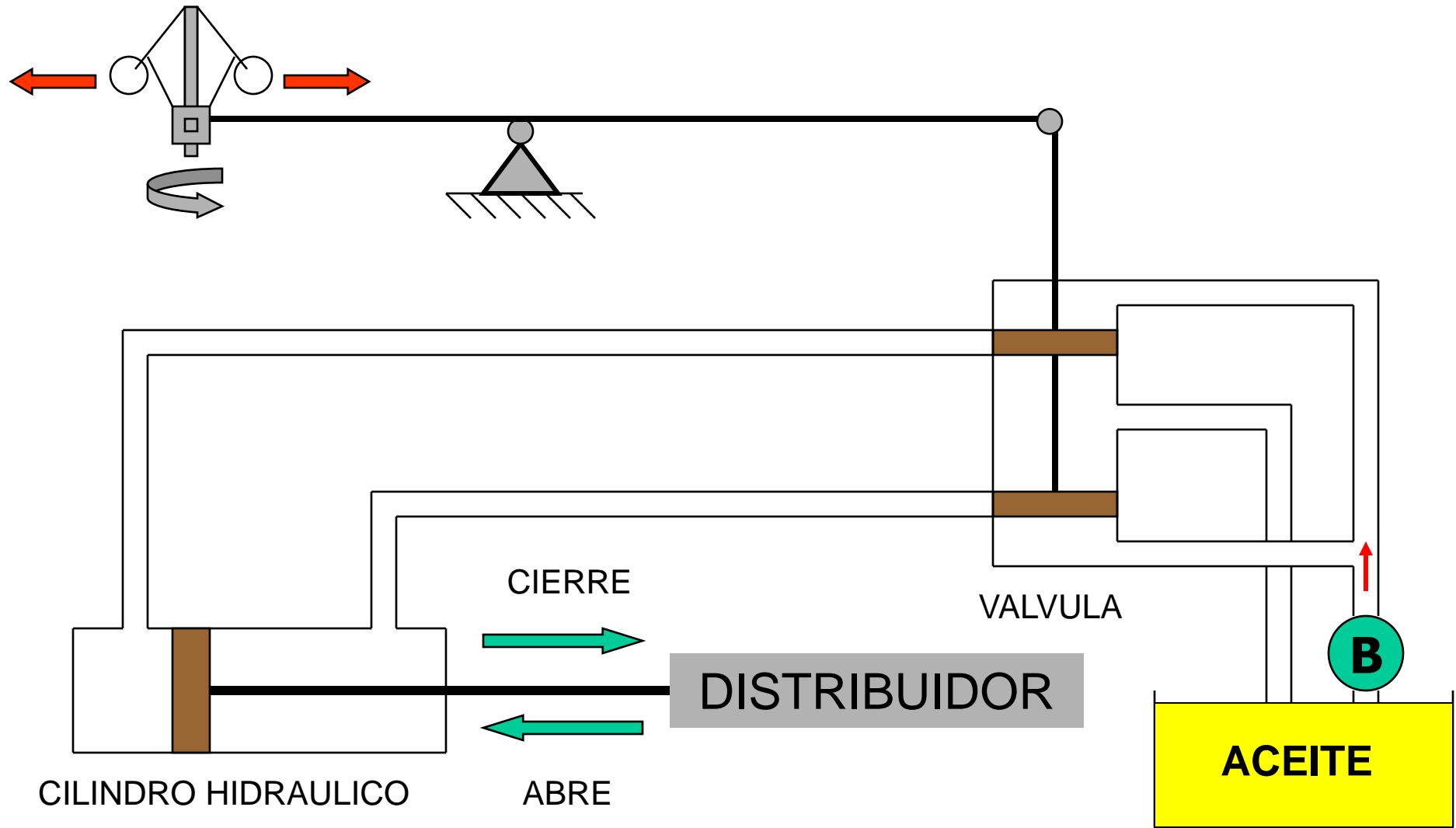
LEYENDA

G Generador sincrónico
M Motor asíncrono
SEP Sist. Elect. Potencia
RW Regulador de Watts.
Wm Velocidad mecánica

