

621.319
MAR



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“SISTEMA DE CONTROL OLEODINAMICO DE LA
CENTRAL HIDROELECTRICA DAULE – PERIPA PARA
LA REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD Y APERTURA Y
CIERRE DE LA VÁLVULA MARIPOSA”**

TOPICO DE GRADUACIÓN

**Previo a la obtención del Título de:
INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

**Especialización:
POTENCIA**



D-27428

Presentado por:

**Luis Alberto Maruri Mendoza
Efrén Luis Orellana Cárdenas**

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO

2002

Agradecimiento

Al Ing. Juan Saavedra, nuestro director de Tópico, guía y ayuda.

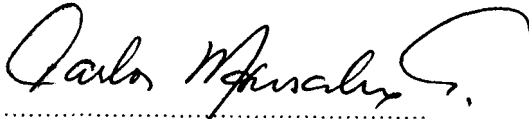
A todos quienes conforman la ESPOL, estimados profesores, directivos y trabajadores.

A familiares y amigos que en todo momento han estado con nosotros.

Dedicatoria

**A DIOS, A NUESTROS PADRES
Y HERMANOS**

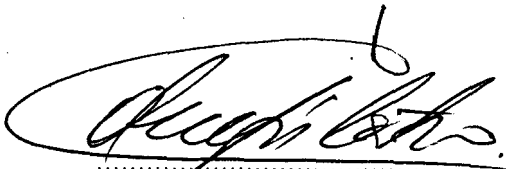
TRIBUNAL DE GRADO



.....
ING. CARLOS MONSALVE
Presidente del Tribunal



.....
ING. JUAN SAAVEDRA
Director del Tópico



.....
ING. EDUARDO LEON
Miembro Principal



.....
ING. ALBERTO MANZUR
Miembro Principal

DECLARACIÓN EXPRESA

“ La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este proyecto, nos corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual del mismo, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

Luis Maruri M.

LUIS A. MARURI MENDOZA

Efren Orellana C.

EFREN L. ORELLANA CARDENAS

RESUMEN

El presente trabajo muestra un análisis del sistema de control oleodinámico que tiene cada una de las turbinas Francis y válvulas mariposa de la Central Hidroeléctrica Daule – Peripa.

Primero, se realiza una descripción general de la central, aspectos como las características que tiene el proyecto, la disponibilidad de la energía que genera, los propósitos que cumple al formar parte de un proyecto hidráulico múltiple, la tecnología que utiliza, así como también, su participación en el nuevo sector eléctrico.

También, el capítulo uno trata sobre las turbinas Francis y las válvulas mariposa que son fundamentales en nuestro estudio.

El siguiente capítulo tiene como objetivo mencionar los componentes de un sistema oleodinámico en forma didáctica, clara y sencilla. Para esto hemos utilizado diferentes tipos de gráficos y diagramas que muestran de una manera muy simple el funcionamiento de cada dispositivo. Nos permite conocer la manera en que se representan los diversos circuitos hidráulicos de aceite.

Debido a la extensión del tema, no detallaremos todos los elementos que se utilizan en un sistema de aceite, sino los que forman parte del control de regulación de velocidad de las turbinas y los de apertura y cierre de la válvula mariposa de cada una de las unidades de generación.

En la tercera parte de nuestro trabajo, describimos los elementos del sistema de una forma específica, es decir, los que intervienen en el control oleodinámico, dando a conocer el fabricante, características técnicas y la función que cumplen dentro de él. Para esto se muestran figuras y símbolos de los elementos.

En el capítulo cuatro se desarrolla el propósito clave de este trabajo, ya que en él se compaginan todos los conocimientos adquiridos anteriormente. Se estudia todo el grupo de componentes trabajando en conjunto siguiendo paso a paso las funciones que desempeñan estos hasta obtener la acción esperada.

Por último, expresamos nuestro criterio sobre el sistema y hacemos unas recomendaciones.

INDICE GENERAL

	Pag.
RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	XII
INDICE DE TABLAS.....	XVI
INDICE DE PLANOS.....	XVII
INDICE DE APENDICES.....	XVIII
INTRODUCCIÓN.....	1
I. GENERALIDADES DE LA CENTRAL.....	2
1.1 Ubicación.....	3
1.2 Características del proyecto.....	3
1.3 Parte de proyecto múltiple.....	4
1.4 Energía que genera.....	5
1.5 Concesión de la Central.....	6
1.6 Operación de la Central.....	7
1.7 Automatización de la Central.....	8
1.8 Descripción de la obra.....	11
1.9 Válvula Mariposa.....	16
1.9.1 Válvula de by-pass.....	18
1.9.2 Válvula de escape de aire.....	19
1.10 Turbinas, partes y obras relacionadas.....	20
1.10.1 Tubo de aspiración.....	20
1.10.2 Junta de desmontaje.....	21
1.10.3 Anillo predistribuidor y caja espiral.....	22
1.10.4 Distribuidor.....	24

1.10.5	Rodete.....	25
1.10.6	Eje.....	26
1.10.7	Tapas superior e inferior.....	27
1.10.8	Cojinete guia.....	28
1.10.9	Cojinete combinado empuje / guia.....	29
1.10.10	Sistema de inyección de aceite.....	29

II.	COMPONENTES DE UN SISTEMA OLEODINÁMICO.....	31
2.1	Símbolos gráficos hidráulicos.....	31
2.2	Depósitos.....	37
2.2.1	Elementos del depósito.....	39
2.2.2	Intercambiadores de calor.....	43
2.3	Actuadores hidráulicos.....	46
2.4	Controles de dirección.....	48
2.4.1	Válvulas antirretorno.....	49
2.4.2	Válvulas de dos, tres y cuatro vías.....	51
2.5	Controles de presión.....	53
2.5.1	Válvula de seguridad.....	53
2.6	Controles de caudal.....	54
2.7	Válvulas proporcionales.....	56
2.8	Servoválvulas.....	58
2.8.1	Linealidad.....	60
2.9	Bombas hidráulicas.....	61
2.9.1	Bomba de engranajes.....	62
2.9.2	Bomba de paletas.....	63
2.9.3	Bomba de pistones.....	64
2.10	Accesorios.....	65
2.10.1	Acumuladores.....	66

2.10.2	Preostatos.....	67
2.10.3	Manómetros.....	69
III.	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.....	70
3.1.	Grupo de bombeo, descripción y función de los componentes.....	70
3.1.1	Tanque de recolección de aceite.....	71
3.1.2	Grupo moto-bomba PR1-2 / 88PR1-2.....	75
3.1.3	Interruptor de presión de la bomba del grupo de bombeo 63PR1-2.....	78
3.1.4	Termostato del grupo de bombeo 38TS8.....	79
3.1.5	Indicador de nivel del grupo de bombeo LS3.LL-LS3.HH...79	
3.1.6	Válvula de seguridad n6.....	80
3.1.7	Filtro doble O3.....	82
3.1.8	Intercambiador de calor HE1 – HE2.....	83
3.1.9	Válvula de retención r1,r2,r3.....	85
3.1.10	Válvula de carga PCV-IN.....	87
3.1.11	Válvula de intermitencia 20IN.....	89
3.1.12	Válvula de aislamiento 20Q.....	91
3.1.13	Servoválvula electro-hidráulica SVE-P3.....	94
3.1.14	Válvula de distribución principal DT.....	96
3.1.15	Válvula de cierre de emergencia De.....	98
3.2.	Acumulador aire / aceite AQ1.....	100
3.2.1	Descripción.....	100
3.2.2	Indicador magnético de nivel LS1 – LT1.....	104
3.3	Compresor de aire.....	106
3.4	Servomotores.....	107
3.4.1	Servomotores del distribuidor de la turbina.....	107
3.4.2	Servomotores de la válvula mariposa.....	110

3.5	Regulador electrónico de velocidad.....	112
IV.	OPERACIÓN.....	116
4.1	Circuito de producción y acumulación de aceite en presión.....	116
4.2	Circuito de mando del distribuidor de la turbina.....	122
4.3	Circuito de mando de la válvula mariposa y de su válvula de bypass.....	126
4.3.1	Generalidades.....	126
4.3.2	Secuencias operativas.....	129
4.3.3	Apertura de la válvula mariposa.....	132
4.3.4	Cierre de la válvula mariposa.....	134
4.3.5	Cierre imperativo de la válvula mariposa.....	136
4.4	Operación del regulador electrónico de velocidad.....	137
4.4.1	Operación manual.....	138
4.4.2	Operación automática.....	139
4.4.2.1	Automático – local.....	140
4.4.2.2	Automático – remoto.....	141
4.4.3	Operación en paralelo.....	141
4.4.4	Parada de la unidad.....	142
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	143

PLANOS

APENDICES

BIBLIOGRAFIA

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1.1	Vista frontal de la central.....2
Figura 1.2	Vertedero.....5
Figura 1.3	Sala de control.....9
Figura 1.4	Perfil de la central.....10
Figura 1.5	Compuertas de la bocatoma.....11
Figura 1.6	Bifurcacion de la tubería de presion.....12
Figura 1.7	Chimenea de equilibrio.....12
Figura 1.8	Montaje de uno de los rotores.....13
Figura 1.9	Interior de la casa de maquinas.....14
Figura 1.10	Transformador principal.....14
Figura 1.11	Subestación.....15
Figura 1.12	Primeras torres de las líneas de transmisión.....16
Figura 1.13	Premontaje de la válvula mariposa.....16
Figura 1.14	Válvula de by-pass.....19
Figura 1.15	Maqueta de la turbina Francis.....20
Figura 1.16	Anillo predistribuidor.....23
Figura 1.17	Caja espiral.....23
Figura 1.18	Montaje del distribuidor.....24
Figura 1.19	Premontaje del rodete.....26
Figura 1.20	Acoplamiento eje turbina – generador.....27
Figura 2.1	Diferentes tipos de líneas.....32
Figura 2.2	Símbolos de bombas y motores.....33
Figura 2.3	Símbolos de los cilindros.....33
Figura 2.4	Símbolos de las válvulas.....34
Figura 2.5	Circuito hidráulico completo.....35
Figura 2.6	Componentes sobre el depósito.....37

Figura 2.7	Elementos del depósito.....	38
Figura 2.8	Diferentes filtros de aire.....	40
Figura 2.9	Placa desviadora.....	42
Figura 2.10	Calentador.....	44
Figura 2.11	Refrigerador por agua.....	45
Figura 2.12	Refrigerador por aire.....	45
Figura 2.13	Cilindro de simple efecto con retorno por resorte.....	46
Figura 2.14	Cilindro básico de doble efecto.....	47
Figura 2.15	Partes de un cilindro de doble efecto.....	48
Figura 2.16	Funcionamiento de válvula antirretorno.....	50
Figura 2.17	Válvula tipo corredera de dos vías.....	51
Figura 2.18	Válvula tipo corredera de cuatro vías.....	52
Figura 2.19	Válvula de seguridad.....	54
Figura 2.20	Regulación a la entrada.....	55
Figura 2.21	Regulación a la salida.....	56
Figura 2.22	Partes de una válvula proporcional.....	57
Figura 2.23	Servomecánico.....	58
Figura 2.24	Servoválvula eléctrica.....	59
Figura 2.25	Linealidad de la servoválvula.....	60
Figura 2.26	Bomba de engranajes externos.....	62
Figura 2.27	Bomba de engranajes internos.....	63
Figura 2.28	Bomba de paletas.....	64
Figura 2.29	Bomba de pistones.....	65
Figura 2.30	Acumulador.....	66
Figura 2.31	Tipos de acumuladores.....	67
Figura 2.32	Preostato.....	68
Figura 2.33	Manómetro de Bourbon.....	69
Figura 3.1	Grupo de bombeo de aceite.....	70
Figura 3.2	Interior del tanque de recolección de aceite.....	73

Figura 3.3	Exterior del tanque de recolección de aceite.....	75
Figura 3.4	Grupo moto-bomba y sus componentes.....	76
Figura 3.5	Interruptor de presión 63PR1.....	78
Figura 3.6	Indicador de nivel LL3.LL/HH y termostato 38TS8.....	80
Figura 3.7	Esquema de válvula de seguridad n6.....	81
Figura 3.8	Filtro doble O3.....	83
Figura 3.9	Intercambiador de calor HE1-HE2.....	84
Figura 3.10	Válvulas de retención r1, r2 y r3.....	87
Figura 3.11	Válvula de carga PCV-IN.....	88
Figura 3.12	Válvula de intermitencia 20IN.....	90
Figura 3.13	Válvula de aislamiento 20Q.....	92
Figura 3.14	Servoválvula electro-hidráulica SVE-P3.....	95
Figura 3.15	Válvula de distribución DT.....	97
Figura 3.16	Válvula de emergencia De.....	99
Figura 3.17	Acumulador AQ1.....	102
Figura 3.18	Indicador magnético de nivel LS1-LT1.....	105
Figura 3.19	Conjunto Motor Compresor.....	106
Figura 3.20	Servomotor del distribuidor.....	109
Figura 3.21	Servomotor de la válvula mariposa.....	111
Figura 3.22	Señales del regulador electrónico.....	112
Figura 3.23	Circuito de control del regulador electrónico.....	114
Figura 3.24	Panel del regulador electrónico de velocidad.....	115
Figura 4.1	Grupo de producción y acumulación de aceite.....	118
Figura 4.2	Rango requerido del acumulador.....	119
Figura 4.3	Circuito de producción y acumulación de aceite a presión....	120
Figura 4.4	Circuito de mando del anillo de regulación de la turbina.....	124
Figura 4.5	Circuito de control de la válvula mariposa.....	127
Figura 4.6	Circuito de mando de la válvula mariposa.....	130
Figura 4.7	Válvula mariposa en operación.....	132

Figura 4.8	Válvula mariposa abierta.....	133
Figura 4.9	Válvula mariposa cerrada.....	135
Figura 4.10	Panel de operador del regulador electrónico.....	137

INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla I	Características de las bombas de aceite.....77
Tabla II	Características de los compresores.....107

INDICE DE PLANOS

Plano 1	Página 1	Sistema Oleodinámico
	Página 2	Esquema hidráulico del sistema oleodinámico
	Página 3	Grupo de aire comprimido y acumulación
	Página 4	Grupo de bombeo
	Página 5	Anillo de regulación del distribuidor
	Página 6	Grupo de control de velocidad
	Página 7	Mando turbina y regulador
	Página 8	Válvula de guardia tipo mariposa
	Página 9	Sistema de inyección del cojinete combinado
	Página 10	Sistema de circulación del cojinete combinado
	Página 11	Cojinete de guía
	Página 12	Sello de eje
	Página 13-17	Lista de dispositivos de mando, regulación y emergencia
Plano 2	Página 1	Conjunto grupo de bombeo
Plano 3	Página 1	Acumulador aire aceite
Plano 4	Página 1	Servomotor con bloqueo del distribuidor
Plano 5	Página 1	Servomotor del distribuidor
Plano 6	Página 1	Servomotor de la válvula mariposa
Plano 7	Página 1	Válvula mariposa
Plano 8	Página 1	Válvula mariposa (lateral)

INDICE DE APENDICES

Apéndice A	Datos del fabricante de las Válvulas Mariposa
Apéndice B	Datos técnicos de las Turbinas
Apéndice C	Datos de placa de los Generadores
Apéndice D	Lógica de funcionamiento y datos del grupo de bombeo del sistema hidráulico de regulación
Apéndice E	Diagrama Nivel – Presión en tanque acumulador aire / aceite
Apéndice F	Pantallas del DCS
	Gráfico N° 1 Tanque acumulador
	Gráfico N° 2 Grupo de bombeo
	Gráfico N° 3 Anillo de regulación del distribuidor
	Gráfico N° 4 Válvula Mariposa
	Gráfico N° 5 Grupo Control de Velocidad
	Gráfico N° 6 Panel de Control del regulador de velocidad
	Gráfico N° 7 Panel de Control de la Secuencia de Arranque y Parada
Apéndice G	Descripción del Regulador Digital VGC 211 para Turbinas Francis
Apéndice H	Secuencia de Arranque y Parada

INTRODUCCIÓN

En la central existen sistemas oleodinámicos de regulación, inyección y circulación de aceite para cada unidad de generación. Dentro del papel que cumplen estos sistemas esta el de regular la velocidad de cada grupo y abrir o cerrar la válvula mariposa; inyectar y hacer circular aceite a los diferentes cojinetes en momentos de arranque y parada de cada unidad. Esta fuera de nuestro estudio describir los sistemas de inyección y circulación de aceite; pero si es nuestro objetivo, referirnos al sistema que mantiene la velocidad constante y hace actuar la válvula mariposa.

El sistema cumple su función haciendo circular aceite a presión tanto a los servomotores que mueven el anillo de regulación del distribuidor de la turbina, para que los alabes móviles dejen pasar un mayor o menor caudal de agua al rodete; y, a los servomotores que abren o cierran la válvula mariposa.

El subsistema de regulación de la velocidad sirve para mantenerla constante en momentos en que esta cambie debido a la variación de carga, suceden aumentos (o disminuciones) de carga lo que hace variar el par resistente en el alternador, la unidad de generación tenderá a frenar (o acelerar) para restablecer el equilibrio entre el par motor y el par resistente.

Capítulo 1

1. GENERALIDADES DE LA CENTRAL.

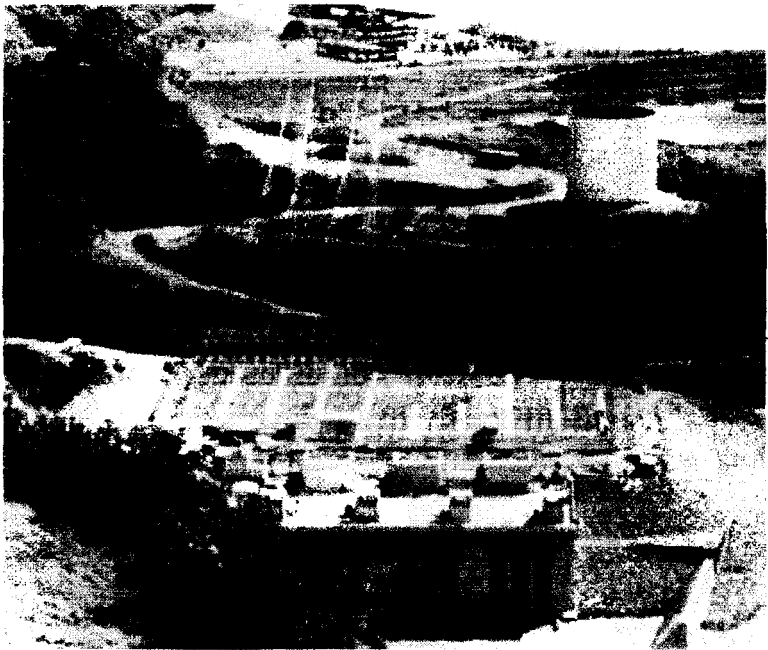


Figura 1.1. Vista frontal de la Central.

1.1 Ubicación.

La Central Hidroeléctrica Marcel Laniado de Wind está situada en el río Daule aproximadamente a 190 Km al norte de Guayaquil y 10 Km aguas debajo de la confluencia de los ríos Daule y Peripa.

1.2 Características del proyecto.

Esta central hidroeléctrica esta a pie de presa con una potencia instalada nominal de 213 MW distribuidos en tres unidades generadoras con turbinas tipo Francis. El potencial de energía del proyecto se origina en el salto bruto de unos 68.5 metros, disponible como resultado del llenado del embalse Daule – Peripa. El nivel máximo normal del embalse será la cota 85.00 y la fluctuación normal, será la cota 85.00 y la cota 65.00.

La magnitud del Proyecto exigió que sea hecho en varias etapas, siendo la principal la construcción de la Presa Daule – Peripa en 1987.

La Presa Daule – Peripa, permite la regulación y control del comportamiento del agua, facilitando el manejo de gran parte del inmenso caudal que corre por los ríos de la cuenca del Guayas hacia el mar. Fue construida cerca de un cañón abrupto que facilitó la creación de un embalse con una capacidad de 6.000 millones de metros cúbicos de agua, y una superficie de 27.000 hectáreas. Este embalse se alimenta en gran parte del agua que produce la Sub-Cuenca del río Daule. Su capacidad de almacenamiento es 60 veces superior al embalse de Poza Honda en Manabí, 15 veces mayor al de la Presa de la Esperanza en la misma Provincia y 60 veces superior al de Amaluza del Proyecto Hidroeléctrico Paute.

1.3 Parte de proyecto múltiple.

La Central Hidroeléctrica Marcel Laniado de Wind forma parte del Proyecto de Propósito Múltiple de Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas que ejecuta CEDEGE, que se denomina Jaime Roldós Aguilera, el cual es un conjunto de obras hídricas tales como el embalse, la central eléctrica de generación, estaciones de bombeo, canales revestidos de cemento, túneles, tuberías y otras represas.



Figura 1.2. Vertedero.

Los propósitos y prioridades principales del proyecto, son los de proveer agua para riego, abatimiento de la salinidad, generación de energía eléctrica y agua potable. De esta forma la misma agua que es turbinada en la Central sirve para abastecer las necesidades adicionales del proyecto múltiple.

1.4 Energía que genera.

La generación media anual de la central hidroeléctrica es de 600 GWh, de los cuales más del 50 % se genera en el periodo crítico del Sistema Nacional Interconectado, o sea entre los meses de

noviembre y febrero de cada año, lo que significa que esta central soluciona en parte el problema de los racionamientos de energía. A esta energía se la considera "Energía de Calidad", porque su producción estará disponible en el momento que más se la necesite, pues, dispone de un embalse de gran capacidad ubicado en una zona de régimen hidrológico diferente al que regula la Central Hidroeléctrica Paute, que es la que actualmente provee al país de la mayor cantidad de energía.

1.5 Concesión de la Central.

La Central Hidroeléctrica Marcel Laniado de Wind nace con el concepto moderno del manejo del Sector Eléctrico, para ello el Directorio de CEDEGE mediante Resolución # 002 de marzo 10 / 98, resolvió la constitución de la Compañía Hidroeléctrica Nacional "Hidronación S.A." para la operación de la Central Hidroeléctrica "Marcel Laniado de Wind" con el objeto social de operar, manejar, mantener y expandir la planta de generación hidroeléctrica antes mencionada, o contratar con terceros dicha operación y mantenimiento, de acuerdo con las leyes, reglamentos y resoluciones del sector eléctrico aplicables a dichas actividades.

El Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC, en ejercicio de la facultad otorgada por el Artículo 37 del Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para el Servicio de Energía Eléctrica, confirió el Certificado de Concesión a favor de la Compañía HIDRONACION.

1.6 Operación de la Central.

La operación experimental de la central hidroeléctrica, se inició el 29 de abril de 1999, con la puesta en operación de la primera unidad con una potencia de 71 MW. La segunda y tercera unidades entraron en operación el 11 de junio y 10 de agosto del mismo año, respectivamente.

Esta central hidroeléctrica forma parte del SNI (Sistema Nacional Interconectado) supliendo energía al país en momentos en que el CENACE (Centro Nacional del Control de Energía) requiera que alguna de las unidades entre a generar, por tener una alta disponibilidad y tener la capacidad de regular sus aguas de su gran embalse.