DISPOSITIVO SENSIBLE A LA VELOCIDAD

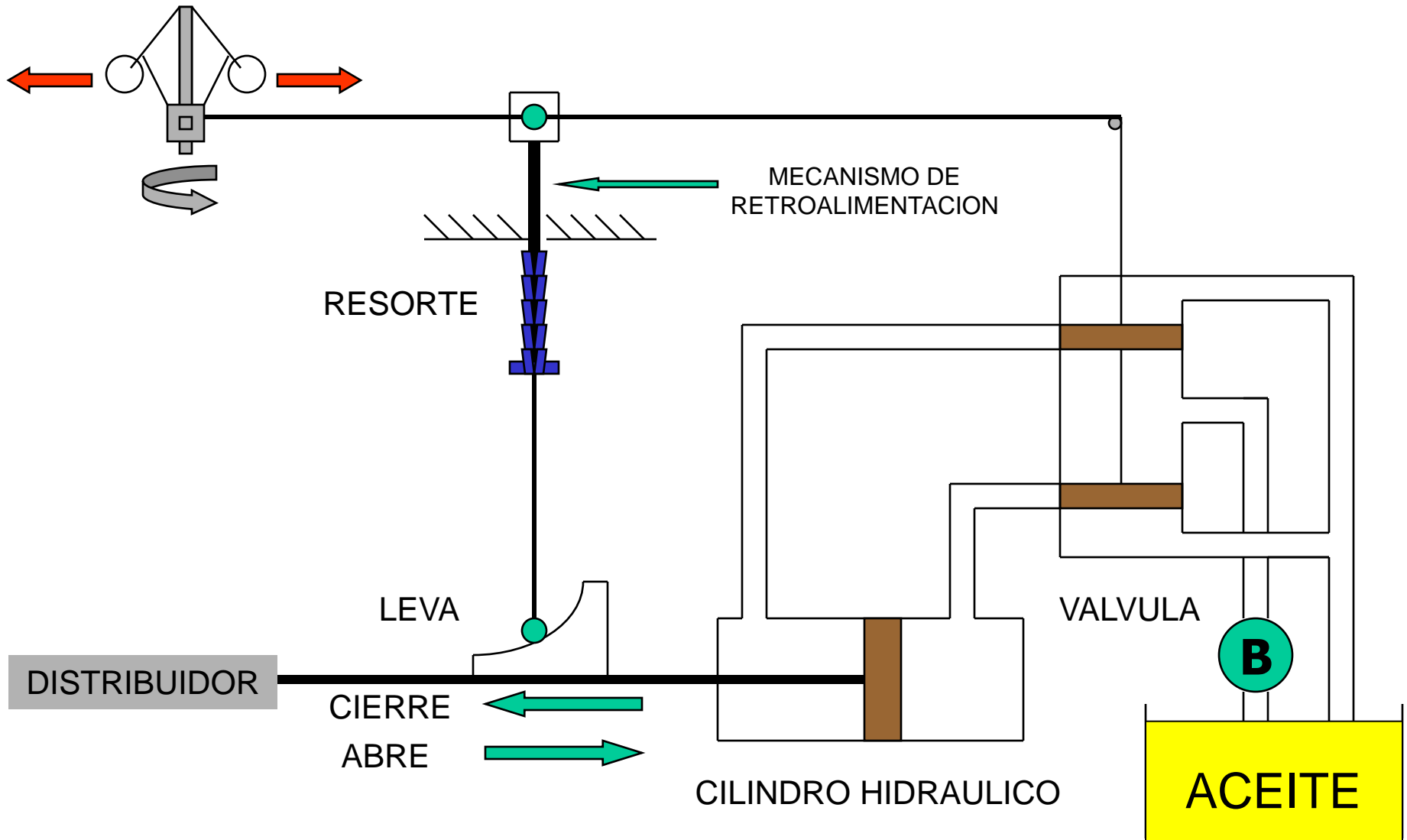


REGULACION INDIRECTA





REGULACION INDIRECTA CON RETROALIMENTACION





POR QUE MODERNIZAR ?