Hidronación contrató a la compañía extranjera Unión Fenosa para que sea la encargada de la Operación y Mantenimiento de la Central.

1.7 Automatización de la Central.

Esta central hidroeléctrica fue provista de la más moderna tecnología, de un sistema de control distribuido (DCS), el cual controla y supervisa el proceso de generación de energía: procesos tales como la disponibilidad y nivel de agua adecuado en el embalse de la presa, el caudal necesario, la regulación de velocidad del grupo turbina – generador, el transporte de la energía generada hasta el SNI a través de la subestación y las líneas de transmisión, y los sistemas auxiliares.

El sistema de control distribuido permite gobernar todo desde una misma consola de control y con la misma filosofía de operación, reduciendo tiempos de maniobras y posibilidades de errores por parte del personal. Con el DCS, basta con pulsar un botón en la sala de control de la central para que se controle algún determinado proceso de la central. En las computadoras se presentan imágenes

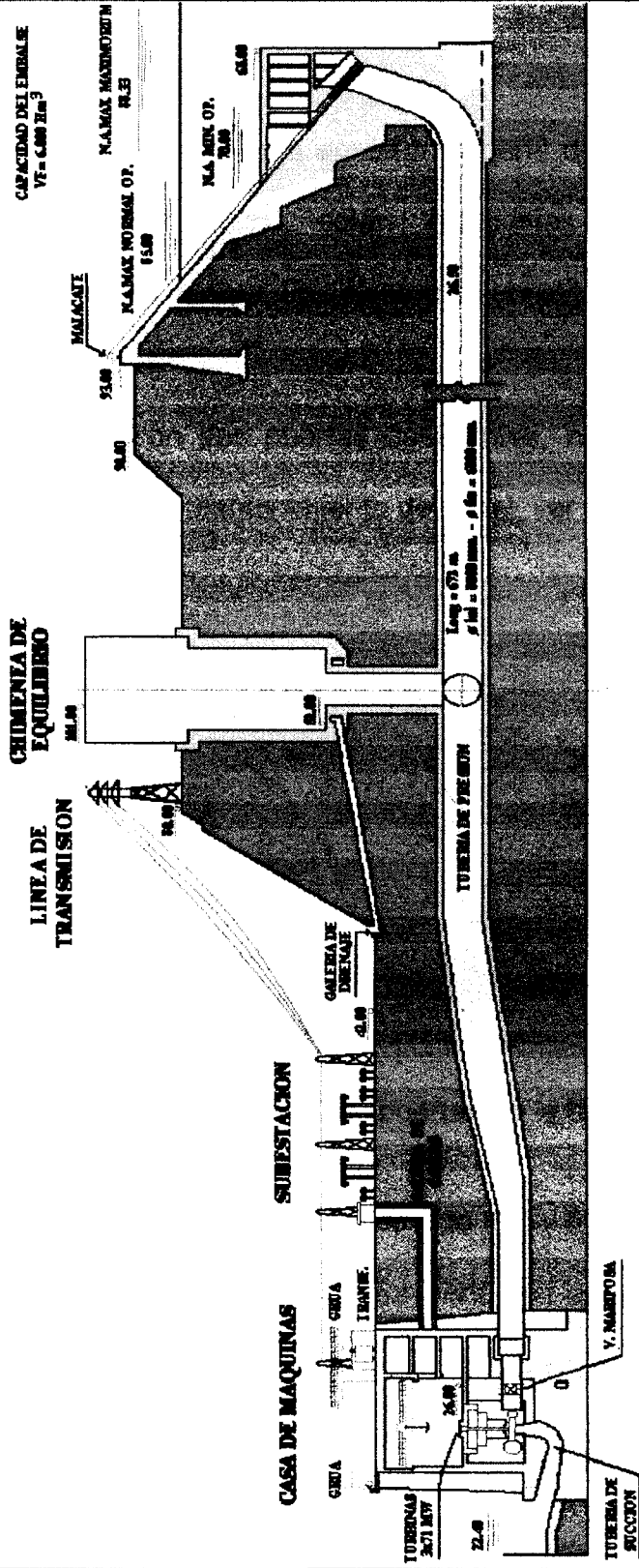
de cada parte de la central de una manera organizada y mediante las cuales se puede realizar la supervisión y el control.



Figura 1.3. Sala de control.

Las ventajas que tiene sobre las otras centrales del país son personal mínimo, reducción de averías y posibilidad de seleccionar el régimen más económico de explotación, y por consiguiente reducción del precio de venta de la energía eléctrica.

CENTRAL HIDROELECTRICA MARCEL LANIADO DE WIND 3874 MW.



PERFIL LONGITUDINAL

Cedege - *Asociación EDA*

Figura 1.4. Perfil de la Central.

1.8 Descripción de la obra.

En la figura 1.4 se puede apreciar el perfil de la central, en él se puede observar como están dispuestas todas las partes componentes de la obra. Los elementos constitutivos de la obra son:

- Bocatoma con dos puertas deslizantes, normalmente abiertas, utilizadas para mantenimiento del túnel, ver figura 1.5.

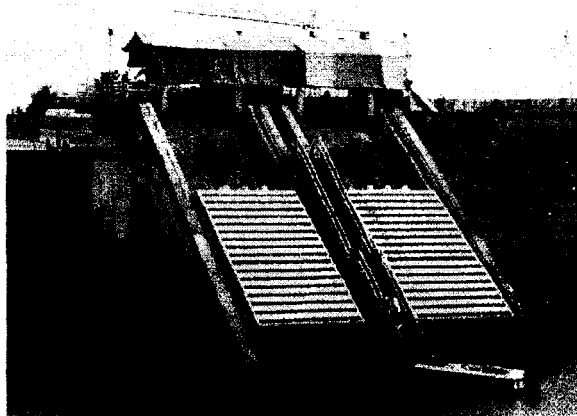


Figura 1.5. Compuertas de la bocatoma.

- Túnel de presión de un diámetro de 8 m y 672 m de longitud, con blindaje de acero en su mayor parte, en la figura 1.6 se puede apreciar los trabajos que se hicieron en la bifurcación de la tubería de presión.



Figura 1.6. Bifurcación tubería de presión.

- Chimenea de equilibrio que controla los fenómenos transitorios hidráulicos de la central, con un diámetro de 26 m y una altura aproximada de 80 m. Toda la chimenea es protegida con blindaje de acero y aparece en la figura 1.7.



Figura 1.7. Chimenea de equilibrio.

- Casa de Máquinas de tipo superficial, semiempotrada con sus paredes posteriores y laterales enterradas, cimentadas sobre un estrato de arenisca. Tiene la longitud total de 102 m y un ancho y alto de 42 m. En la Casa de Máquinas se encuentran instalados los siguientes equipos principales:

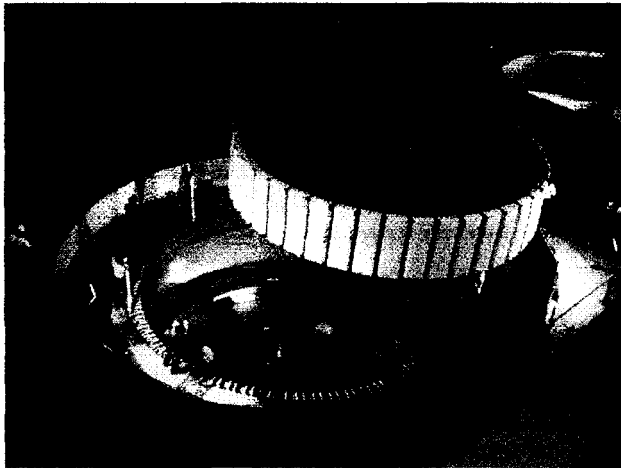


Figura 1.8. Montaje de uno de los rotores.

- 3 válvulas de entrada al caracol, tipo mariposa.
- 3 turbinas Francis, de 71 MW.
- 1 puente grúa con capacidad de hasta 280 toneladas.
- 3 generadores, tipo paraguas de eje vertical, los datos de placa se los tiene en el apéndice C.
- 3 transformadores de 85 MVA.

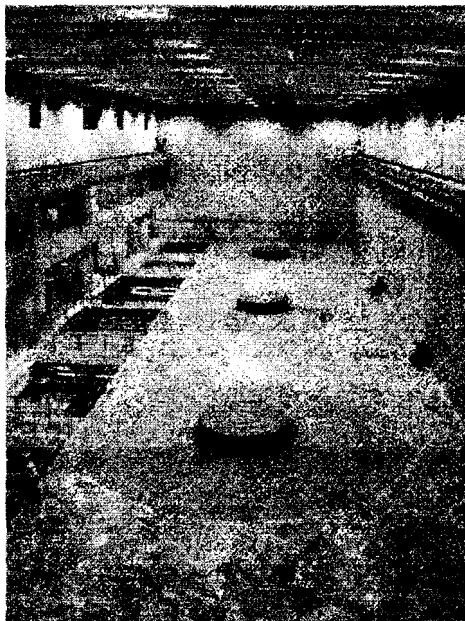


Figura 1.9. Interior de casa de máquinas.

- En el techo de la casa de máquinas se ubican los transformadores elevadores de tensión.

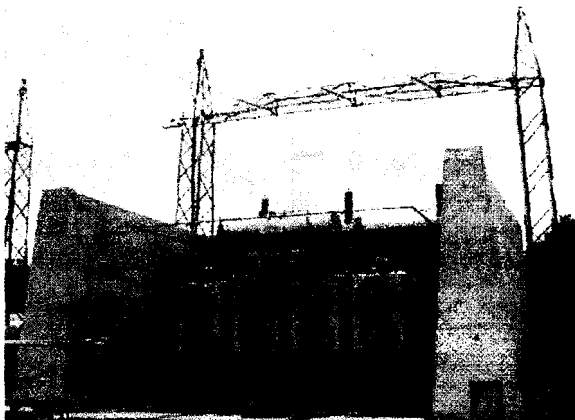


Figura 1.10. Transformador principal.

- Subestación, del tipo seccionamiento, que está ubicada junto y aguas arriba de la Casa de Máquinas en la cota 42.00, interconectada la central al anillo del SNI a través de dos líneas de transmisión Quevedo y Portoviejo. Además se ha previsto espacio para el arranque futuro de la línea adicional Chone.



Figura 1.11. Subestación.

- Líneas de transmisión. Este proyecto consta de dos líneas de 138 KV, a doble circuito y cada una tiene una longitud aproximada de 13 Km. La línea adicional Chone será de circuito simple a 138 KV para la interconexión con la subestación del mismo nombre.

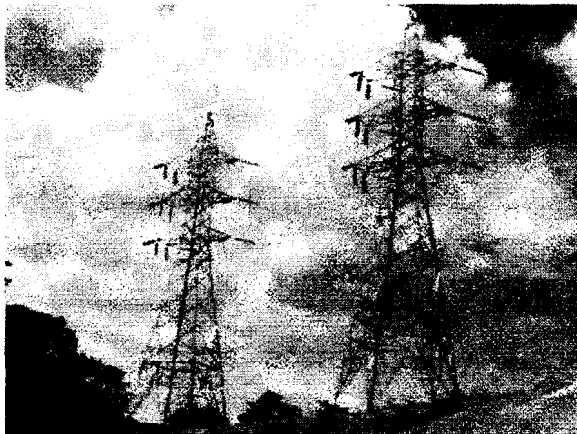


Figura 1.12. Primeras torres de las líneas de transmisión.

1.9 Válvulas mariposa.

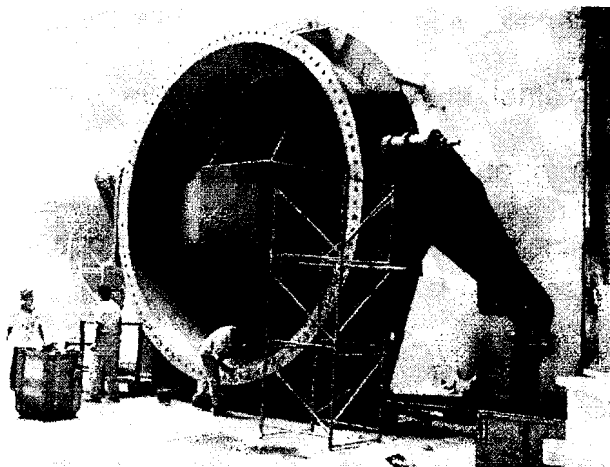


Figura 1.13. Premontaje de la válvula mariposa.

Las válvulas son instaladas entre las juntas oscilantes y la caja espiral de la turbina, con eje a la cota 16.50. En el apéndice A se muestra los datos técnicos.

El cuerpo de las válvulas y las lentes son construidas en acero soldado. Los pernos son de acero inox y ruedan en bujes autolubricados. Sobre el perno derecho (mirando en el sentido del flujo del agua) están ubicados los fines de carrera que indican la apertura del 50% y del 100% de la válvula.

La característica principal de la válvula mariposa es que su cuerpo fijo, contrariamente a lo que ocurre normalmente, es realizado en una pieza única, solución que ha sido posible por ser el cuerpo móvil compuesto de tres elementos distintos (la lente y los dos ejes rodantes, que son ensamblados en fase de montaje). La gran ventaja de este tipo de diseño es de evitar cualquier posibilidad de pérdida desde el cuerpo fijo de la válvula.

El mismo grupo de acumulación de aceite del regulador de velocidad de la turbina, maniobra también la válvula.

La válvula puede ser bloqueada en posición de abierta o cerrada por medio de pernos de seguridad. La maniobra de la válvula es posible solamente con los pernos extraídos. La válvula y sus servomotores son calculados para el cierre bajo flujo, con la carga máxima de la unidad.

1.9.1 Válvula de by-pass.

La válvula de by-pass permite la operación de la válvula mariposa con presiones equilibradas en ambos lados.

Una tubería de 300 mm, que conecta la tubería de presión aguas arriba de la válvula mariposa, con la caja espiral lleva montadas una válvula de guardia manual (aguas arriba) y la válvula de by-pass, con mando de servomotor hidráulico de doble efecto (aguas abajo).

La apertura de la válvula de by-pass ocurre con aceite en presión en la cámara de apertura, y el cierre con presión en la cámara de cierre mas la acción de un resorte.

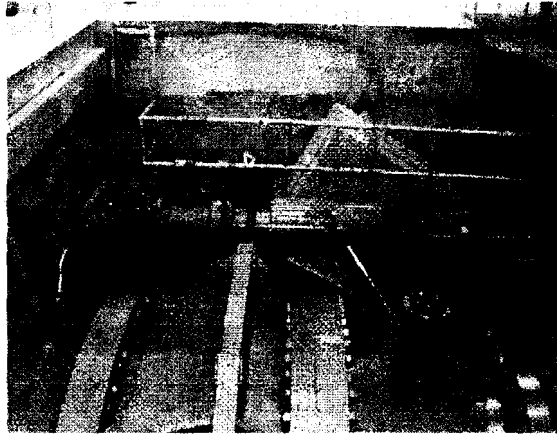


Figura 1.14. Válvula de by-pass.

1.9.2 Válvula de escape de aire.

La válvula de escape es ubicada en la parte mas alta de la junta de desmontaje de la válvula mariposa, a la cota 19.00, y tiene la doble función de descargar el aire desde el interior de la tubería cuando se efectúa el llenado de la caja espiral, y de dejar entrar el aire para permitir el vaciado de la misma cuando está cerrada la válvula mariposa.

1.10 Turbinas, partes y obras relacionadas.

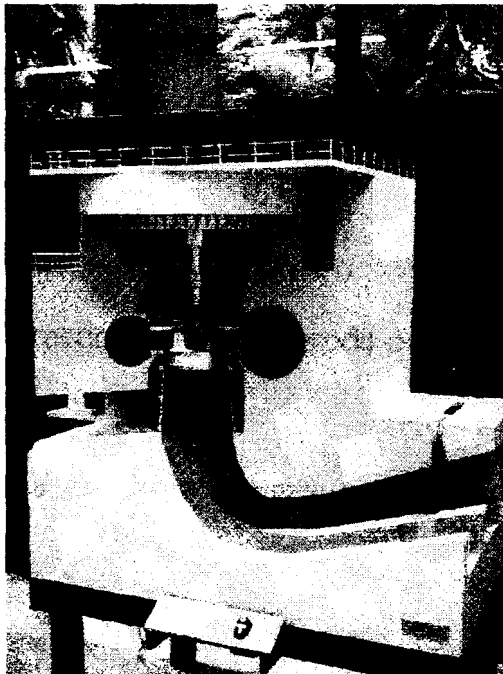


Figura 1.15. Maqueta de la turbina Francis.

En el apéndice B se muestra los datos técnicos de las turbinas.

Entre las principales partes y obras que están relacionadas con las turbinas describimos las siguientes:

1.10.1 Tubo de aspiración.

El tubo de aspiración está constituido de tres partes:

El trecho aspirante superior, en acero soldado, fijado por medio de pernos a la parte terminal de la tapa inferior de la turbina, y a la parte superior del subyacente trecho aspirante inferior;

El trecho aspirante inferior, en acero soldado, fijado con pernos al trecho superior y al codo de descarga;

El codo de descarga, en acero soldado, sumergido en el hormigón.

1.10.2 Junta de desmontaje.

Entre turbina y válvula mariposa es insertada una junta de desmontaje, cuya brida de acople con la caja espiral puede moverse 20 mm en el sentido axial. Sobre esta junta, que tiene el fin de permitir el desmontaje de la válvula mariposa para su mantenimiento, están montados:

- Un paso de hombre para entrar en la caja espiral.

- Una válvula de entrada y escape de aire durante las maniobras de llenado y vaciado de la caja espiral.

1.10.3 Anillo predistribuidor y caja espiral.

Entre las planchas superior e inferior del predistribuidor, están soldadas 24 paletas fijas que tienen la función de encauzar uniformemente el agua al distribuidor. Dos antidirectrices son perforadas a lo largo de su eje vertical para permitir el drenaje del agua de lubricación del sello del eje y de eventuales pérdidas procedentes de la tapa superior. En la figura se puede observar uno de los anillos después del montaje.

Arriba del anillo superior de pre-distribuidor se encuentra la estructura anular de acero, armada por soldadura, de revestimiento del pozo turbina, donde se encuentran los servomotores y el mecanismo de regulación de la apertura de los álabes directrices.

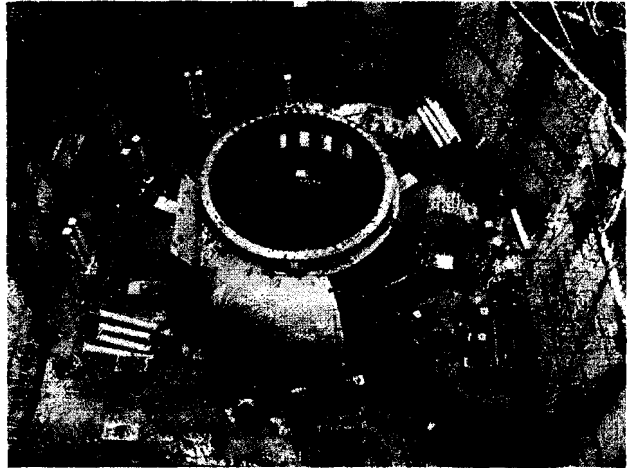


Figura 1.16. Anillo predistribuidor.

La caja espiral es constituida de virolas de acero soldadas entre si y a las planchas superior e inferior del predistribuidor.

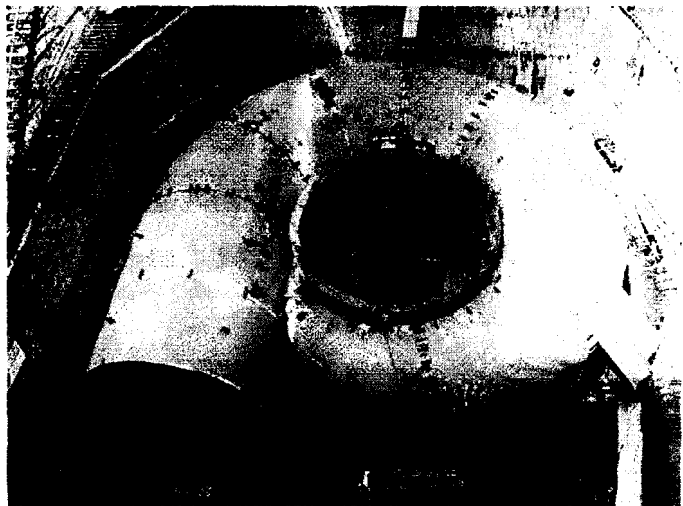


Figura 1.17. Caja espiral.

La primera virola (en la embocadura de la caja espiral) está equipada con una brida para la conexión al empalme de la junta de desmontaje de la válvula mariposa.

La caja espiral, el pre-distribuidor y el revestimiento del pozo turbina están completamente sumergidos en el hormigón.

1.10.4 Distribuidor.

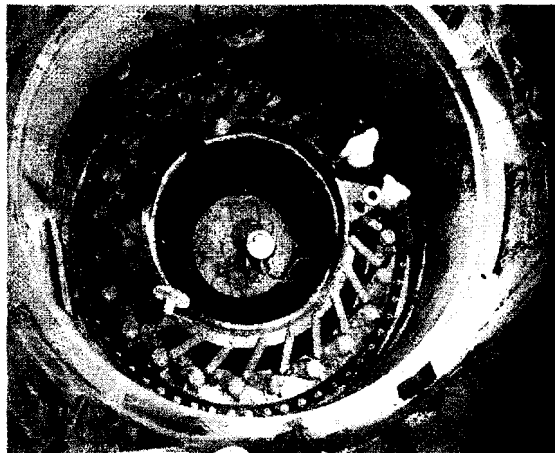


Figura 1.18. Montaje de distribuidor.

El distribuidor consta de 24 álabes directrices en acero inoxidable, cuyos pernos ruedan en bujes autolubricados.

Los álabes son sujetados, por medio de un sistema de palancas, a un anillo de regulación cuya rotación es determinada por dos servomotores controlados por el sistema oleodinámico de regulación.

Las palancas son conectadas a los álabes a través de pernos de "ruptura": se trata de pernos con sección reducida, de manera tal que se puedan romper en el caso de quedarse algún material ajeno entre los álabes directrices. Con el fin de evitar que el álabe correspondiente al perno roto se quede libre de girar y pueda dañar a los álabes contiguos, son previstos entre palanca y álabes, anillos que oponen una fricción calculada al deslizamiento.

1.10.5 Rodete.

El rodete, de tipo Francis, es de construcción mixta fundido/soldada de acero inoxidable, y está sujetado al eje por medio de 18 tirantes calibrados, con pre-tensión de 50 toneladas. En la figura 1.19, se muestra el premontaje del rodete.

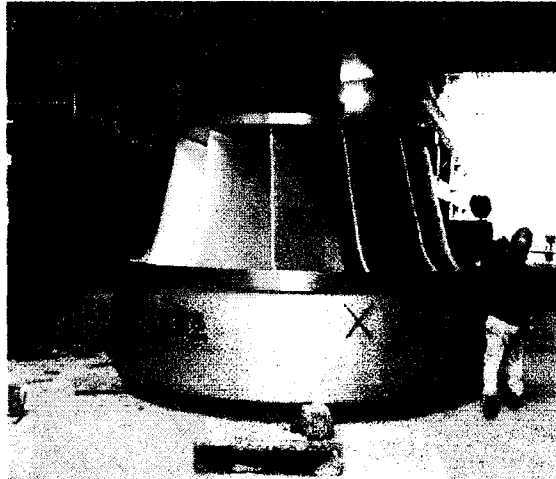


Figura 1.19. Premontaje del rodete.