1.- EXIGENCIAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

- Tipos de Operación
- Naturaleza de la Cargas
- Estabilidad/Oscilaciones - Regulación Primaria
- Control Automático de Generación - Regulación Secundaria

OBJETIVO:

- Mantener/Mejorar la Calidad de la Regulación de Frecuencia



POR QUE MODERNIZAR ?

2.- PROBLEMAS DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN

- Desgastes de las Piezas Mecánicas
- **Creación de Holguras e Trabamientos**
- Desajustes frecuentes.
- **Falta de Piezas Reservas Eléctricas o Mecánicas**
- Consumo Excesivo de Aceite
- **Proceso muy largo de Partida**
- Costo Excesivo de Mantención

OBJETIVO:

- Reducir Costos de Mantención
- **Reestablecer La Confiabilidad Operativa**
- Reducir índice de fallas



POR QUE MODERNIZAR ?

3.- AUTOMATIZACION

Característica Principal:

- **Eleva la Presión del Sistema de Aceite**

Cambio a:

- **Sistema de Aceite presurizado**
- **Servomotor**
- **Válvula Distribuidora**
- **Regulador Mecánico**

Aplicación:

- **Pequeñas Turbinas**
- **Turbinas medias y Grandes.**



VENTAJAS ECONÓMICAS

- **Costos menores para los nuevos equipos**
- **Costos menores durante el tiempo em que no haya disponibilidad de máquina**
- **Estrecho relacionamiento entre Ingeniería / Proveedor / Cliente.**
- . **Aumento de la confiabilidad del sistema.**



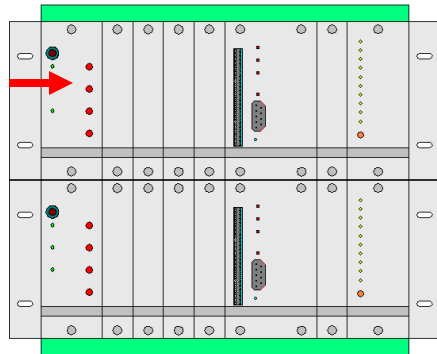
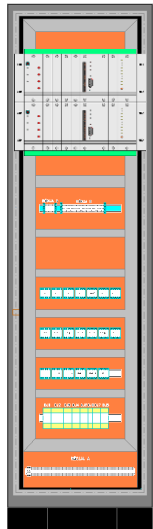
INFORMACIONES BÁSICAS DEL RAS

- Potencia y Tipo de la turbina
- Caída nominal
- Presión del Sistema de Aceite
- Cantidad, trayecto y volume de los servomotores
- Tiempo de cierre de los servomotores
- Volumen de la cámara de control de la válvula distribuidora



FUNCIONES DEL RAS

REGULADOR DE VELOCIDAD



DOBLE CANAL



CARACTERÍSTICAS POR CONTROLADOR

REGULACIÓN DE VELOCIDAD

REGULACIÓN DE POTENCIA

CONTROL DE POSICIÓN

REFERENCIAS DE VELOCIDAD Y POTENCIA

RAMPEAMIENTO Y TOMA DE CARGA

LIMITADOR DE APERTURA

RELES DE POSICIÓN PARA AUTOMATISMOS

RELES DE POTENCIA PARA AUTOMATISMOS

RELES DE VELOCIDAD PARA AUTOMATISMOS

SUPERVISIÓN DE FALLAS (ALARMAS Y TRIPS)