El rodete ha sido equilibrado estáticamente en la fábrica. En su parte inferior está instalada una ojiva cuya función es de encauzar los chorros fluidos que salen de las paletas.

1.10.6 Eje.

El eje es de acero forjado, y está fijado al eje del generador por medio de 18 tirantes calibrados, con pre-tensión de 50 toneladas.

En la parte inferior del eje se ubica la brida del soporte combinado.

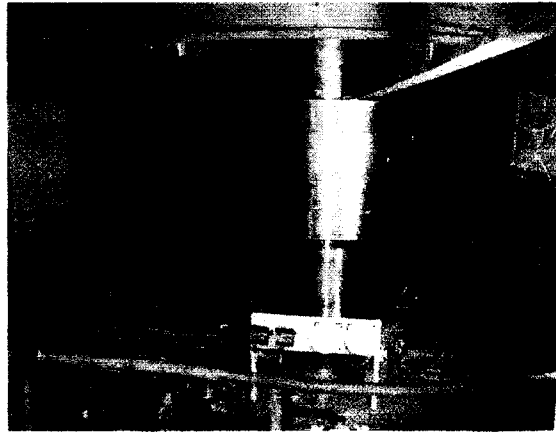


Figura 1.20. Acoplamiento eje turbina – generador.

El eje está perforado internamente para permitir el pasaje del cable del equipamiento especial para el desmontaje del rodete.

1.10.7 Tapas superior e inferior.

La tapa superior, constituida de acero ensamblado por soldadura, está fijada con pernos a la caja espiral. Los pernos tienen una pre-tensión de 24 toneladas.

En la parte central de la tapa se ha obtenido el alojamiento para el sello del eje. En la tapa se ubican los casquillos de los álabes directrices, del cierre del rodete y de las camisas de las directrices.

La tapa inferior, también en acero soldado, está fijada a la caja espiral por medio de pernos pre-tensionados a 10 toneladas.

1.10.8 Cojinete de guía.

El cojinete de guía es instalado sobre la tapa superior de la turbina y tiene 10 patines ajustables sumergidos en aceite. La capacidad del tanque del cojinete es de 450 litros.

El tanque del cojinete tiene una tapa de cierre, que a su vez lleva montados el dispositivo centrífugo y el laberinto para evitar la salida de vapores de aceite.

1.10.9 Cojinete combinado empuje / guía.

El cojinete combinado es instalado sobre la cruceta inferior del generador, y tiene 12 patines de guía, ajustables, y 12 patines e empuje sumergidos en aceite. Los patines de empuje son equipados con sistema de inyección forzada de aceite que entra en funcionamiento durante el arranque y la parada de la máquina. La carga axial total es 6,870 kN.

1.10.10 Sistema de inyección de aceite.

El conjunto de inyección de los patines de empuje se compone de dos bombas de aceite de alta presión, de 12 MPa con 36 l/min de caudal, y con doble filtro con capacidad filtrante de 25 μm . Las bombas aspiran el aceite desde el tanque suplementario externo, y lo envían, a través de una válvula de retención y un tubo flexible, en un colector que a su vez distribuye el aceite en todos los patines.

El sistema de inyección entra en funcionamiento al arranque de la máquina, con unidad parada y para cuando se logra el

90% de las revoluciones nominales. Viceversa, durante la parada, el sistema de inyección arranca al 90% de las revoluciones nominales y para solamente con grupo parado.

Capítulo 2

2. COMPONENTES DE UN SISTEMA OLEODINÁMICO.

2.1 Símbolos gráficos hidráulicos.

Los circuitos hidráulicos y sus componentes se pueden representar de varias formas en los planos, pero generalmente se trabaja con un diagrama gráfico que nos indique la función del dispositivo. A continuación se exponen brevemente los símbolos más comunes y su modo de empleo, conjuntamente con una clasificación abreviada de algunos componentes y líneas hidráulicas:

Las tuberías, tubos y pasos hidráulicos se representan como líneas simples como se muestra en la figura 2.1. Existen tres clases fundamentales:

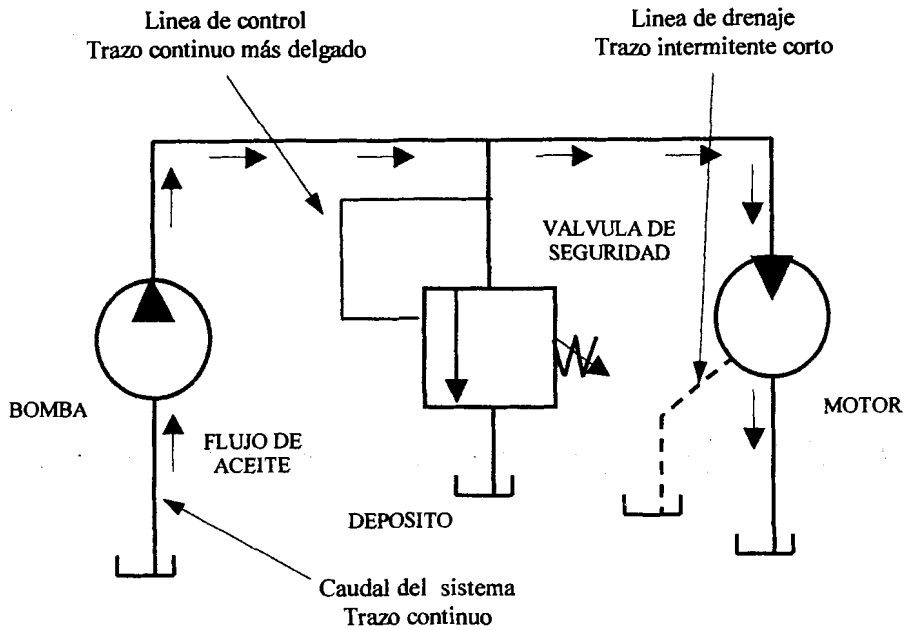


Figura 2.1. Diferentes tipos de líneas.

- Una línea principal (trazo continuo) transporta el caudal del sistema.
- Una línea de control (trazos continuos más delgados) lleva el fluido que se usa para controlar el funcionamiento de una válvula o de otro componente.
- La línea de drenaje (trazos cortos interrumpidos) lleva el aceite de drenaje al tanque.

Un círculo es el símbolo básico para los componentes giratorios. Los triángulos de energía se colocan en los símbolos para indicar que

son fuentes de energía (bombas) o receptores de energía (motores), ver figura 2.2.

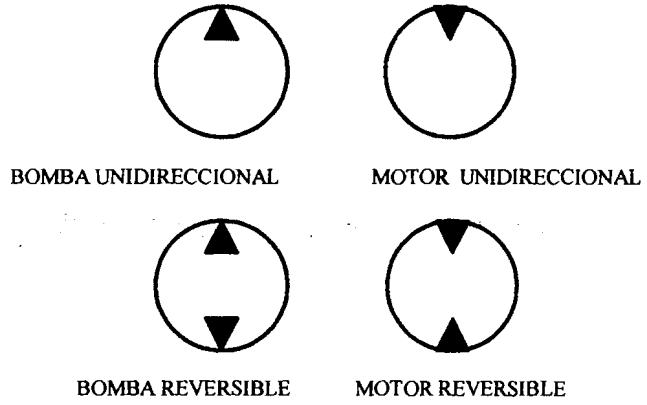


Figura 2.2. Símbolos de bombas y motores.

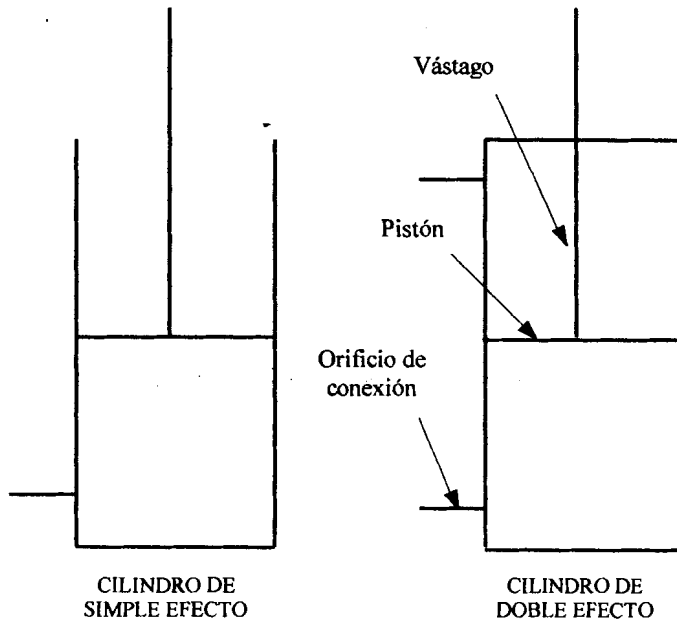
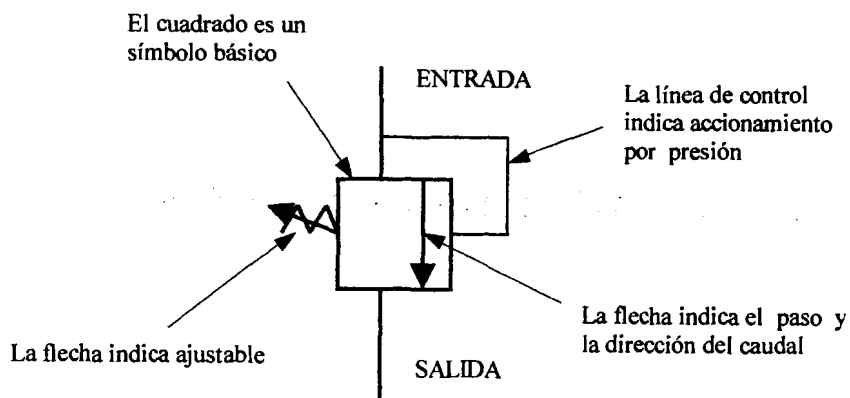
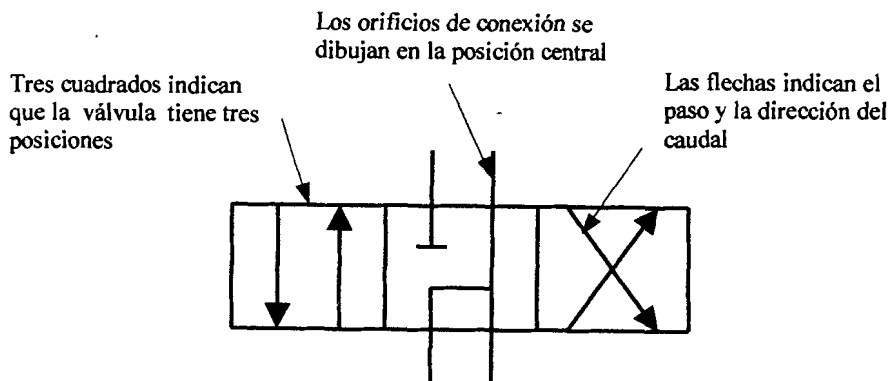


Figura 2.3. Símbolos de los cilindros.

Un cilindro se dibuja como un rectángulo indicando el pistón, el vástago y las conexiones de los orificios, como se aprecia en la figura 2.3.



(a) VALVULA DE SEGURIDAD



(b) VALVULA DISTRIBUIDORA

Figura 2.4. Símbolos de válvulas.

El símbolo básico de una válvula es un cuadrado que se denomina envoltura. Las flechas se añaden a las envolturas para indicar el paso y la dirección del caudal, esto se muestra en la figura 2.4.

El depósito se dibuja en forma de rectángulo abierto en su parte superior, ver figura 2.5.

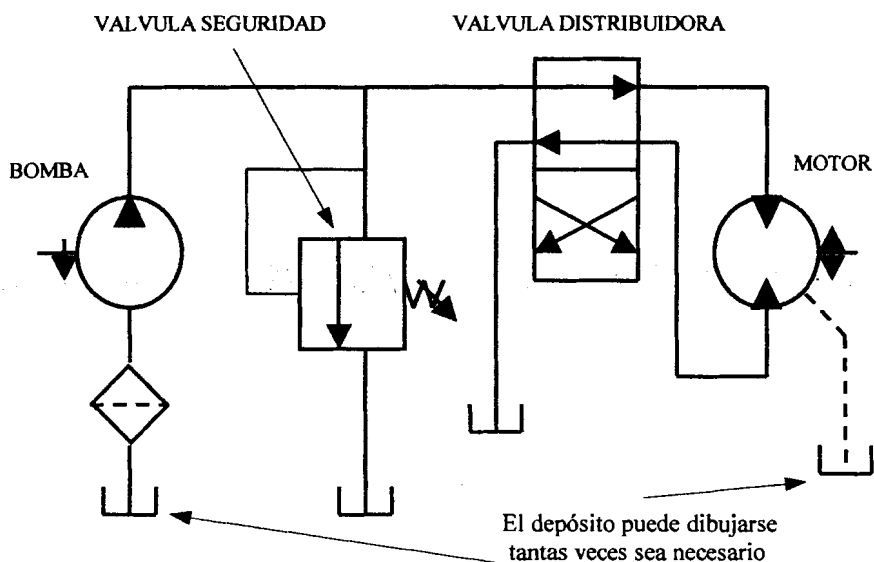


Figura 2.5. Circuito hidráulico completo.

En la figura 2-5 muestra el diagrama gráfico de un circuito hidráulico completo. Obsérvese que no se trata de representar el tamaño, forma, situación o construcción de los componentes. El diagrama muestra la función y las conexiones, lo que es suficiente para la mayoría de las necesidades en la práctica.

En la figura se aprecia como funciona el circuito hidráulico que consta principalmente de la bomba, la válvula de seguridad, la válvula distribuidora y el motor hidráulico. La bomba envía aceite a presión, la cual va a estar limitada por la válvula de seguridad que en

caso de exceder este límite, el aceite va a ser enviado al depósito. La válvula distribuidora intercambia la posición de los orificios de conexión de la entrada a la salida y permite que circule el aceite hacia el motor, él cual va a trabajar con un sentido de rotación que va a depender de la válvula distribuidora, este es el objetivo del circuito oleodinámico.

Otra cosa que cabe resaltar en este capítulo es el código de colores que se presenta en los gráficos y diagramas:

ROJO	■	Presión del sistema
AZUL	■	Caudal de retorno
VERDE	■	Aspiración o drenaje
AMARILLO	□	Caudal controlado
NARANJA	■	Presión reducida, piloto o de carga
VIOLETA	■	Presión intensificada
BLANCO	□	Fluido inactivo

2.2 Depósitos

La función principal de un depósito en un sistema hidráulico es almacenar y suministrar el fluido hidráulico requerido por el sistema.

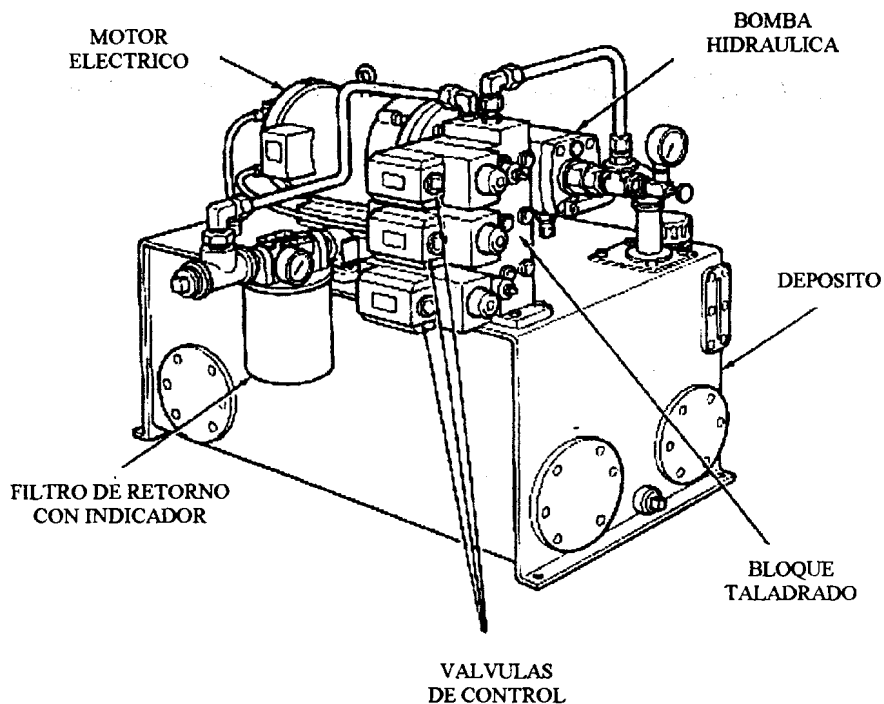


Figura 2.6. Componentes sobre el depósito.

También, el depósito actúa como un intercambiador de calor enfriando el fluido, al transferir calor a través de sus paredes. Como un desaireador, permite que el aire atrapado se eleve y escape mientras que los contaminantes sólidos se depositan en el fondo del depósito, convirtiéndolo en un acondicionador del fluido.

En algunos casos, el depósito puede utilizarse como plataforma para soportar la bomba, el motor y otros componentes del sistema como se puede observar en la figura 2.6, lo que ahorra espacio horizontal y es un sistema sencillo de tener las bombas y las válvulas a una buena altura para mantenimiento, así se ha instalado en la central.

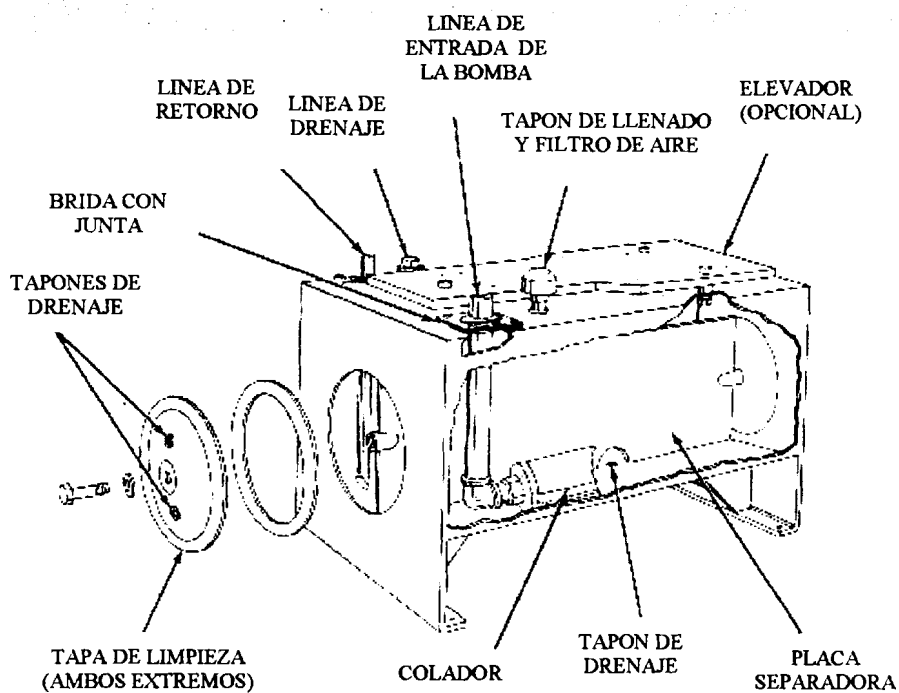


Figura 2.7. Elementos del depósito.

2.2.1 Elementos del depósito.

Los elementos que componen el depósito se pueden apreciar en la figura 2.7 y entre ellos se tienen los siguientes:

- **Nivel de aceite**

Para comprobar el nivel de fluido en el depósito se instala una abertura de vidrio o dos pequeños orificios en las tapas de limpieza, lo que permite comprobar los niveles superior e inferior del fluido sin exponer el depósito a la contaminación que puede ocurrir si se utiliza una varilla de nivel.

- **Filtro de aire**

Se instala un tapón de llenado con filtro de aire incorporado para permitir el intercambio de aire debido al cambio constante de presión y temperatura dentro del

depósito. En la figura 2.8 se tienen diversos tipos de filtros de aire.

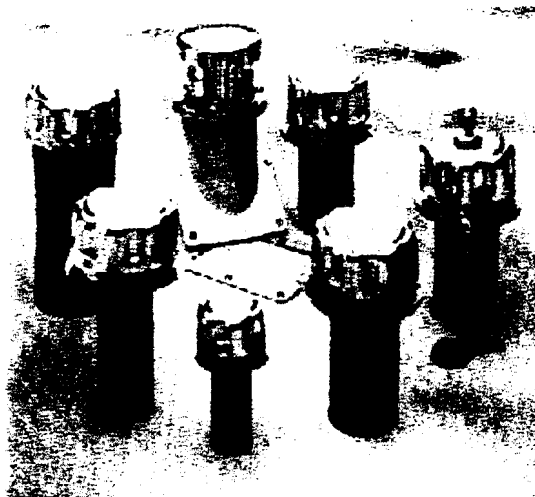


Figura 2.8. Diferentes filtros de aire.

- **Agujero de llenado**

Este agujero forma frecuentemente parte del conjunto del filtro y lleva una tela metálica removible que mantiene los contaminantes fuera del depósito cuando se añade fluido al tanque. Un tapón unido a éste mediante una cadena, proporciona un cierre hermético.

- **Tapas de limpieza**

Normalmente las tapas de limpieza se instalan en ambos lados del depósito especialmente cuando su capacidad es superior a diez galones. Estas tapas pueden desmontarse con facilidad y son lo suficientemente grandes para facilitar un acceso completo cuando se limpia o se pinta el interior del depósito.

- **Placa desviadora**

Debido a que el fluido que regresa al depósito está normalmente más caliente que el aspirado por la bomba y probablemente contiene burbujas de aire, se utilizan placas desviadoras como en la figura 2.9 para impedir que el fluido que retorna se introduzca directamente por la entrada de la bomba. La placa desviadora se instala longitudinalmente a través del centro del depósito, obligando a que el fluido se desplace a lo largo de las paredes de éste, donde se disipa la mayoría del calor a las superficies exteriores del tanque. Este largo

desplazamiento a baja velocidad permite también que los contaminantes se depositen en el fondo del tanque y que el aire atrapado se desprenda del fluido. El resultado final es una menor turbulencia en el depósito.

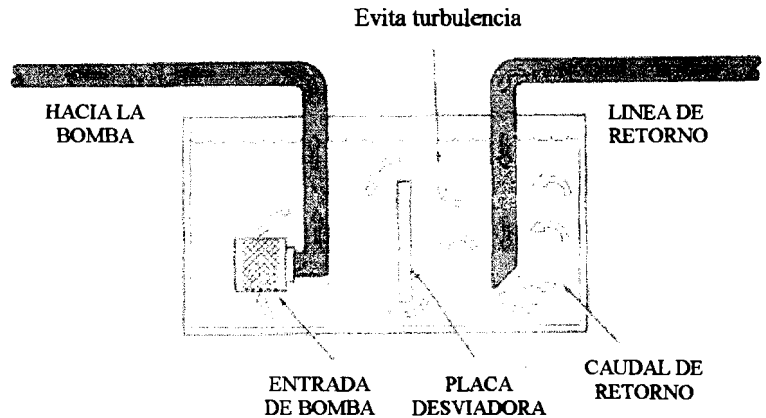


Figura 2.9. Placa desviadora.

- **Líneas de conexión y racores**

La mayoría de las líneas que llegan al depósito terminan por debajo del nivel de aceite. Las conexiones de las líneas a la tapa del tanque se realizan frecuentemente mediante bridas estancas con juntas de dilatación. Este diseño impide que los contaminantes penetren a través

de estas aberturas y facilita el desmontaje de los coladores para su limpieza.

Las conexiones que se efectúan sobre la tapa del depósito utilizan frecuentemente elevadores para que queden encima de la suciedad y otros contaminantes que pueden haber encima del tanque.

2.2.2 Intercambiadores de calor.

Puesto que no existe ningún sistema que sea 100% eficiente en controlar la temperatura, el calentamiento es un problema corriente. Se acostumbra hablar de refrigeración cuando debe mantenerse la temperatura del fluido, pero hay algunas aplicaciones en las que éste debe calentarse. Por ejemplo, los fluidos con un bajo índice de viscosidad no fluyen bien cuando están fríos y deben mantenerse calientes mediante calefactores.

Los tres tipos de intercambiadores se mencionarán a continuación:

- Un calentador se instala en el depósito, por debajo del nivel del fluido y cerca de la entrada de la bomba. El diseño de poca densidad calorífica (10 vatios por pulgada cuadrada) impide que el fluido se quemé y normalmente se incorpora un control termostático, se puede observar uno en la figura 2.10.

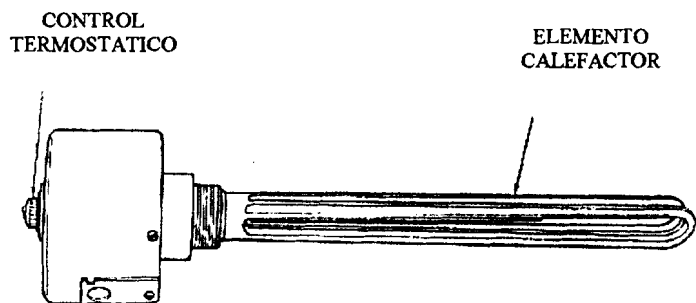


Figura 2.10. Calentador.

- En un refrigerador por agua, figura 2.11, el fluido hidráulico circula a través de la unidad y alrededor de los tubos que contienen el agua. Esta disipa el calor del fluido hidráulico y puede regularse termostáticamente para mantener la temperatura deseada.
- Se utiliza el refrigerador por aire, figura 2.12, cuando no se dispone de agua para refrigerar. El fluido se bombea mediante tubos que están unidos a aletas de aluminio o

de otro metal que transfiere el calor al aire exterior. Generalmente el refrigerador lleva un ventilador para aumentar la transferencia de calor.

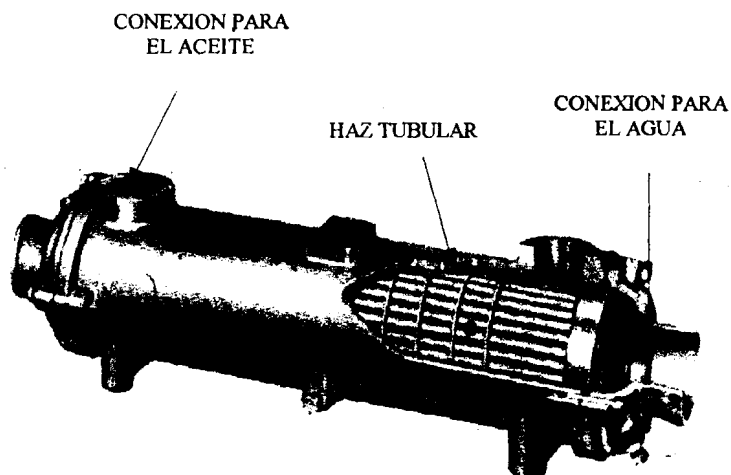


Figura 2.11. Refrigerador por agua.

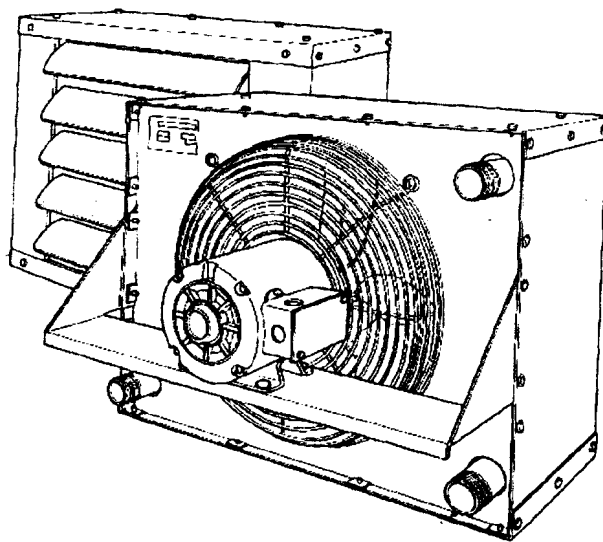


Figura 2.12. Refrigerador por aire.

2.3 Actuadores hidráulicos.

Son dispositivos que transforman la energía hidráulica en energía mecánica. Los cilindros y los motores son tipos de actuadores hidráulicos. Las características del trabajo realizado y los requerimientos de potencia, determinan el tipo correcto y el tamaño del cilindro o del motor para una aplicación determinada.

Los cilindros son actuadores lineales, lo que significa que la salida de un cilindro es un movimiento y/o fuerza en línea recta. La función más importante de un cilindro hidráulico es convertir la potencia hidráulica en potencia mecánica lineal.

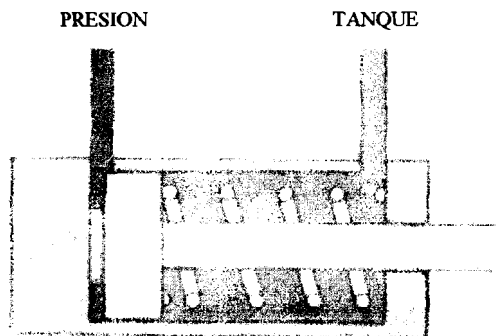


Figura 2.13. Cilindro de simple efecto con retorno por resorte.

Existen varias clases de cilindros, entre los principales tenemos los de simple efecto y los de doble efecto.

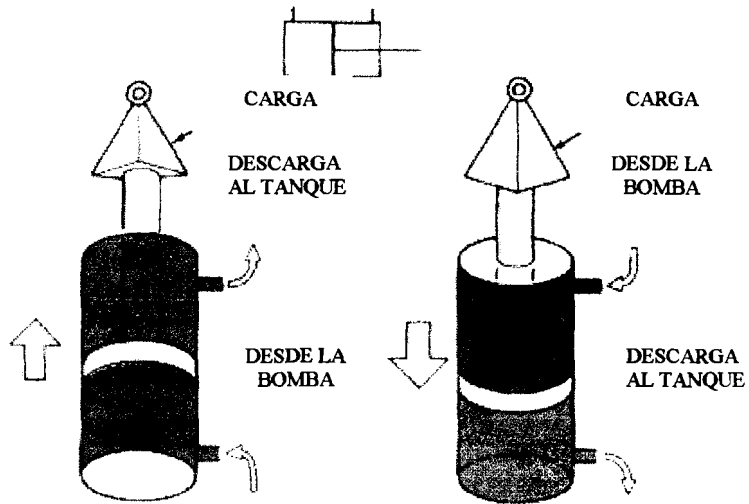


Figura 2.14. Cilindro básico de doble efecto.

Al cilindro de simple efecto se le aplica presión solamente en un extremo. El extremo opuesto se comunica a tanque, de este tipo de cilindros cuenta el sistema de apertura y cierre de la válvula mariposa. En la figura 2.13 aparece un cilindro que es considerado de simple efecto porque cuenta con un resorte para su retorno.

El cilindro de doble efecto es el tipo más corriente utilizado por la industria. La presión hidráulica puede aplicarse en cualquiera de los dos orificios, suministrando potencia cuando el vástago entra o sale, de este tipo de cilindros cuenta el sistema de regulación de velocidad.

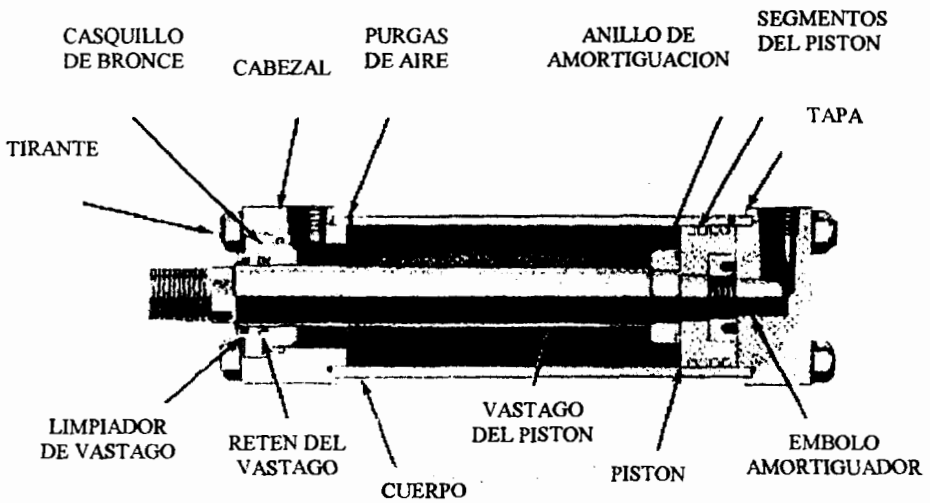


Figura 2.15. Partes de un cilindro de doble efecto.

En la figura 2.14 se muestra un cilindro básico de doble efecto y en la figura 2.15 se puede observar las partes constituyentes.

2.4 Controles de dirección.

Las válvulas direccionales, como su nombre lo indica, se usan para controlar la dirección del caudal. Aunque todas realizan la misma función, estas válvulas varían considerablemente en construcción y funcionamiento. Se clasifican, según sus características principales, tales como:

- Tipo de elemento interno: Obturador (pistón o esfera), corredera rotativa o deslizante
- Métodos de actuación: Manuales, palanca sencilla conectada a la corredera; mecánicos, la corredera se desplaza mediante un dispositivo mecánico; neumático, utiliza aire a presión; hidráulicos, utiliza aceite a presión; eléctricos, conocidos como solenoides, después de recibir la señal eléctrica se mueve la corredera.
- Número de vías: Dos, tres o cuatro vías.
- Tamaño: Tamaño nominal de las tuberías conectadas a la válvula o a su placa base, o caudal nominal.
- Conexiones: Roscas cónicas, roscas cilíndricas, bridas y placas bases.

2.4.1 Válvulas antirretorno.

En su forma más sencilla, una válvula antirretorno es una válvula direccional de una vía que permite el paso libre del aceite en una dirección y lo bloquea en la otra.

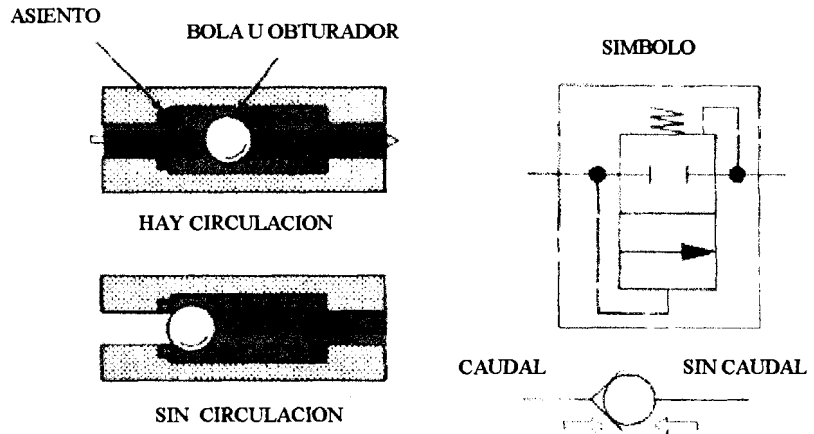


Figura 2.16. Funcionamiento de válvula antirretorno.

El símbolo gráfico para esta válvula es una esfera y su asiento, en la figura 2.16 se puede apreciar. Un resorte ligero, generalmente equivalente a 5 psi, mantiene el obturador en la posición normalmente cerrada. Hay disponible otros tarajes de resorte para satisfacer aplicaciones especiales. En la dirección de paso libre, el obturador se abre a una presión equivalente al taraje del resorte, permitiendo que el fluido pase por la válvula.

2.4.2 Válvulas de dos, tres y cuatro vías.

La función básica de estas válvulas es dirigir el caudal de entrada desde el orificio P a cualquiera de los dos orificios de salida. El número de orificios por los que el fluido puede pasar determina si la válvula es de dos, tres o cuatro vías.

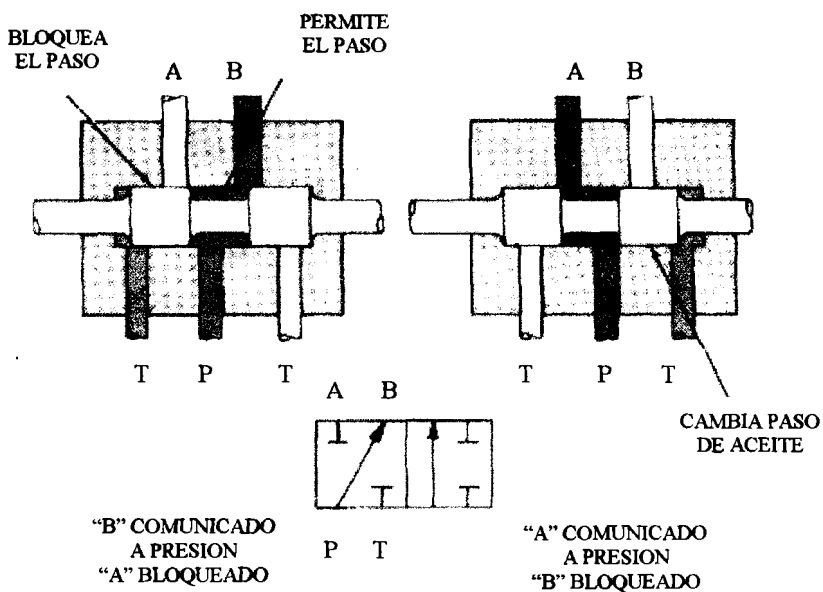


Figura 2.17. Válvula tipo corredera de dos vías.

Una válvula de dos vías, figura 2.17, utiliza el orificio de presión y un orificio de salida en una posición y el orificio de presión y el otro orificio de salida en la otra posición. El orificio de tanque sólo se utiliza como un drenaje para el caudal interno de fugas.

Las válvulas de tres vías llevan configuraciones especiales de correderas que permiten el paso del caudal desde el orificio de presión a los otros dos orificios al mismo tiempo.

Una válvula de cuatro vías, figura 2.18, selecciona alternativamente los dos orificios de salida, pero con esta válvula, el orificio de tanque se usa para el caudal de retorno. Puede utilizarse para hacer mover un actuador en ambas direcciones.

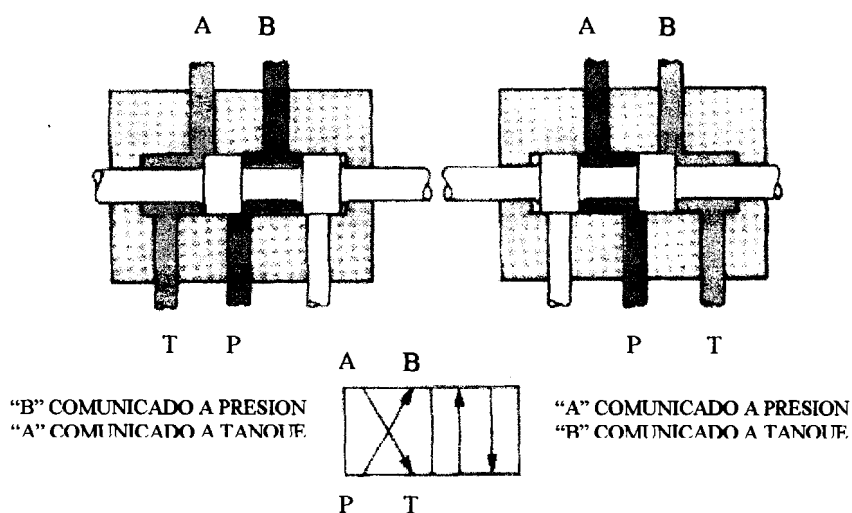


Figura 2.18. Válvula tipo corredera de cuatro vías.

2.5 Controles de presión.

Las válvulas de control de presión realizan funciones tales como limitar la presión máxima de un sistema o regular la presión reducida en ciertas partes de un circuito, y otras actividades que implican cambios en la presión de trabajo. Su funcionamiento se basa en un equilibrio entre la presión y la fuerza de un resorte. La mayoría son de infinitas posiciones, es decir, que las válvulas pueden ocupar varias posiciones entre completamente cerradas y completamente abiertas, según el caudal y la diferencia de presiones.

Los controles de presión se denominan generalmente según su función primaria, válvula de seguridad, válvula de secuencia, válvula de frenado, etc. Se clasifican según el tipo de conexiones, tamaño y gama de presiones de funcionamiento.

2.5.1 Válvulas de seguridad.

La válvula de seguridad, figura 2.19, se halla prácticamente en todos los sistemas hidráulicos. Es una válvula normalmente conectada entre la línea de presión (salida de

la bomba) y el depósito. Su objeto es limitar la presión del sistema hasta un valor máximo predeterminado mediante la derivación de parte o de todo el caudal de la bomba al tanque, cuando se alcanza el ajuste de presión de la válvula.

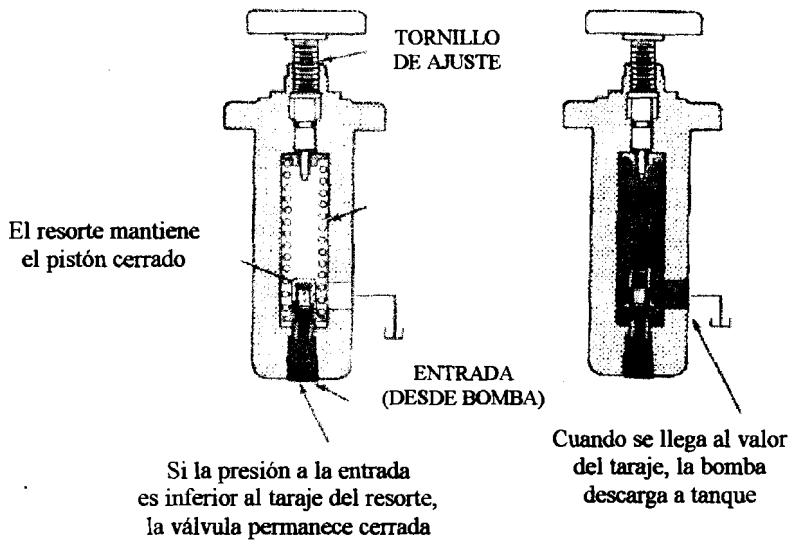


Figura 2.19. Válvula de seguridad.

2.6 Controles de caudal.

Las válvulas reguladoras de caudal se utilizan para regular la velocidad de los cilindros o motores en un circuito hidráulico. La velocidad de un cilindro viene determinada por sus dimensiones y por el caudal de aceite que lo atraviesa. En un cilindro de gran diámetro cabe mucho más aceite y tarda más tiempo en finalizar su

carrera; un cilindro pequeño se mueve más rápido con el mismo caudal. Al variar el caudal de la bomba también varía el tiempo que tarda el cilindro en finalizar su carrera. El cambiar el tamaño del cilindro o el de la bomba para regular la velocidad no es práctico, especialmente si se requiere el cambio de velocidad a mitad de carrera.

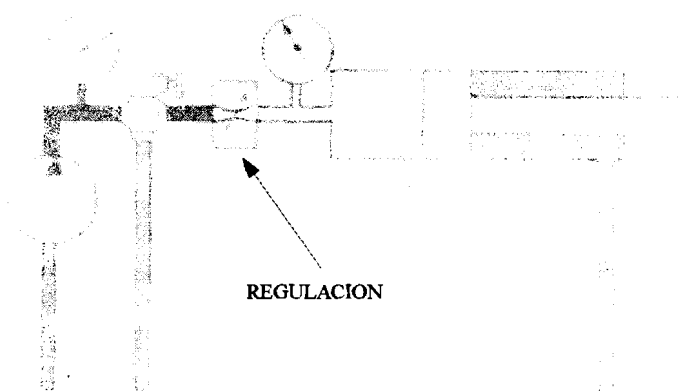


Figura 2.20. Regulación a la entrada.

Un sistema más típico es utilizar una válvula reguladora de caudal que, en su forma más sencilla, no es nada más que un orificio variable, y puede ser un elemento tan sencillo como una válvula de aguja. Variando el tamaño de la abertura, se puede hacer variar la cantidad de aceite que entra en el cilindro y controlar así su velocidad. Un grifo de cocina puede ser un ejemplo de una válvula sencilla de regulación de caudal.

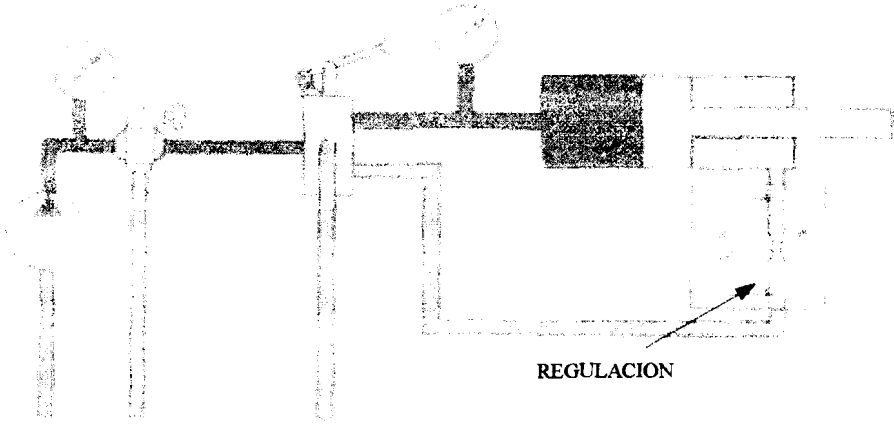


Figura 2.21. Regulación a la salida.

Hay tres factores que afectan al caudal: presión, temperatura del fluido y tamaño del orificio. Si se aumenta cualquiera de estos factores, el caudal también aumentará.

Existen tres métodos básicos para aplicar las válvulas reguladoras de caudal al control de la velocidad de los actuadores: regulación a la entrada, figura 2-20; regulación a la salida, figura 2-21; y, regulación por substracción.