MONITOREO DE SUBSISTEMAS Y OPERACIÓN

GENERACIÓN DE REGISTRO DE SEÑALES

GENERACIÓN DE REGISTRO DE EVENTOS

CANAL
CONTROLADOR
1 PRINCIPAL

CANAL
CONTROLADOR 2
RETAGUARDA

LÓGICAS Y FUNCIONES CUSTOMIZADAS DE
ACUERDO CON LA NECESIDAD DEL CLIENTE



CARCATERISTICAS DEL RAS

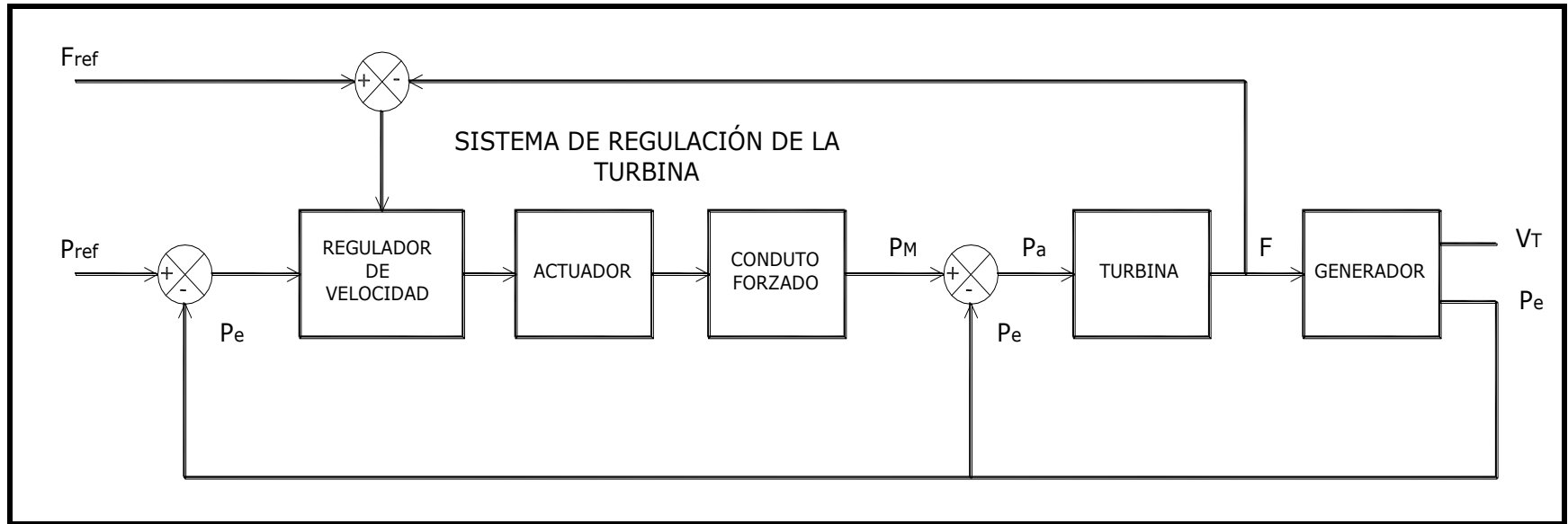
- Algoritmo de Control PID o equivalente
- **Tecnología del Regulador: Digital**
- Doble Canal de Regulación Automática con canales independientes.
- **Alteración de Parâmetros “On Line”, con equipo en operación;**
- Programabilidad en ambiente windows
- **Comunicación en red con protocolo industrial abierto;**
- Generación Interna de Registros de Senales
- **Generación Interna de Registros de Eventos**
- Interfaz Amigable (IHM) Gráfica



CARCATERISTICAS DEL RAS

- Control conjunto de potencia activa
- Dispositivo mecánico de protección contra sobrevelocidad
- Detector de movimiento indebido (creep detector)
- Protección contra pérdida de presión en la toma de agua.
- Limitador de abertura e de potencia
- Parada parcial sin Rechazo de carga
- Lógica de Partida y Parada automáticas
- Garantía de desempeño para la regulación de potencia.

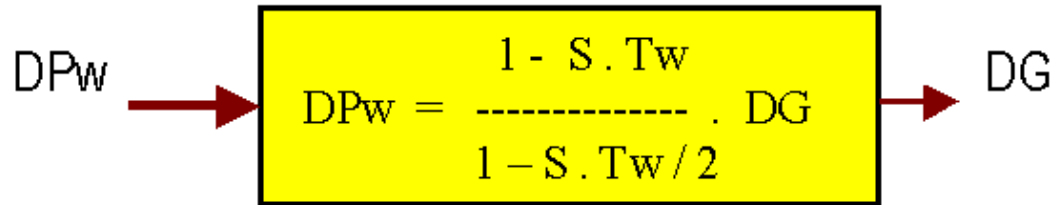
SÍNTESIS DEL SISTEMA



QUE INFORMA EL GOBERNADOR AL SISTEMA DE SUPERVISION?