2.7 Válvulas proporcionales.

Las válvulas proporcionales llenan el vacío existente entre las válvulas con solenoides convencionales y las servoválvulas. Igual

que las primeras, las válvulas proporcionales son de diseño sencillo y relativamente fáciles de mantener. En la figura 2.22 se aprecia las partes principales de una válvula proporcional. No obstante, a diferencia de lo que ocurre con las válvulas convencionales, pueden ocupar un número infinito de posiciones dentro de su intervalo de trabajo. Las válvulas proporcionales poseen muchas de las características de control de las más sofisticadas servoválvulas sin su complejidad de diseño y coste elevado. Se utilizan en aplicaciones que requieren un control preciso moderado del fluido hidráulico.

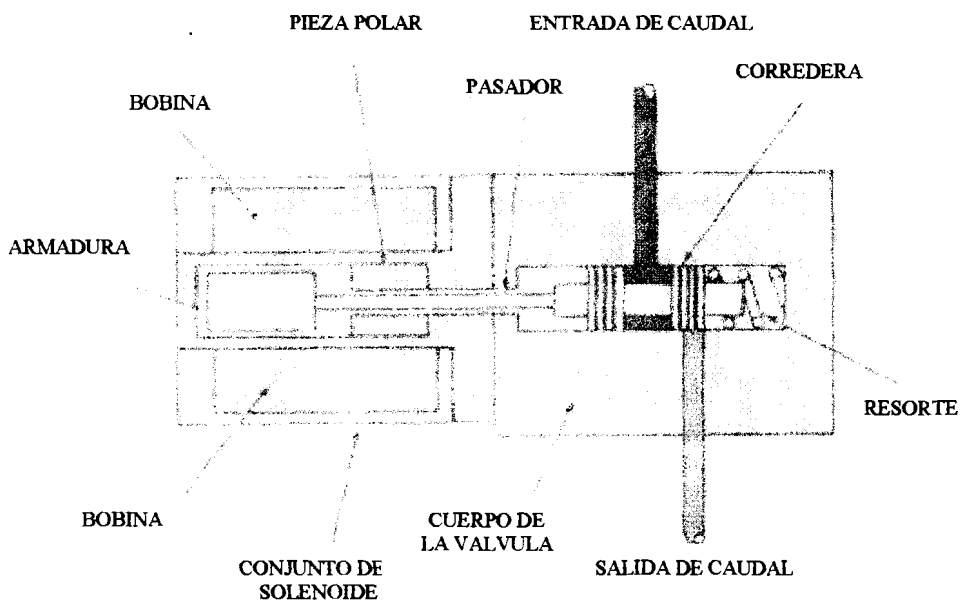


Figura 2.22. Partes de una válvula proporcional.

Las válvulas proporcionales controlan y hacen variar la presión, el caudal, la dirección, la aceleración y la desaceleración desde una posición remota. Se ajustan eléctricamente y son actuadas mediante solenoides proporcionales en lugar de motores de fuerza o de par.

2.8 Servoválvulas.

Una servoválvula es una válvula direccional de infinitas posiciones, que ofrece la característica adicional de controlar tanto la cantidad como la dirección del caudal.

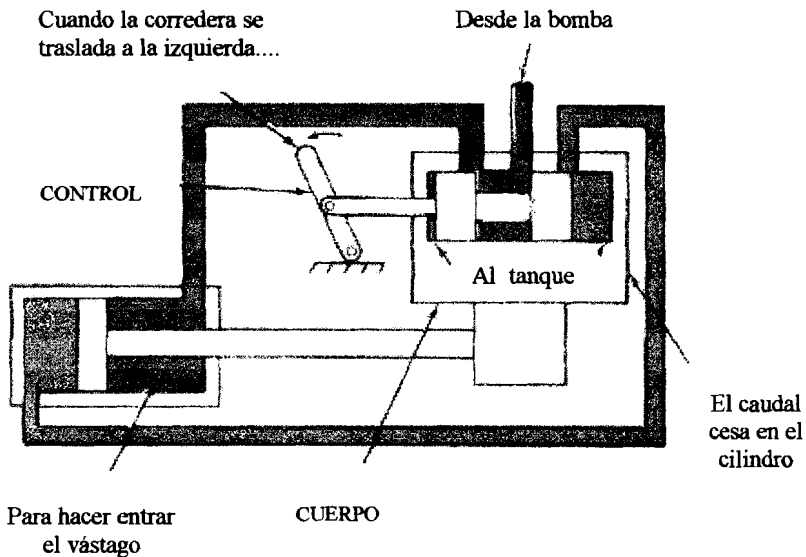


Figura 2.23. Servomecánico.

Cuando se instala con los dispositivos de realimentación adecuados, consigue controles muy precisos de la posición, velocidad y aceleración de un actuador.

Un servomecánico que usa una válvula seguidora, figura 2.23, ha sido utilizado durante varias décadas. La servoválvula electrohidráulica, figura 2.24, es más reciente en la industria.

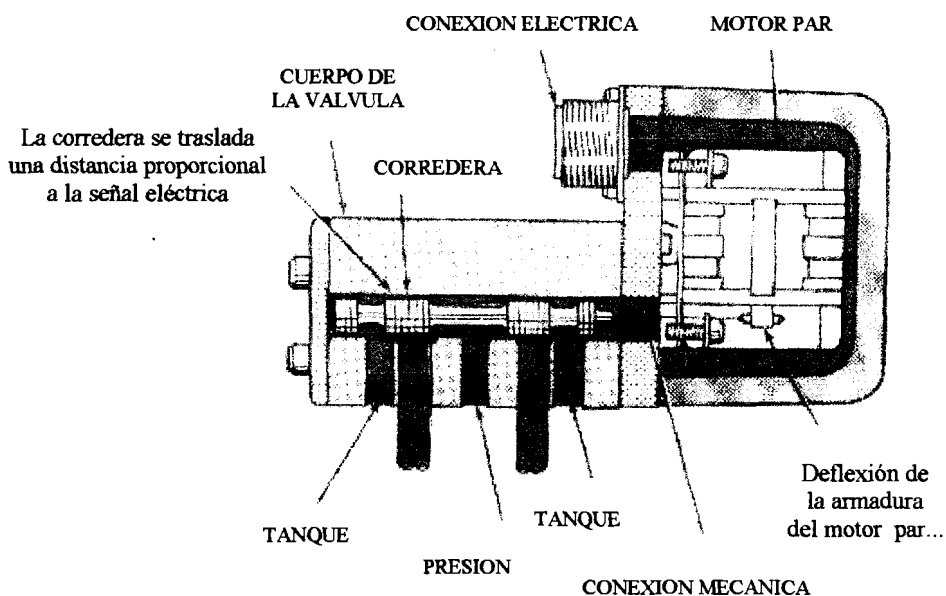


Figura 2.24. Servoválvula eléctrica.

2.8.1 Linealidad.

La linealidad es una medida de la ganancia en caudal de la válvula, o la relación fundamental entre el caudal controlado de la válvula y su señal de entrada. La ganancia es mejor cuando se representa en una línea recta.

La gráfica lineal de la figura 2.25 muestra esta relación fundamental entre el caudal controlado y la señal de entrada para una servoválvula y para una válvula proporcional.

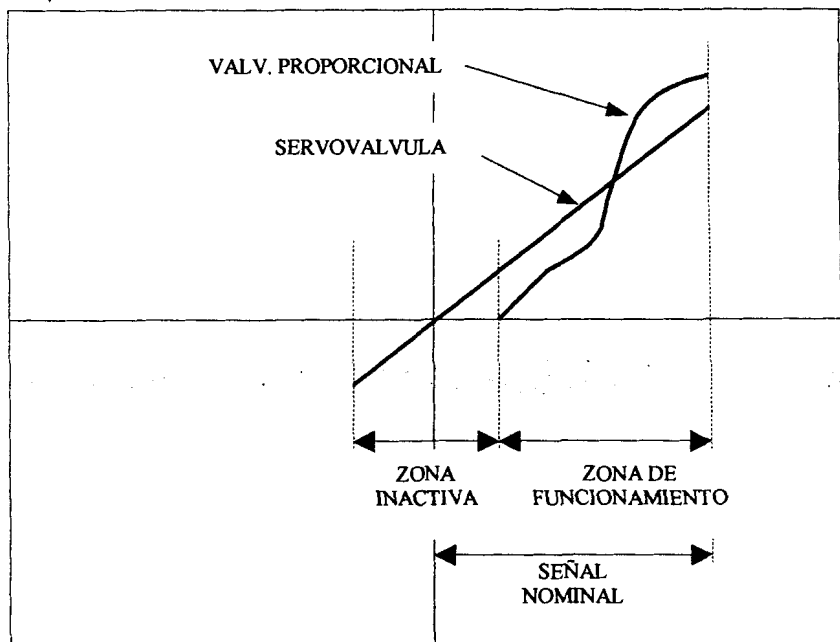


Figura 2.25. Linealidad de la servoválvula.

2.9 Bombas hidráulicas.

En un sistema hidráulico, la bomba convierte la energía mecánica de rotación en energía hidráulica (potencia hidráulica) impulsando fluido al sistema.

Todas las bombas funcionan según el mismo principio, generando un volumen que va aumentando en el lado de entrada y disminuyendo en el lado de salida; pero los distintos tipos de bombas varían mucho en métodos y sofisticación.

Las bombas de desplazamiento positivo son las más utilizadas en los sistemas hidráulicos industriales. Estas bombas suministran al sistema una cantidad determinada de fluido en cada carrera, revolución o ciclo.

Dentro de los diferentes tipos de bombas de desplazamiento positivo se encuentran: las bombas de engranajes, de paletas y de pistones.

2.9.1 Bombas de engranajes.

Una bomba de engranajes suministra un caudal, transportando el fluido entre los dientes de dos engranajes bien acoplados. Uno de los engranajes es accionado por el eje de la bomba y hace girar al otro. Las cámaras de bombeo, formadas entre los dientes de los engranajes, están cerradas por el cuerpo de la bomba y por placas laterales (llamadas frecuentemente placas de presión o de desgaste).

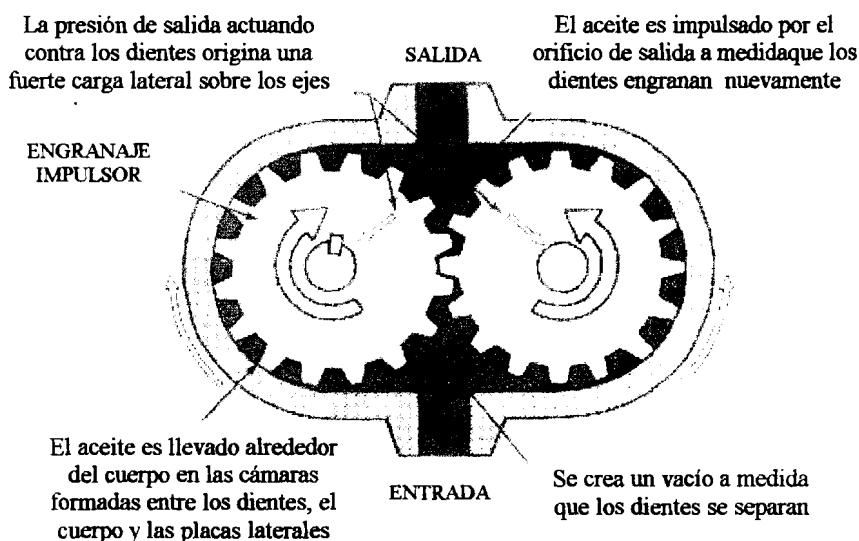


Figura 2.26. Bomba de engranajes externos.

En la figura 2.26, aparece una bomba de engranajes externos; en cambio en la figura 2.27, una bomba de engranajes internos.

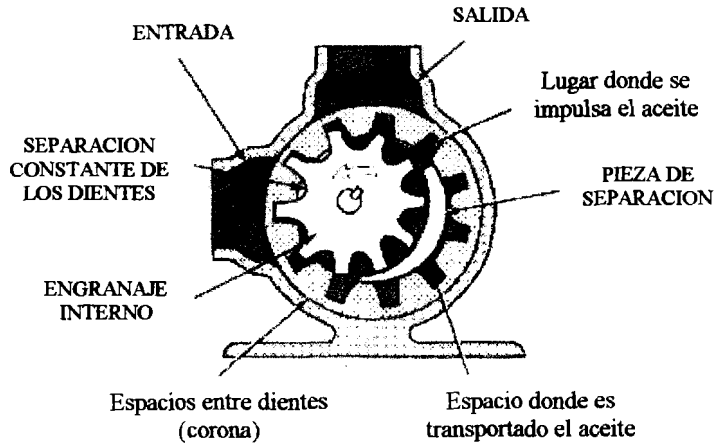


Figura 2.27. Bomba de engranajes internos.

2.9.1 Bombas de paletas.

El principio de funcionamiento de una bomba de paletas está ilustrado en la figura 2.28. Un rotor ranurado está acoplado al eje de accionamiento y gira dentro de un anillo ovalado. Dentro de las ranuras del rotor están colocadas las paletas, que siguen la superficie interna del anillo cuando el rotor gira.

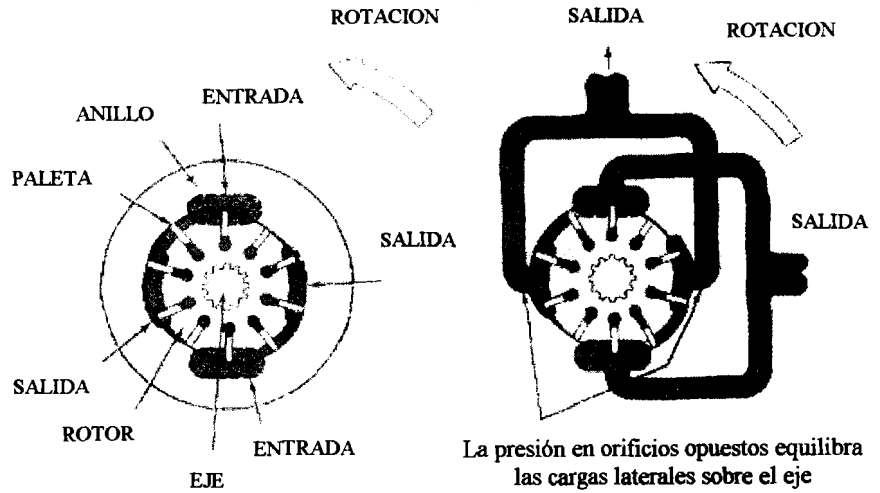


Figura 2.28. Bomba de paletas.

Las bombas de paletas cubren la zona de caudales pequeños y medios con presiones de funcionamiento hasta 3000 psi. Son fiables, de rendimiento elevado, y de fácil mantenimiento. Además, tienen un bajo nivel sonoro y una larga duración.

2.9.2 Bombas de pistones.

Todas las bombas de pistones funcionan según el principio de que un pistón, moviéndose alternativamente dentro de un orificio, aspirará fluido al retraerse y lo expulsará en su

carrera hacia delante. En la figura 2.29 se muestra una bomba de pistones.

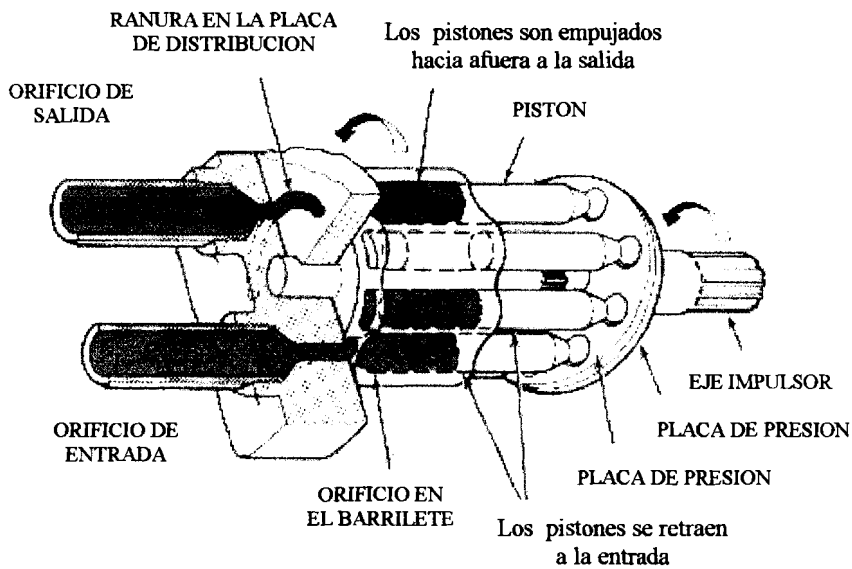


Figura 2.29. Bomba de pistones.

2.10 Accesorios.

Este literal trata sobre ciertos accesorios, utilizados en los sistemas hidráulicos, para realizar funciones especiales.

2.10.1 Acumuladores.

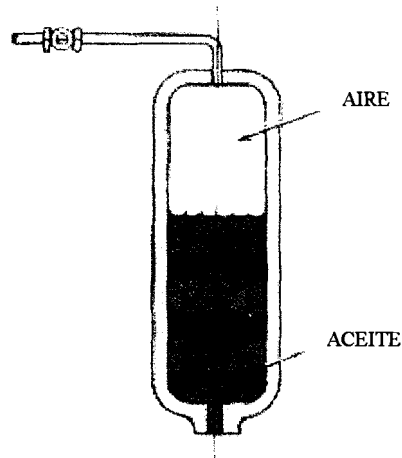


Figura 2.30. Acumulador.

A diferencia de los gases, que son compresibles y pueden almacenarse durante un período de tiempo, los fluidos hidráulicos son normalmente incompresibles. Los acumuladores suministran un medio para almacenar estos fluidos bajo presión. En la figura 2.30 se muestra un acumulador semejante al del control oleodinámico de la central. El fluido hidráulico entra en la cámara del acumulador y actúa sobre el área del pistón o de la vejiga para elevar un peso o comprimir un resorte o gas, según sea el tipo de acumulador, figura 2.31.

Cualquier tendencia a disminuir que tenga la presión a la entrada del acumulador, hace que el elemento reaccione y obligue al líquido a salir hacia el sistema.

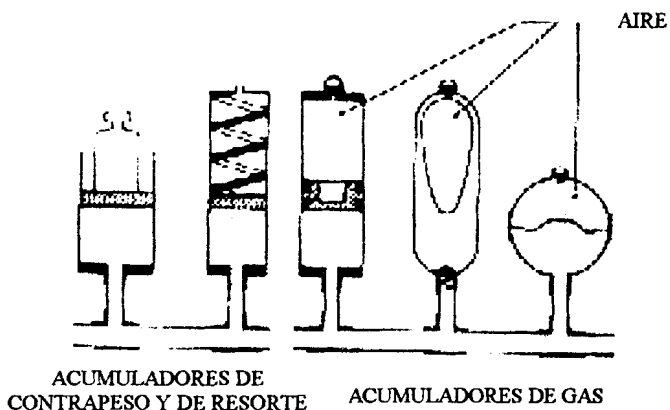


Figura 2.31. Tipos de acumuladores.

2.10.2 Preostatos.

Los preostatos se utilizan para abrir o cerrar circuitos eléctricos a presiones seleccionadas previamente, para accionar electroválvulas y otros dispositivos utilizados en el sistema. En la figura 2.32 aparece un gráfico descriptivo de un preostato.

El modelo de la figura contiene dos interruptores eléctricos separados, accionado cada uno de ellos mediante una varilla

apoyada contra un pistón cuya posición es controlada por la presión hidráulica en un lado y por un muelle en el otro. La presión a la que actúan los interruptores se selecciona girando el tornillo de ajuste para aumentar o disminuir la fuerza del resorte.

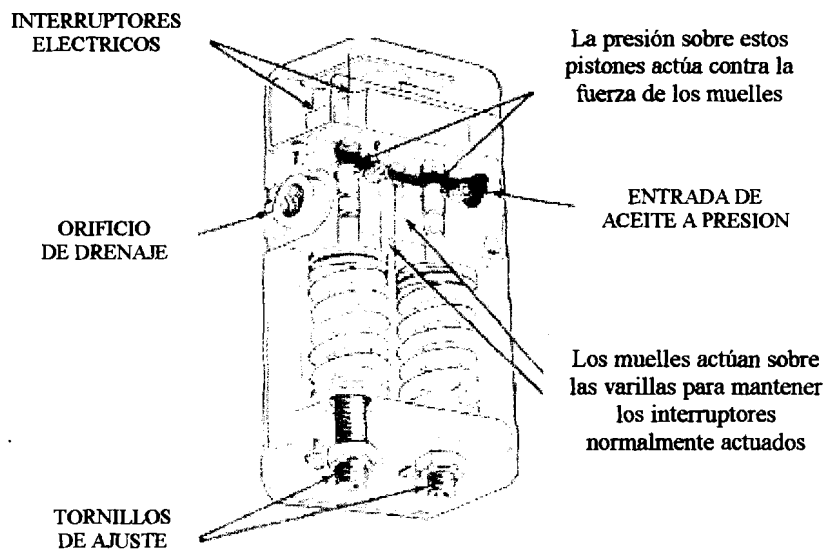


Figura 2.32. Preostato.

Utilizando los interruptores con que cuenta el preostato con un relé eléctrico, las presiones del sistema pueden mantenerse dentro de unos límites inferior y superior muy amplios.

2.10.3 Manómetros.

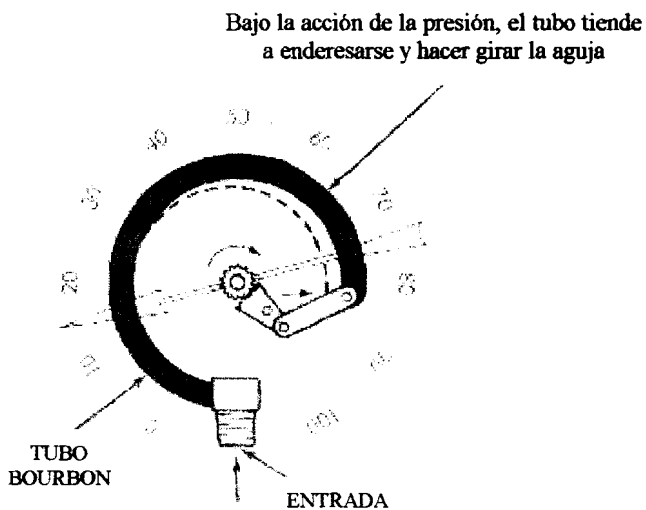


Figura 2.33. Manómetro Bourbon.

Los manómetros son necesarios para ajustar las válvulas de control de presión y para determinar las fuerzas ejercidas por un cilindro o el par desarrollado por un motor hidráulico.

Un manómetro muy conocido es el Bourbon, figura 2.33, un tubo cerrado que tiene forma de arco. Cuando se aplica presión al orificio de entrada, el tubo tiende a enderezarse, accionando un acoplamiento que gira un engranaje y una aguja ligada a éste que indica la presión en un cuadrante.

Capítulo 3

3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.

3.1 Grupo de bombeo, descripción y función de los componentes.

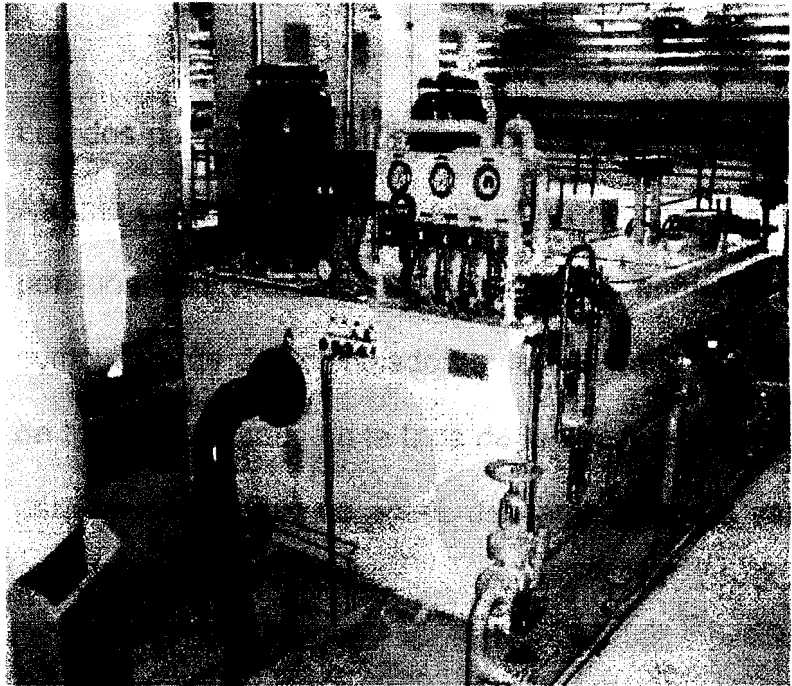


Figura 3.1. Grupo de bombeo de aceite.

3.1.1 Tanque de recolección de aceite.

Es una estructura en chapa soldada de forma de paralelepípedo, adecuadamente nervada y reforzada, con los pies de soporte en el piso provistos de agujeros para los tornillos de anclaje. El diagrama del tanque se lo puede apreciar en el plano 001, página 3.

La caja es dividida en dos partes: en una está conectada la aspiración de las bombas, en la otra viene encauzado todo el aceite de descarga y recolección.

Las dos partes están en comunicación por medio del septo filtrante compuesto de una estructura de colmenar cubierta por una red metálica. El sistema de enfriamiento está compuesto de dos cambiadores de calor del tipo de batería de tubos, colocados en la tapa de la caja y ensamblados en paralelo con el flujo de aceite descargado por la válvula de seguridad n6.

En la parte superior de la caja han sido ensamblados los dos grupos motobomba, la tapa de inspección, el panel

portainstrumentos (presóstatos, manómetros, captador de presión, termostato) y las electroválvulas de mando, como se muestra en la figura 3.1.

A lado de la caja está instalado el filtro doble para el aceite que alimenta los circuitos de control y la electroválvula. Al interior de la caja han sido instalados el distribuidor principal DT con la cajita de cierre de emergencia De, y la válvula de aislamiento 20Q del circuito oleodinámico, como se puede apreciar en la figura 3.2.

En los lados de la caja, en la parte inferior, son previstas dos tomas para el vaciado de aceite y los empalmes para los tubos de conexión con los aparatos oleodinámicos del sistema.

En el tanque de recolección confluyen las descargas de aceite de todos los equipos que constituyen el sistema de regulación, sean las de tipo funcional, que ocurren durante el funcionamiento de los equipos (como vaciado de los servomotores, por ejemplo) o las que son debidas a pérdidas o goteos.

Al interior del tanque son instalados los siguientes equipos principales:

- 2 bombas de aceite con sus dispositivos de succión (PR1 y PR2)
- 3 filtros de aceite (02, 03 y 04)
- Una serie de válvulas oleodinámicas (20Q, etc.)
- Válvula de distribución (DT)
- Válvula de emergencia (De)

La vista del interior de tanque se puede apreciar en la figura 3.2.



Figura 3.2. Interior del tanque de recolección de aceite.

En la tapa superior del tanque están instalados:

- 2 motores de las bombas de aceite (88PR1 y 88PR2)
- 2 válvulas de seguridad de las bombas (nQ1 y nQ2)
- 3 válvulas de carga para las bombas (PCV1, PCV2 y PCV-IN)
- 1 electro-distribuidor para el mando de la válvula de by-pass de la válvula mariposa (S20 BP)
- 1 electro-distribuidor para el mando de la válvula mariposa (S20 W)
- 1 electro-distribuidor para el mando de la válvula de aislamiento del acumulador (S20 Q)
- 1 electro-distribuidor para el mando de inserción del regulador (S65)
- 2 intercambiadores de calor aceite/agua (HE1 y HE2)

Además, en el lado de tanque hacia la válvula mariposa es instalada la servoválvula proporcional SVE-P3. En el tanque están también instalado un indicador visual de nivel LG1 con dos relés LS3 HH y LS3 LL para la indicación al DCS de los niveles máximo y mínimo. Algunos de estos componentes se pueden apreciar en la figura 3.3.

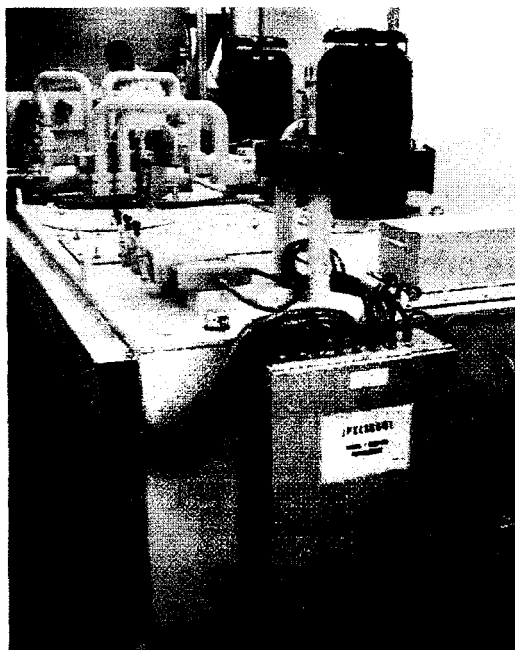


Figura 3.3. Exterior del tanque de recolección de aceite.

3.1.2 Grupo moto-bomba PR1-2 / 88PR1-2.

Existen dos bombas de tornillos conectadas cada una con un motor asíncrono por medio de una junta elástica.

La aspiración de la bomba, tendrá que ser siempre sumergida en el aceite por lo menos 200 mm a fin de evitar la introducción de aire, está colocada de manera que

garantice que el arranque tenga lugar siempre cuando la bomba sea cargada de aceite.

En el grupo de bombeo están dos grupos principales moto-bomba: uno está siempre en función y el otro es de reserva; el cambio ocurre por vía automática y viene controlado por presóstatos. La función principal y de reserva de las bombas puede ser alternada por medio de un selector de funcionamiento.

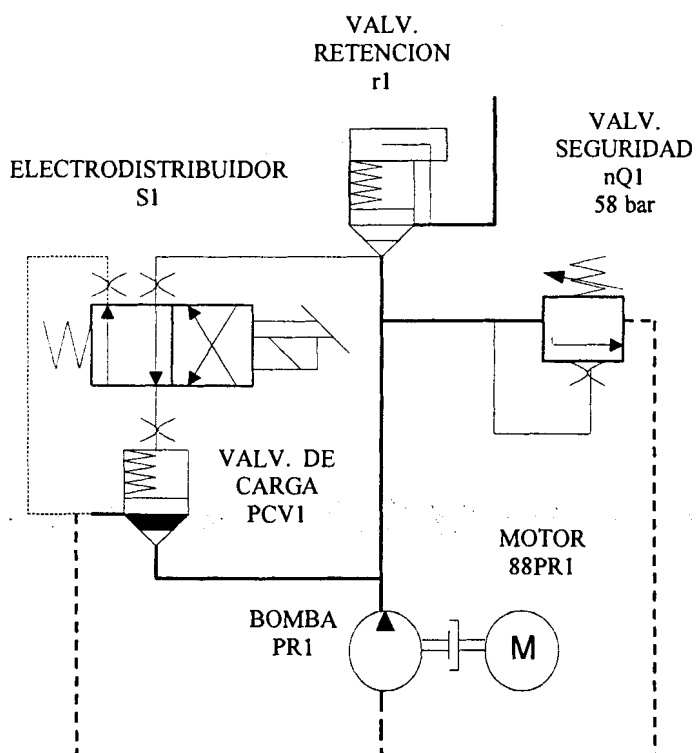


Figura 3.4. Grupo moto-bomba y sus componentes.

Cada bomba es provista de:

- 1 válvula de retención (r1 y r2)
- 1 válvula de arranque (PCV1 y PCV2) controlada por medio de un electrodistribuidor (S1 y S2)
- 1 válvula de seguridad (nQ1 y nQ2)
- Accesorios varios

El diagrama de conexiones de estos componentes es representado en la figura 3.4.

Las bombas son alimentadas en corriente alterna a 460 V, con las siguientes características principales:

Tabla I - Características de las bombas de aceite

<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Valor</i>
Tipo volumétrico de engranaje	---	Allweiler SMDA 660-ER40
Caudal	dm ³ /min	621
Presión nominal	MPa	5.50
Potencia nominal	kW	90
Velocidad de rotación	Giros/min	1750,0

3.1.3 Interruptor de presión de la bomba del grupo de bombeo 63PR1-2.

El interruptor de presión 63PR1, 63PR2 opera:

- Si falta la bomba elegida en fase de arranque, activa la alarma retardada (15 seg.) y el arranque de la segunda bomba.
- Si se para de manera accidental la bomba elegida, activa el arranque de la segunda bomba.
- Si se para ambas bombas, activa la parada de emergencia del grupo.

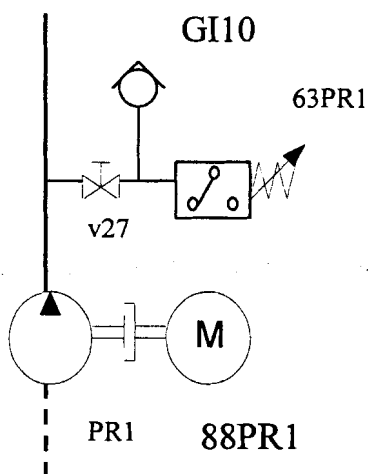


Figura 3.5. Interruptor de presión 63PR1.

3.1.4 Termostato del grupo de bombeo 38TS8.

El termostato 38TS8 desarrolla, (figura 3.6) por medio de la intervención de los contactos de las dos etapas, en correspondencia de los valores planteados, las siguientes funciones:

- a) 1º etapa: grado de temperaturas del aceite (alto) que activa la señalización de alarma (50 °C)
- b) 2º etapa: grado de temperatura del aceite (demasiado alto) que determina la parada del grupo (55 °C)

3.1.5 Indicador de nivel del grupo de bombeo LS3.LL-LS3.HH.

El esquema del indicador de nivel del grupo de bombeo es representado en la figura 3.6.

El indicador de nivel con contactos eléctricos LS3.LL – LS3.HH interviene, por medio de la activación de los dos microinterruptores, en correspondencia de los valores planteados:

- a) Si el aceite al interior de la caja de la centralita alcanza el nivel máximo (LS3.HH) activa la señalización de alarma y parada.
- b) Si el aceite al interior de la caja de la centralita alcanza el nivel mínimo (LS3.LL) activa la señalización de alarma y parada.

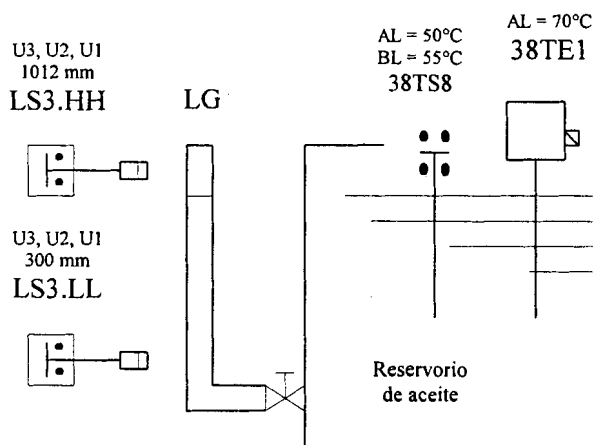


Figura 3.6. Indicador-nivel LL3.LL/HH y termostato 38TS8.

3.1.6 Válvula de seguridad n6.

La válvula de seguridad n6 de émbolo diferencial de acción directa está constituida principalmente por los siguientes componentes:

- a) Cuerpo
- b) Embolo
- c) Resorte de carga
- d) Dispositivo de regulación de balance

La válvula de seguridad n6 tiene la función de limitar y/o ajustar la presión del aceite generada por la bomba (o por las bombas) del grupo de bombeo. El esquema de esta válvula es representado en la figura 3.7.

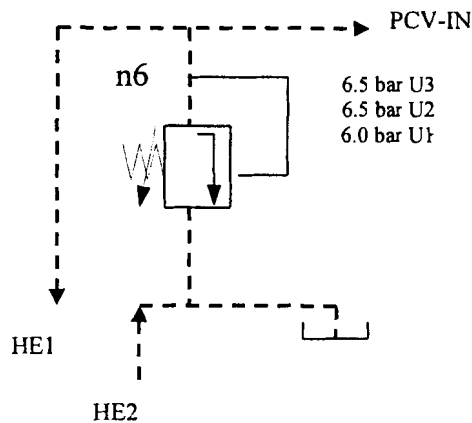


Figura 3.7. Esquema de la válvula de seguridad n6.

La presión generada en el circuito oleodinámico de la bomba viene controlada por el émbolo que está mantenido en equilibrio una parte por la presión del aceite que actúa en la

pieza diferencial y la otra por la carga del resorte que reacciona en el sentido opuesto. En dicha condición la parte final del émbolo está suavemente levantada de su asiento y el caudal de la bomba no utilizada en el circuito oleodinámico viene descargado por la válvula.

Cuando la presión presente en la cámara diferencial disminuye respecto a la condición de equilibrio, la parte final del émbolo estrangula la luz de descarga reduciendo el caudal descargado.

3.1.7 Filtro doble O3.

El filtro doble O3 para el aceite que alimenta los circuitos de control y las electroválvulas es instalado en la pared lateral externa de la caja del grupo de bombeo.

Los dos filtros "simples" han sido instalados en paralelo en la tubería de envío e intercalados por medio de grifos de 3 vías a fin de permitir el mantenimiento. Su esquema es representado en la figura 3.8.

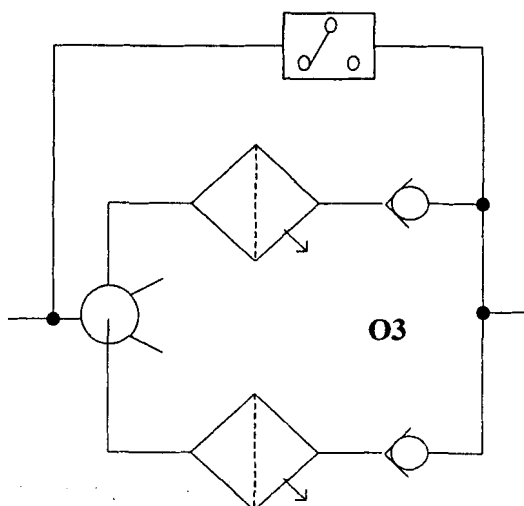


Figura 3.8. Filtro doble O3.

El filtro está equipado de un indicador eléctrico de obstrucción y de válvula bypass calibrada para la conmutación en el elemento filtrante limpio en el caso de obstrucción de lo que esta en servicio. El grado de filtrado de las mallas de los filtros es de 40 micron.

3.1.8 Intercambiador de calor HE1 – HE2.

El enfriamiento del aceite del grupo de bombeo está hecho por medio de un intercambiador de calor, de tipo de haz de tubos, de dos pasos, colocado en la tapa de la caja y

montado en serie con el flujo del aceite de enfriar, que proviene de la descarga de la válvula de seguridad n6.

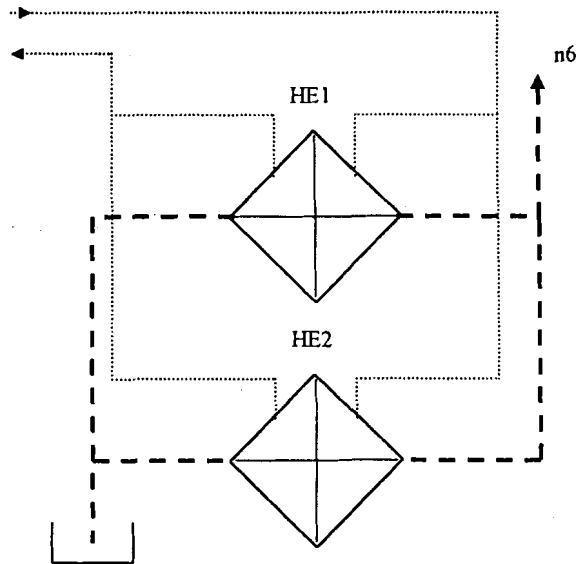


Figura 3.9. Intercambiador de calor HE1-HE2.

El haz de tubos está constituido de tubos rectos aleteados, en cobre reforzado de alto rendimiento. Los extremos de los tubos han sido expandidos en los espejos a fin de garantizar la máxima resistencia también en presencia de vibraciones. Los deflectores han sido fabricados de chapa forjada y perfiles, de manera de obtener un alto rendimiento de cambio térmico y garantizar una resistencia también en presencia de vibraciones.

El cuerpo y los espejos de los tubos, hechos de acero al carbono, son de gran espesor. Las tapas han sido fabricadas en fundición de alta resistencia.

El intercambiador de calor está equipado con dos soportes de anclaje hechos en chapa de acero forjado y pueden colocarse en las tapas en diferentes direcciones para ayudar a la instalación.

En el cuerpo del intercambiador está previsto un empalme roscado para el drenaje del aceite.

3.1.9 Válvula de retención r1, r2 y r3.

La válvula de retención del tipo cesto con cierre cónico, está montada en un bloque de mando. Está constituida principalmente por una tapa y un elemento funcional.

La tapa está provista de canales de pilotaje. El elemento funcional está constituido por un cilindro con asiento y un

obturador que es mantenido en la posición de cierre por la acción de un resorte.

El aceite procedente de la bomba del grupo de bombeo levanta el obturador si la fuerza que actúa en la superficie diferencial del obturador es superior a la fuerza ejercida por la señal piloto.

Con la bomba en servicio, la válvula está abierta. Con bomba parada (segunda bomba del grupo de bombeo), la válvula se mantiene cerrada por efecto del resorte y de la señal de presión piloto en la superficie piloto del obturador, esta última fuerza proviene de la presión del aceite de la bomba en funcionamiento (primera bomba del grupo de bombeo).

Con el grupo en paro, la acción del resorte que actúa en el obturador mantiene la válvula (válvulas) cerrada, aislando la bomba (bombas) del grupo de bombeo.

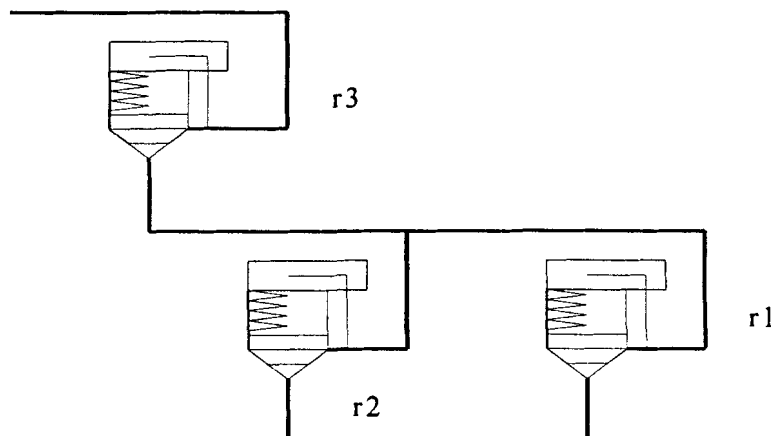


Figura 3.10. Válvulas de retención r1, r2 y r3.

El funcionamiento de la válvula r3 es similar al detallado anteriormente, con bombas en paro se cierra aislando el acumulador aire-aceite y manteniéndole bajo presión. Las válvulas de retención r1, r2 y r3 del sistema oleodinámico básicamente permiten el flujo de aceite en una sola dirección. Ver esquema de la figura 3.10.

3.1.10 Válvula de carga (de seguridad de regulación de presión) PCV-IN.

La válvula de carga tiene dos tipos de funcionamiento, uno cuando la presión alcanza su punto máximo (el caudal de la

bomba es descargado por la válvula de seguridad), y cuando la presión es mínima en el acumulador (el caudal de la bomba carga el acumulador aire-aceite). Ver esquema de la figura 3.11.

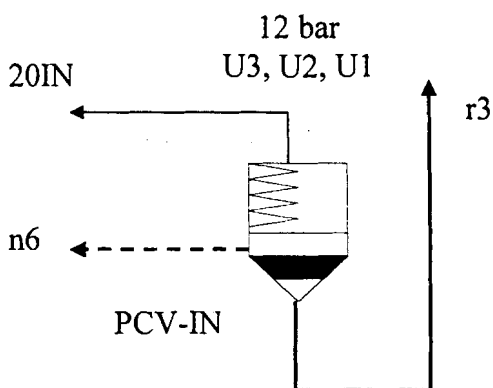


Figura 3.11. Válvula de carga PCV-IN.

Cuando la presión en el acumulador llega a 55 bar, el obturador de la válvula está en la posición alta permitiendo la descarga del caudal de aceite.

La presión mínima tiene que ser calibrada, actuando en el adecuado dispositivo de registro. Cuando la presión en el acumulador baja 50 bar, el obturador de la válvula está en la posición baja; la válvula se cierra y todo el caudal de la bomba es enviado al acumulador aire-aceite.

Si la cámara piloto se queda con presión, por falta de intervención de la válvula de intermitencia 20-IN, la válvula de seguridad PCV-IN por efecto del aumento de la presión se abrirá, descargando el caudal de exceso no utilizado por el acumulador aire-aceite a la presión seteada en el dispositivo de registro (obturador abajo).

La presión máxima de descarga de la válvula de seguridad tiene que ser superior (aproximadamente 2 – 3 bar) a la máxima operación de la válvula de intermitencia.

3.1.11 Válvula de intermitencia 20IN.

La válvula de intermitencia 20IN regula la presión de aceite del acumulador entre 50 a 55 bars. Ver esquema de la figura 3.12.

El émbolo principal del servomotor piloto de la válvula tiene, por un lado, la presión constante que lo empuja hacia abajo actuando sobre una superficie diferencial, por el otro lado

tiene un resorte que ganando a dicho empuje, envía el émbolo hacia arriba.

El émbolo piloto censa la presión en el acumulador y realiza unos desplazamientos proporcionales a las variaciones de dicha presión, que actúa hacia abajo contrarrestada por un resorte.

Girando el tornillo de regulación, bloqueado por su respectiva tuerca, se determina el rango de las presiones de operación de la válvula de intermitencia.