- Medida de la Velocidad w_r
- Apertura de Inyectores
- Posición del Servomotor
- Medida del limitador y variador

FUNCION DE TRANSFERENCIA



$$T_w = \sum \frac{L_i \cdot V_i}{g \cdot H_i} \quad L \text{ y } H (\text{m}), V (\text{m/s}), g (\text{m/s}^2)$$

DP_w = Cambios en la potencia mecánica.

DG = Cambios de posición del sistema de admisión de agua.

T_w = Cte. de tiempo del agua en la tubería de presión.

Esta ecuación representa la función de transferencia clásica de una turbina. Es que la potencia varía con la apertura de alabes.

T_w es conocido como el tiempo de partida del agua. Representa el tiempo requerido para acelerar el agua en el conducto desde el reposo hasta la velocidad U₀, bajo la caída U₀. Se debe observar que T_w varía con la carga, cuanto mayor la carga, mayor es el valor de T_w. Valores típicos de T_w a plena carga están entre 0,5 y 4 segundos.



VELOCIDAD Y POTENCIA MECANICA

La velocidad del agua en el conducto es data por:

$$V = K_u .G. \sqrt{H}$$

La potencia mecánica desarrollada por la turbina esta data:

$$P_m = K_p .H. V$$

Donde:

V = Velocidad

G = Posición de alabes

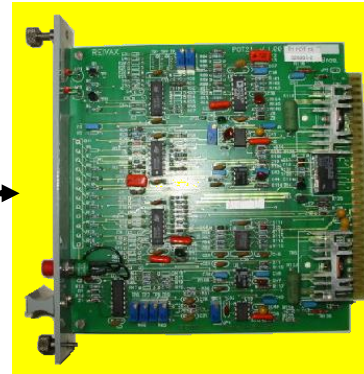
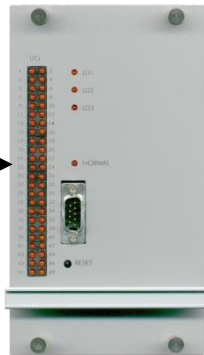
H = Caída hidráulica en los alabes

K_u = Constante de proporcionalidad

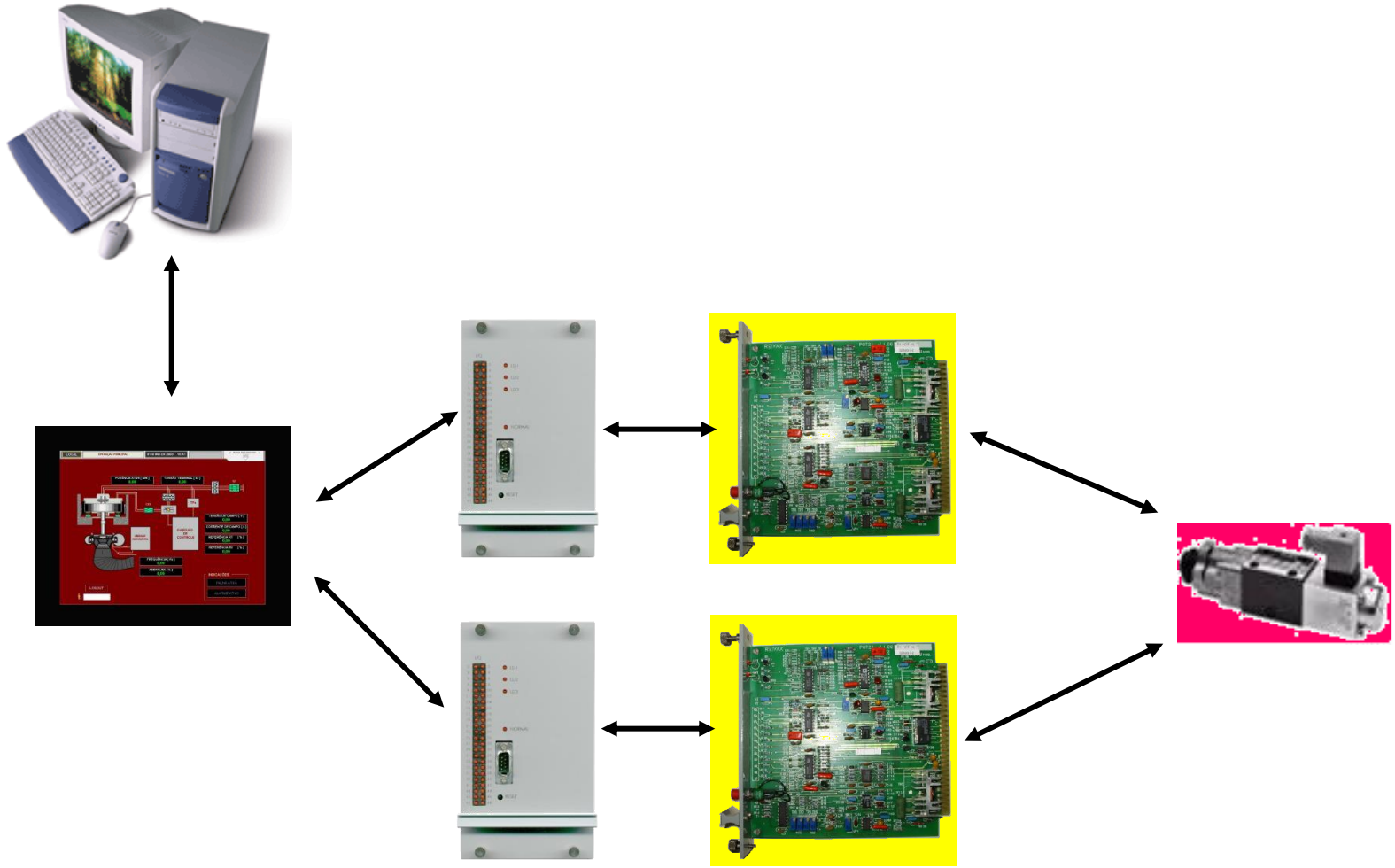
K_p = Constante de proporcionalidad



RAS MONO CANAL

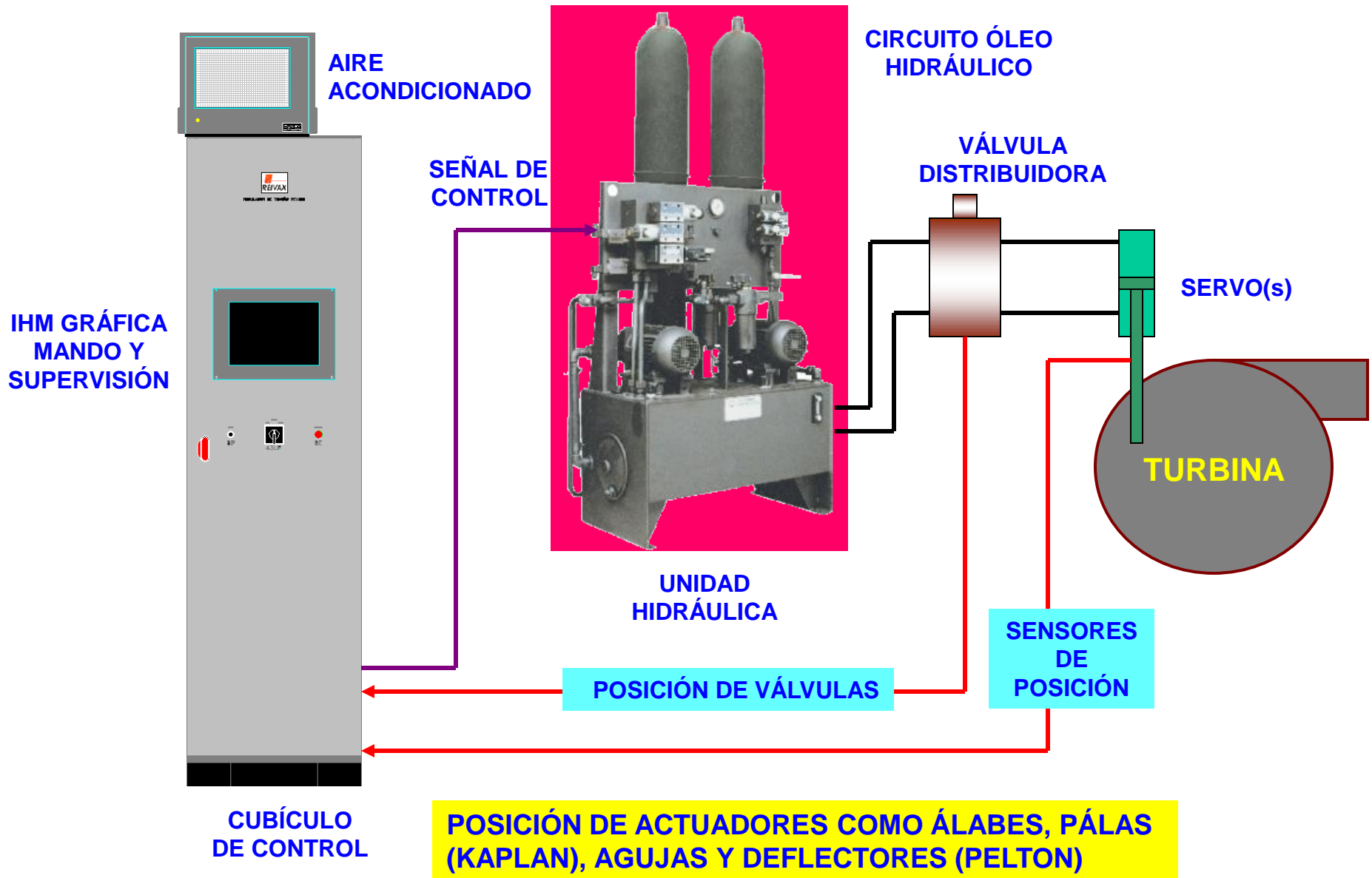


RAS DOBLE CANAL





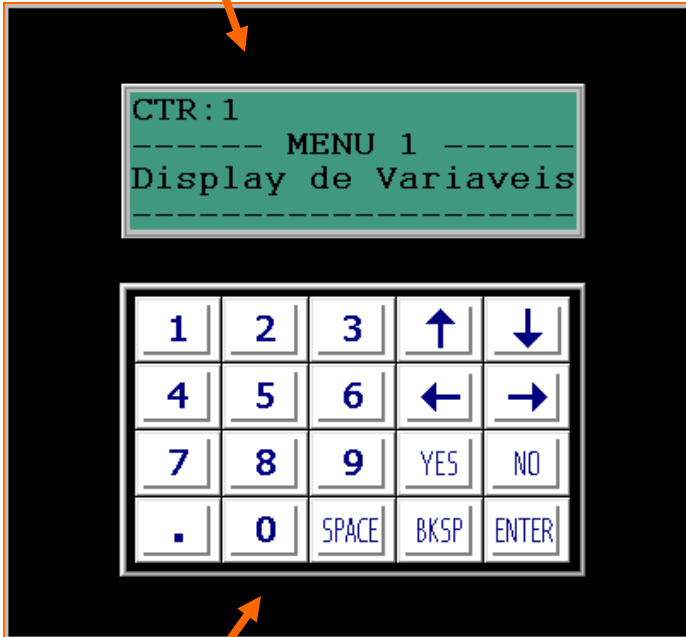
COMPONENTES DEL RAS





CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA IHM

Display 4 Linha y 40 Colunas



Teclado 20 Teclas (4 de Navegación)

Teclado de Membrana Impermeable

Display RETRO ILUMINADO

Navegación Circular con Atajos

Comunicación en serie RS232

Visualización de mensajes y variables

Mandos y Ajustes "ON LINE"

Control de Contraseña para Usuarios

Estructuras - Supervisión y Control



QUE TAL UN