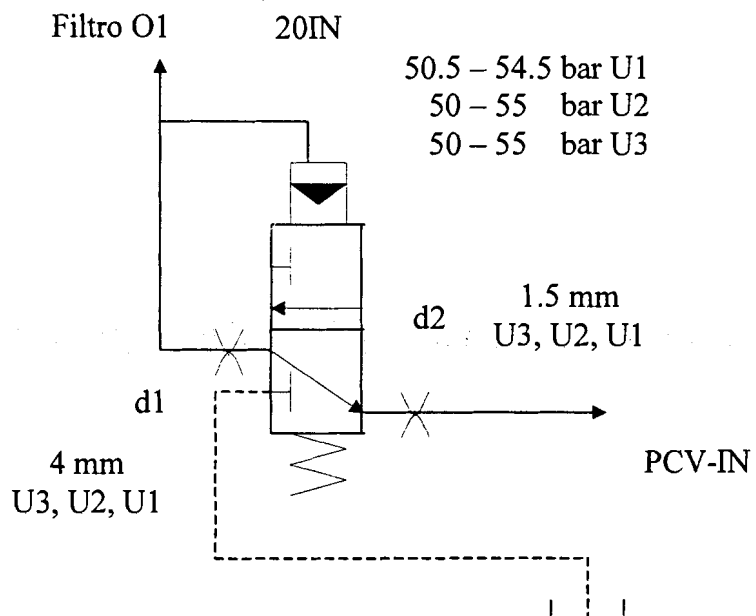


Figura 3.12. Válvula de intermitencia 20IN.

Girando el tornillo de regulación del campo de intermitencia, bloqueado su respectiva tuerca, se ajusta el rango de actuación o sea la diferencia entre la presión mínima y máxima de operación de intermitencia.

La presión máxima a la que está calibrada la intermitencia tiene que ser inferior en 3 bar aproximadamente a la calibración de la válvula de carga PCV-IN.

3.1.12 Válvula de aislamiento 20Q.

La válvula 20Q aísla el acumulador de los circuitos de regulación cuando la unidad esta parada, la misma que es controlada por la electroválvula de inserción S20Q.

La válvula es del tipo autoclabe; viene mantenida cerrada por la presión del acumulador aire-aceite en caso de falta de la presión piloto.

La válvula es constituida de un cuerpo de acero, obturador de asientos cónicos y émbolo piloto con segmentos de sello.

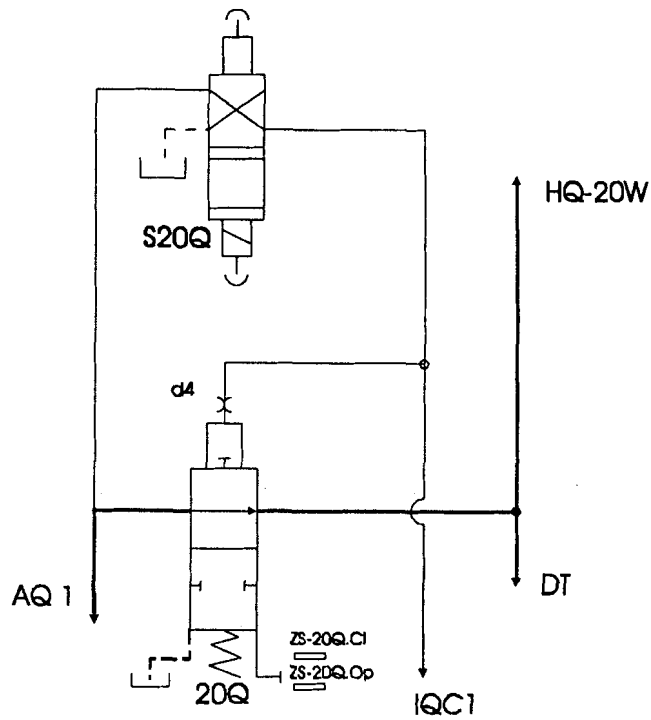


Figura 3.13. Válvula de aislamiento 20Q.

El apertura y el cierre de la válvula de aislamiento vienen gobernadas por la electroválvula S20Q; el tiempo de apertura y cierre viene controlado por un diafragma en el servomotor piloto.

La alimentación de la electroválvula S20Q es controlada por un grifo de activación manual que permite efectuar inspecciones aún con el acumulador en presión. La orden procedente desde la electroválvula S20Q provoca dos secuencias enteramente hidráulicas:

□ APERTURA

El impulso de la bobina “abre” de la electroválvula S20Q envía presión aguas abajo de ella y luego plantea en apertura el émbolo de la válvula; el presóstato 63PS4 advierte la completa realización de dicha operación, mientras el cierre de la válvula iQC2 otorga el primer ascenso hidráulico para la reactivación de la válvula de distribución principal DT.

□ CIERRE

El impulso de la bobina “cierra” de la electroválvula S20Q, como también una caída retardada de la presión aguas debajo de ella, provoca lo siguiente:

- Orden de cierre inmediato, por medio de la válvula iQC2, a la válvula de distribución principal DT;
- Señal al regulador, por medio del presóstato 63PS4, de las intervenciones secuenciales o protecciones;

- Predisposición de cierre de la válvula de aislamiento 20Q que se va a cerrar en un tiempo prefijado en el servomotor piloto.

El cierre normal de la válvula 20Q se efectúa después que se hayan cumplido las maniobras de paro de la turbina.

3.1.13 Servoválvula electro-hidráulica SVE-P3.

La servoválvula electro-hidráulica SVE-P3 es de tipo "proporcional", es decir que la carrera de su cuerpo interno es proporcional a la señal eléctrica que le llega desde el regulador de velocidad, la misma que puede variar entre 4 mA (correspondientes a la posición de equilibrio de la servoválvula) y 20 mA (correspondientes a su máximo desplazamiento).

La función de la servoválvula es de transformar la señal eléctrica variable de 4 ÷ 20 mA en una señal hidráulica de presión variable de forma análoga, la cual controla la carrera del cuerpo interno de la válvula de distribución DT

del servomotor. Se trata, en la práctica, de un transductor electro-hidráulico. Ver figura 3.14.

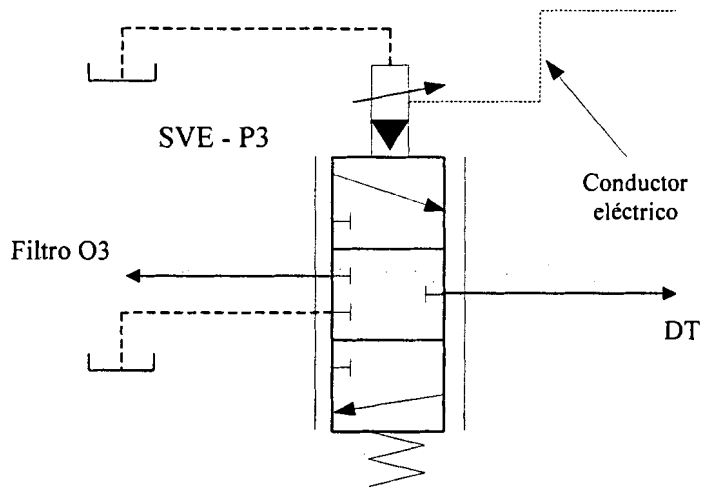


Figura 3.14. Servoválvula electro-hidráulica SVE-P3.

La señal eléctrica es variable y depende de la potencia o apertura que se quiera suministrar y de la velocidad que se quiere mantener. (Potencia , Frecuencia y Apertura son tres canales de regulación)

3.1.14 Válvula de distribución principal DT.

El cuerpo móvil de esta válvula, que controla los servomotores de mando del distribuidor de la turbina, se mueve bajo la acción de dos fuerzas contrarias: la acción de un resorte de un lado y una presión modulada del otro.

El actuador ZT1 está conectado mecánicamente al émbolo piloto que gobierna la posición de la válvula principal DT. La presión piloto en la cámara superior, opuesta a la presión constante del resorte, actúa en apertura.

Dos válvulas iQC1 e 1QC2, descargan en el bloque superior, manteniendo la válvula de distribución DT en posición cerrada hasta el desbloqueo por: excitación de la electroválvula S65, la intervención de la protección centrífuga hidráulica 412i y de la electroválvula S20Q.

Las válvulas iQC1 e iQC2 permiten que el émbolo piloto y luego el accionador, controlen la posición de la válvula de distribución; la falta de una de dichas señales provoca el cierre de la válvula de distribución principal.

Los tiempos de maniobra de los servomotores están controlados por diafragmas de apertura y cierre ubicados en el émbolo.

La presión piloto superior está alimentada por la presión procedente del filtro O3. Cuando la turbina está en paro, un resorte mantiene siempre la válvula de distribución en "cierre".

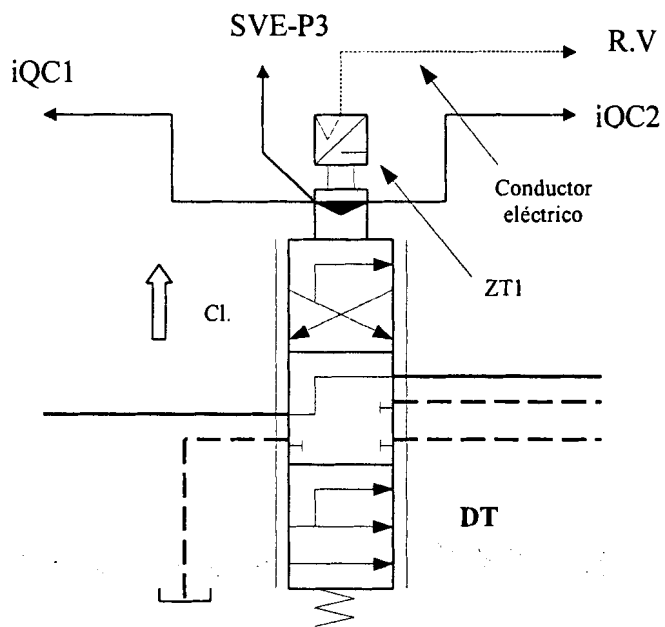


Figura 3.15. Válvula de distribución DT.

La válvula iQC1, calibrada a un valor inferior a la presión mínima de marcha (3.75 Mpa – 41 bar) del acumulador aire-

aceite, hace cerrar la válvula de distribución, descargando la presión piloto, cuando ésta es inferior a la de balance de la válvula iQC1.

La válvula de distribución DT es comandada por el regulador de velocidad electrónico mediante la servoválvula electrohidráulica SVE-P3.

3.1.15 Válvula de cierre de emergencia De.

Esta válvula tiene el fin de asegurar el cierre del distribuidor de la turbina, en el caso de atascamiento de la válvula de distribución DT. Su cuerpo móvil se mueve bajo la acción de dos fuerzas contrarias: de un lado actúa una presión constante fija y del otro una presión controlada por la válvula iQC3. Para referencia ver figura 3.16.

La válvula de cierre de emergencia del distribuidor turbina está instalada en el grupo de bombeo, mantenida en posición normal por la válvula iQC3, la cual viene alimentada por la presión que procede de la electroválvula S65 por

medio del centrífugo hidráulico 412i. En esta posición la válvula permite el libre pasaje de la presión de los circuitos lado “abre” y lado “cierra”. La interconexión de estos dispositivos se representa, en forma simplificada en la figura 3.23.

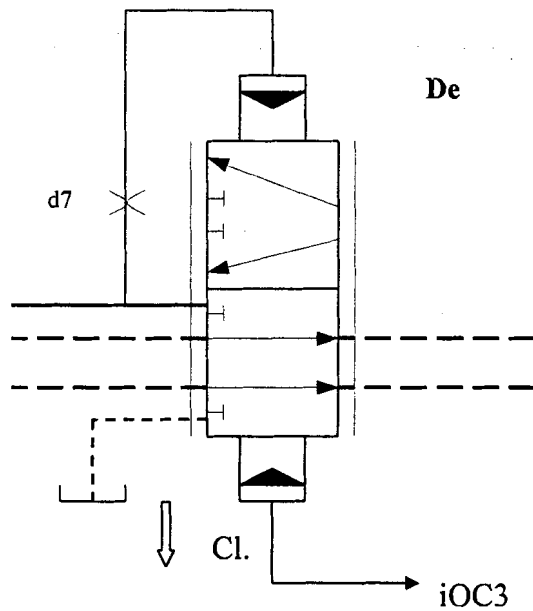


Figura 3.16. Válvula de emergencia De.

La cámara inferior de la válvula de cierre de emergencia De alimentada por la válvula iQC3, opera en el sentido de la posición normal en oposición a la pieza superior de presión constante que actúa en el sentido de la presión “cierra”.

Cuando el centrífugo hidráulico 412i y/o la electroválvula S65 y la válvula iQC3 saltan, el émbolo de la válvula de emergencia De alcanza la posición de "cierre de emergencia"; el lado "abre" del servomotor turbina descarga por medio de un diafragma, mientras el lado "cierra" queda alimentado en vía directa por la presión constante.

Hay que evidenciar que la conmutación de la válvula de emergencia excluye la influencia de la válvula de distribución en manera de garantizar directamente el cierre de la turbina; el tiempo de cierre es planteado por medio de diafragmas (eventuales) previstos en el émbolo de la válvula.

3.2 Acumulador aire/aceite AQ1.

3.2.1 Descripción.

Está constituido por un cuerpo cilíndrico y fondos curvados de chapa soldada, probado de acuerdo a normas y a una presión igual a 1.5 veces la presión del proyecto.

El aceite que procede de la bomba alimenta el acumulador AQ1 por medio de la válvula de retención; el acumulador a su vez, alimenta el circuito normal de regulación por medio de la válvula de aislamiento 20Q.

El nivel normal del acumulador es controlado por el transductor de nivel LS2, que actúa sobre el compresor de aire de regulación.

El acumulador AQ1 tiene tres válvulas: una para la recarga del aire del compresor, una para la descarga del aire y la otra para la descarga del aceite y de las impurezas en el fondo del acumulador. Tiene además un paso de hombre para la inspección del interior del acumulador.

En la parte superior está montada una válvula de seguridad para la descarga del aire. Un transductor de nivel de tipo magnético, con válvulas de aislamiento, permite realizar las variaciones del nivel de aceite. Se incluye el plano 001,página 2, donde muestra un diagrama simplificado de las conexiones del AQ1 con el grupo de bombeo.

Las presiones: normal, mínima y máxima están controladas por las válvulas de seguridad PCV-IN y de intermitencia 20IN. Al alcanzar la presión máxima, la válvula de seguridad descarga el caudal no utilizado.

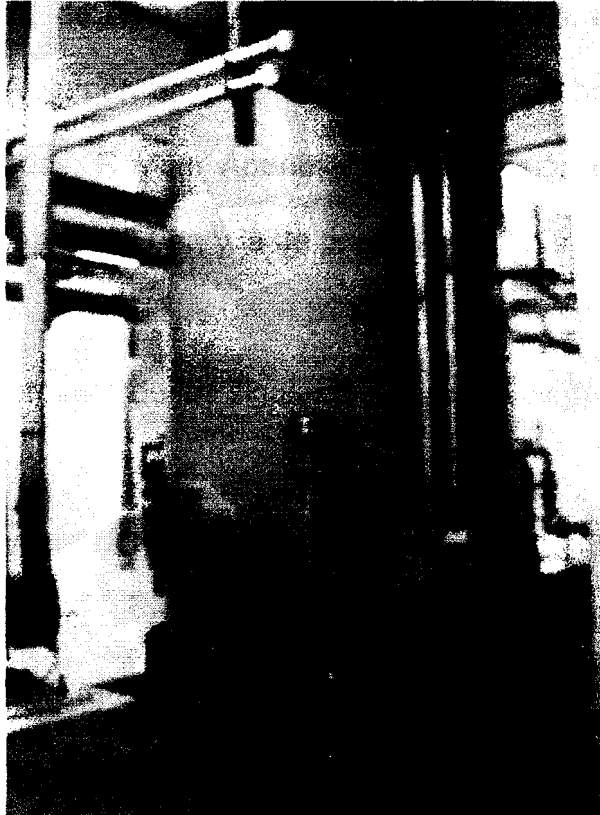


Figura 3.17. Acumulador AQ1.

En la fase de ajuste, a presión normal, para incrementar el nivel del aceite es necesario descargar aire por medio de la válvula correspondiente; para bajar el nivel del aceite es

necesario cargar aire por medio del compresor (después que se haya abierto manualmente la válvula correspondiente). El tanque acumulador tiene un volumen útil de aceite de 2,277 dm³ con nivel máximo normal y 1,771 dm³ con nivel mínimo, y asegura una apertura completa de la válvula mariposa, mas un ciclo de Apertura-Cierre-Apertura de distribuidor de la turbina (volumen desplazado 1,717 dm³) con bombas de aceite paradas. Revisar Apéndice D. La presión de diseño del tanque es de 60 bar, y la de prueba de 90 bar.

El AQ1 es provisto de los siguientes dispositivos principales:

- 1 nivel visual del aceite
- 1 transductor de nivel (LT1), 4 ÷ 20 mA, para la medición desde DCS (gráfico 1 del Apéndice F)
- 1 transductor de presión (63 PT1), 4 ÷ 20 mA, para la medición desde DCS (gráfico 1 del Apéndice F)
- 1 válvula de intermitencia (20 IN)
- 1 indicador de máximo nivel de tipo magnético (LS2)
- 1 indicador de mínimo nivel de tipo flotador (LS1)
- 1 válvula de seguridad (nA1) ajustada al valor de 60 bar
- 1 manómetro local (63 Pi3)

El esquema estructural del AQ1 esta representado en el plano 003 .

3.2.2 Indicador magnético de nivel LS1-LT1

El nivel del aceite en el acumulador aire-aceite esta controlado por un indicador de nivel tipo magnético LS1. Un tubo montado exteriormente al acumulador, contiene un flotador que corre libremente frente a láminas magnéticas ajustables a lo largo de todo el campo de regulación.

Los límites de intervención, fijados por el nivel de aceite en el acumulador, son transformados en una señal visual (4:20 mA) por medio de un transductor LT1 asociado al indicador de nivel. La función de los límites de intervención están indicados en el "diagrama de nivel / presión" (Apéndice E) del acumulador.

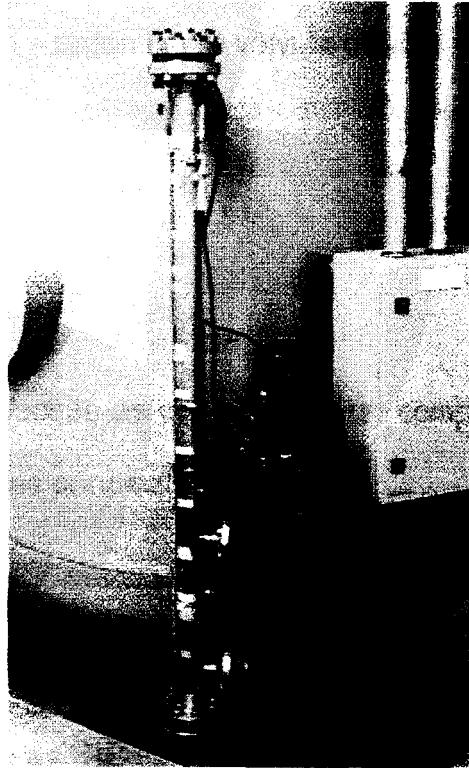


Figura 3.18. Indicador magnético de nivel LS1-LT1.

Empezando del nivel máximo, estas son las funciones:

- Nivel demasiado alto – alarma y paro de bomba
- Nivel alto – control realimentación aire
- Parada bomba 2 (grupo en marcha)
- Arranque – parada bomba 1 (grupo en paro)
- Nivel normal (consenso arranque)
- Nivel bajo – alarma

- Nivel demasiado bajo – bloqueo
- Nivel mínimo – orden cierre válvula de aislamiento 20Q

3.3 Compresor de aire.

Cada acumulador aire/aceite es conectado a un compresor, de las siguientes características principales:

Los compresores de aire tienen cuatro cilindros de cuatro fases, refrigerados solamente con aire y contruidos para el acoplamiento directo, por medio de una junta especial elástica de embrague con motor eléctrico de combustión interna.

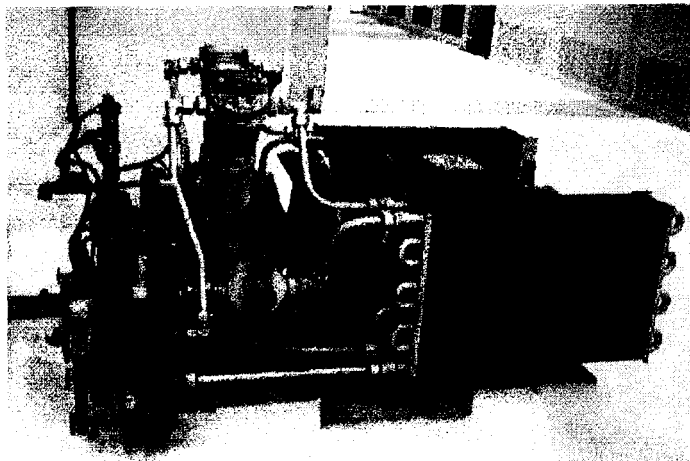


Figura 3.19. Conjunto Motor Compresor.

La refrigeración está garantizada por un potente volante ventilador adecuadamente protegido y por serpentines de aletas con fuerte poder de dispersión para cada fase. En cada fase está instalado un tanque de vapor con grifo de desagüe.

Tabla II - Características de los compresores

<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Valor</i>
Serie QS	---	VMC Ambrosioni Ottavio
Servicio	---	Intermitente
Potencia nominal	kW	25
Tensión nominal	V	460
Caudal de aire	Ndm ³ /min	833
Presión de operación	bar	60

Los compresores de las tres unidades pueden ser interconectados entre sí por medio de válvulas instaladas para este fin en las tuberías de salida.

3.4 Servomotores.

3.4.1 Servomotores del distribuidor de la turbina.

Cada servomotor de tipo de doble efecto, viene activado por el aceite en presión procedente del grupo de bombeo. El

esquema estructural de los servomotores es representado en los planos 04 y 05.

El servomotor está sujetado, por medio de tornillos, a la plancha empotrada prevista en el alojamiento del pozo turbina.

El émbolo del servomotor está en conexión al anillo de regulación por medio de un vástago y de una pareja de bielas.

El servomotor de izquierda está provisto de bloqueo mecánico oleodinámico en cierre del distribuidor para garantizar la protección del personal durante las inspecciones o mantenimientos.

Dos microinterruptores están montados en el dispositivo de parada para señalar la condición de "insertado" o "desinsertado".

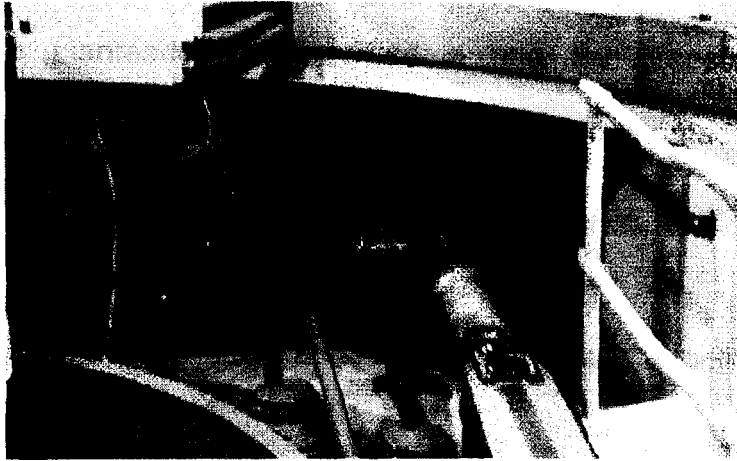


Figura 3.20. Servomotor del Distribuidor.

Para cada servomotor es previsto un zuncho de final de carrera, montado en el vástago del émbolo, para bloquear en abertura el distribuidor.

La carrera mecánica está planteada en 410 mm pero puede ser incrementada regulando adecuadamente el anillo de ajuste previsto en el émbolo del servomotor.

En el servomotor de la derecha están montados el vástago para la indicación visual de la carrera y el enclavamiento giratorio (VRT) para la señalización al regulador de la carrera del servomotor.

La carrera y el tiempo en "cierre" de los servomotores han sido planteados en acuerdo a una ley preestablecida obtenida por medio de una válvula freno montada en el servomotor de la izquierda.

Cada servomotor está provisto de armellas de levantamiento.

3.4.2 Servomotores de la Válvula Mariposa.

El cuerpo del cilindro del servomotor es de acero forjado, está ensamblado por medio de una bisagra de giro libre a una plancha base sujeta al hormigón por medio de tirantes. Revisar los planos 006, 007 y 008 donde se aprecia el diagrama estructural del servomotor.

El émbolo de acero está provisto de un anillo de rozamiento y empaquetaduras dinámicas de cierre de diámetro 550 mm, está unido a la palanca por medio de un perno que gira libre en un buje autolubricado.

El sello entre el cilindro y las tapas superior / inferior, está garantizado por una empaquetadura tipo o'ring.

La posición de apertura del lente, puede ser ajustada mediante un anillo de fin de carrera montado en el émbolo.

En la tapa superior e inferior están provistos empalmes para las tuberías de maniobra, en la tapa superior está montada una válvula de venteo que se utiliza durante el llenado y durante las sucesivas operaciones periódicas de mantenimiento.

Los pernos de rotación y de biela giran en bujes autolubricados.



Figura 3.21. Servomotor de la Válvula Mariposa.

3.5 Regulador electrónico de velocidad .

El regulador electrónico de velocidad está constituido por una unidad electrónica programable, el panel de operador para el control local, los amplificadores de aislamiento y aparatos adicionales para la captación de valores medidos, desacoplamiento y conversión de señales.

El regulador de velocidad es electrónico de fabricación Voith Riva. El mismo recibe la siguiente información desde el sistema de regulación, en forma de señales eléctricas:

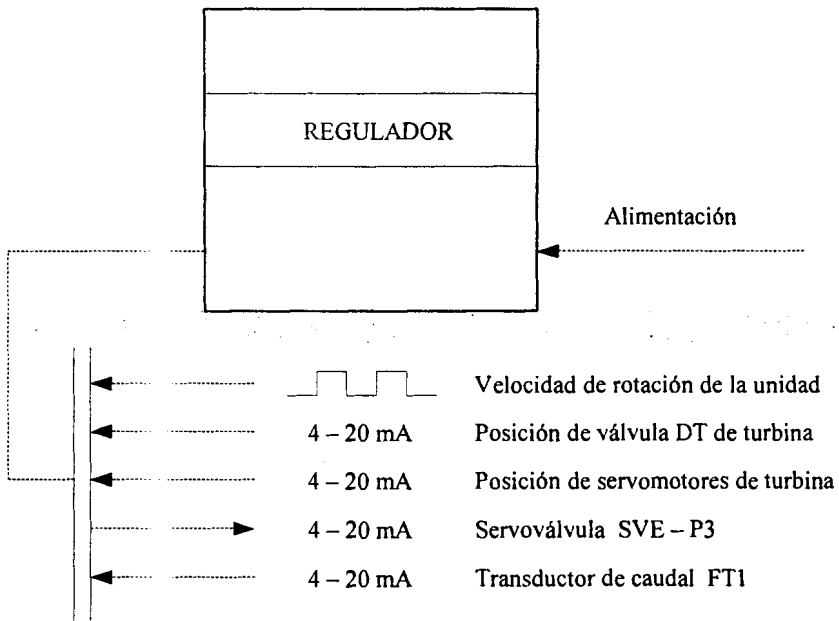


Figura 3.22. Señales del regulador electrónico.

a. Velocidad de rotación de la unidad.

La señal es en forma de impulsos eléctricos rectangulares, cuya frecuencia es proporcional a la velocidad de rotación de la unidad (V/ω), emitidos por el conjunto captador electromagnético / rueda dentada, instalada sobre el eje de la turbina (Speed Signal Generator SSG). La rueda dentada es única mientras los captadores electromagnéticos o transductores de velocidad son cuatro (4), dos (2) conectados con el regulador de velocidad (ST1 – ST2) y dos (2), no conectados, de reserva (ST3 – ST4).

b. Posición de la válvula de distribución DT de los servomotores de la turbina. La señal es emitida por los transductores de posición ZT1, $V/H = 4 + 20$ mA

c. Posición de los servomotores de la turbina. . La señal es emitida por los transductores de posición ZST1, $V/\varphi = 4 + 20$ mA.

d. Señal hidráulica emitida por el transductor de flujo FT1.

A su vez, el regulador transmite a la servoválvula proporcional SVE-P3, que controla la válvula de distribución DT de los servomotores,

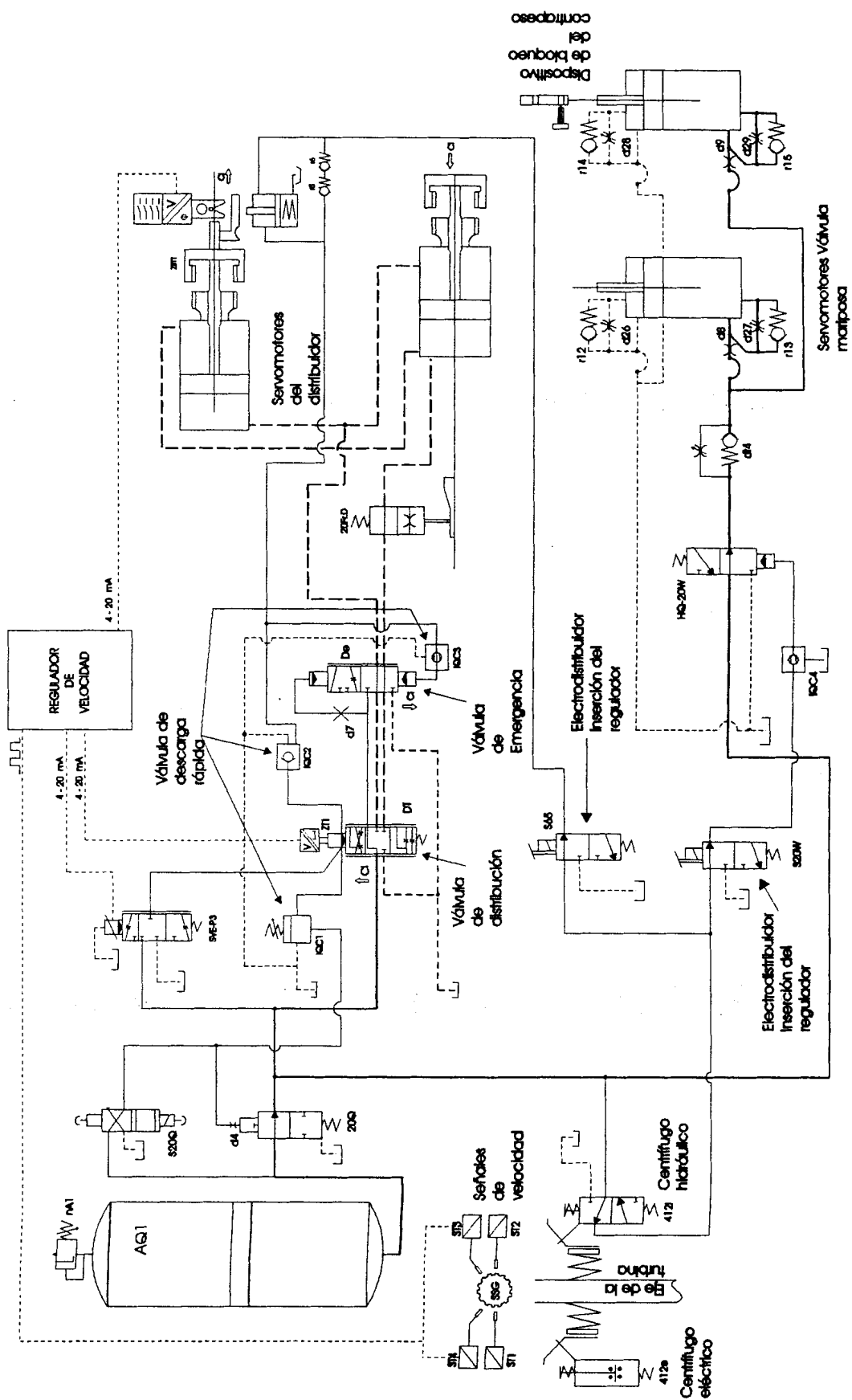


Figura 3.23. Circuito de control del regulador electrónico.

una señal de mando de $4 \div 20$ mA. Las señales que recepta y emite el regulador de velocidad se las aprecia en el esquema de la figura 3.23.

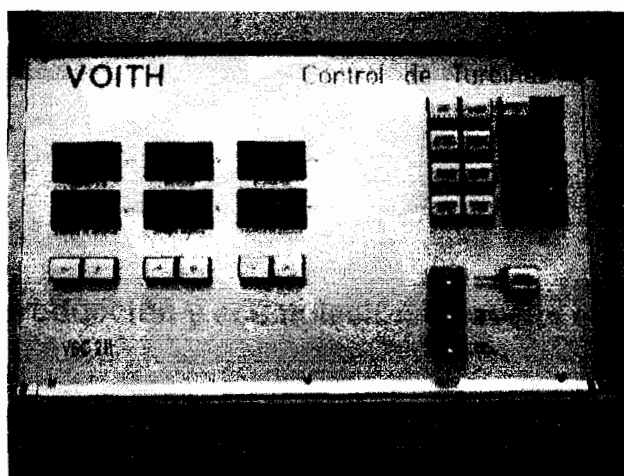


Figura 3.24. Panel del regulador electrónico de velocidad.

Capítulo 4

4. OPERACION.

4.1 Circuito de producción y acumulación de aceite en presión.

Las dos bombas PR1 y PR2 transfieren el aceite a presión desde el tanque de recolección al acumulador AQ1, a través de las válvulas de retención r1, r2 y r3. Las bombas son provistas de:

- Una válvula de arranque y descarga (PCV1 y PCV2), mandada por un electrodistribuidor (S1-2), colocada en el envío de cada bomba, permite el arranque de la bomba a carga reducida; en dicha fase, la conmutación del electrodistribuidor es mandada por el regulador electrónico.
- Una válvula de seguridad (nQ1 y nQ2), colocada en el envío de cada bomba como limitadora de presión para evitar sobrecargas

en la bomba misma en caso de funcionamiento anómalo del circuito de envío. Para referencia véase el plano 001, página 3.

La bomba prioritaria arranca inmediatamente, cuando se da la orden de puesta en marcha de la unidad y se mantiene en servicio hasta la parada del grupo. La prioridad de las bombas cambia a cada parada de la unidad.

La segunda bomba queda de reserva y arranca automáticamente en caso de parada de la bomba prioritaria, por falla o falta de alimentación eléctrica.

El acumulador AQ1 tiene la función de asegurar la disponibilidad a los circuitos de mando de turbina y válvula mariposa, de una cantidad de aceite con presión y caudal suficientes, independientemente del caudal de las bombas, y en los casos de emergencia (cuando por cualquier razón, las bombas estén paradas con grupo en marcha).

Junto al acumulador esta la válvula de intermitencia 20IN, que se encarga de mantener la presión del tanque entre 50 a 55 bars. Desde el acumulador de energía se emite una señal de control de

aceite presurizado que pasa por los filtros y va la válvula 20IN, está tiene como mando la señal de presión que hace actuar a un resorte. Para referencia véase el plano 001, página 2.

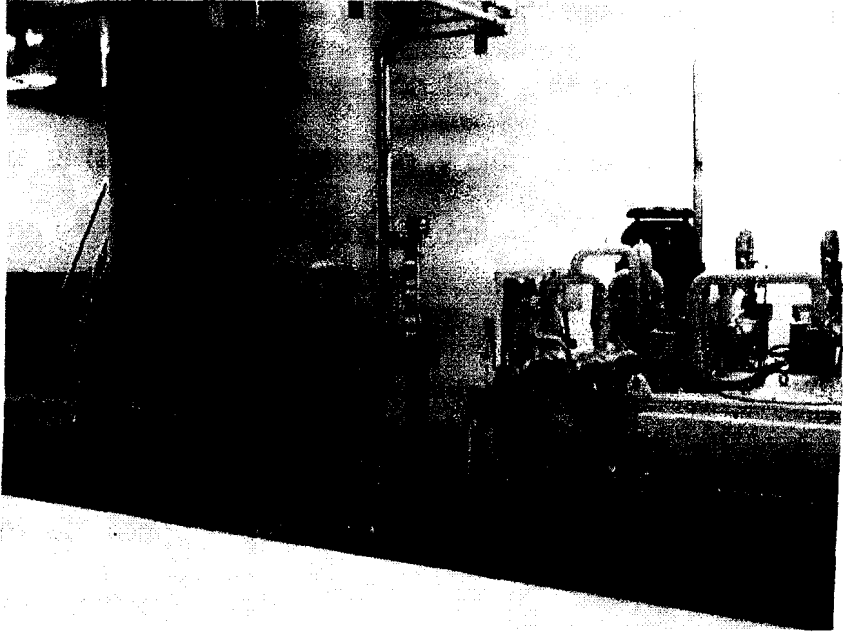


Figura 4.1. Grupo de producción y acumulación de aceite

Para asegurar estas condiciones, el nivel de aceite dentro del acumulador, y su presión, deben mantenerse en todo momento, dentro de una franja establecida. (presión: $50 \div 55$ bar – nivel: $700 \div 900$ mm)

La bomba prioritaria, aunque siga funcionando durante todo el tiempo en que la unidad está en marcha, descarga el aceite

alternativamente dentro del acumulador o en el tanque de recolección, en forma tal de mantener siempre la presión en el acumulador en el rango de 50 a 55 bar. Este efecto es logrado por medio de la apertura o el cierre de la válvula de carga PCV-IN de la bomba, bajo control de la válvula de intermitencia 20 IN. La válvula de carga abre cuando la presión llega a 55 bar, y la bomba envía el aceite al tanque de recolección, y cierra cuando baja a 50 bar y la bomba envía el aceite al acumulador.

De esta manera se reduce la potencia promedio absorbida por la bomba, aunque se mantenga la presión en el acumulador siempre dentro del rango requerido (de 50 a 55 bar). Una ilustración se muestra en la figura 4.2.

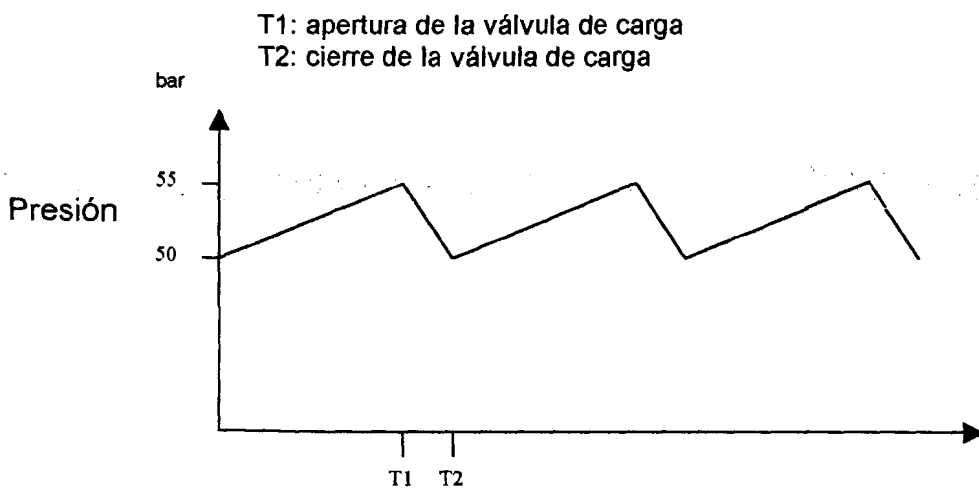


Figura 4.2. Rango requerido del acumulador.

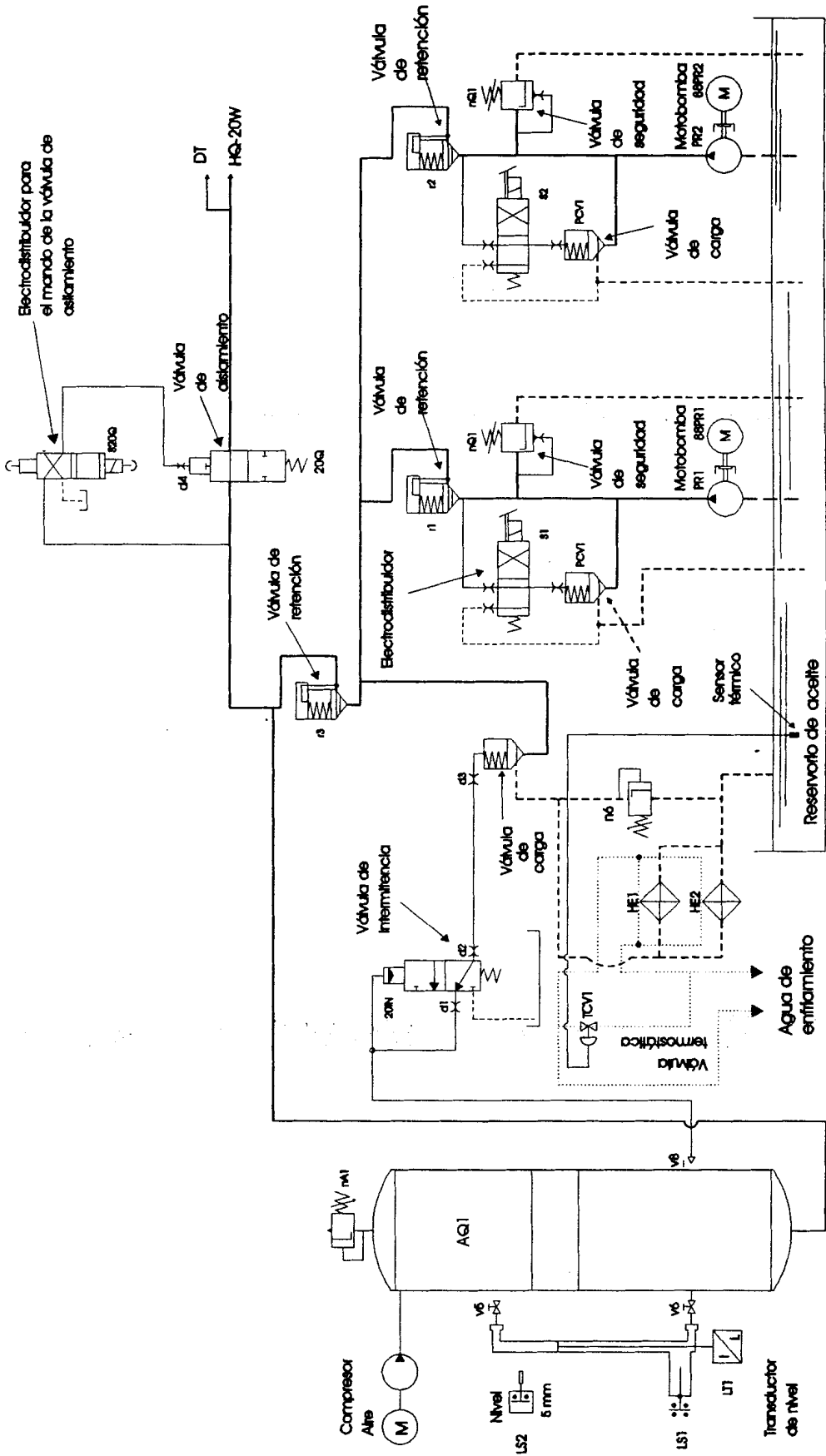


Figura 4.3. Circuito de producción y acumulación de aceite a presión.

El circuito de producción y acumulación de aceite en presión se lo representa en forma simplificada en la figura 4.3. La supervisión de este circuito es controlada desde las pantallas del DCS que se muestra en el Apéndice F, gráficos 1 y 2.

El nivel de aceite y la presión en el acumulador, durante el funcionamiento normal vienen controlados por la válvula de seguridad de regulación n6 y por el transductor de nivel LS2 colocado en el acumulador aire/aceite.

A un determinado rango de presiones debe corresponder un rango de niveles de aceite que asegure el volumen de aceite (y por consecuencia el volumen de aire) suficientes para las maniobras de los servomotores de turbina y válvula mariposa previstos en diseño. En el Apéndice E se muestra el diagrama de nivel versus presión.

Para este fin es previsto el arranque automático del compresor al alcanzar un determinado nivel de aceite (en el caso específico 970 mm) con parada a tiempo (después de $7 \div 10$ minutos).

Sin el automatismo del compresor ocurriría uno de los siguientes dos casos:

- Un aumento excesivo del nivel, y por ende del volumen de aceite, respecto al valor de diseño. Como consecuencia se reduciría demasiado el volumen de aire, y, en caso de maniobras de emergencia, con bombas fuera de servicio, la presión dentro del acumulador llegaría a valores demasiado bajos para actuar los servomotores. La cantidad de aceite, en este caso, sería mas que suficiente.
- Una disminución excesiva del nivel, y por ende del volumen de aceite, respecto al valor de diseño. Como consecuencia la cantidad de aceite no sería suficiente para las maniobras previstas. La presión, en este caso, sería suficiente.

4.2 Circuito de mando del distribuidor de la turbina.

Se supone que el acumulador se encuentre en condiciones normales de operación, con la presión y el nivel de aceite dentro de la faja de intermitencia. Entonces las bombas PR1 o PR2 envían aceite al anillo de regulación y al sistema de control de la válvula mariposa pasando primero por las válvulas de retención, que es una válvula que como se indicó solo permite el paso del aceite en una sola

dirección y luego a través de la válvula de aislamiento 20Q, a partir de la cual se abren dos circuitos de circulación de aceite a presión constante para el mando del distribuidor de la turbina y mando de la válvula mariposa.

El control de la apertura o cierre de los alabes de la turbina se lo realiza mediante la válvula de distribución DT, la que controla la rotación del anillo de distribución, mediante la operación de dos servomotores, mecánicamente acoplados a los alabes.

El regulador de velocidad envía una señal eléctrica de mando ($4 + 20$ mA) a la servoválvula proporcional SVE-P3 que transforma esa señal en una señal analógica de presión para accionar la válvula de distribución DT. Esta última envía el aceite en presión a los dos servomotores de mando del anillo de regulación del distribuidor de la turbina, en el lado "apertura" o en el lado "cierre" según se deba aumentar o disminuir la velocidad de la turbina (antes del paralelo) o la potencia generada (después del paralelo). Para referencia véase la figura 4.4, donde se aprecia el circuito de mando del anillo de regulación de la turbina.

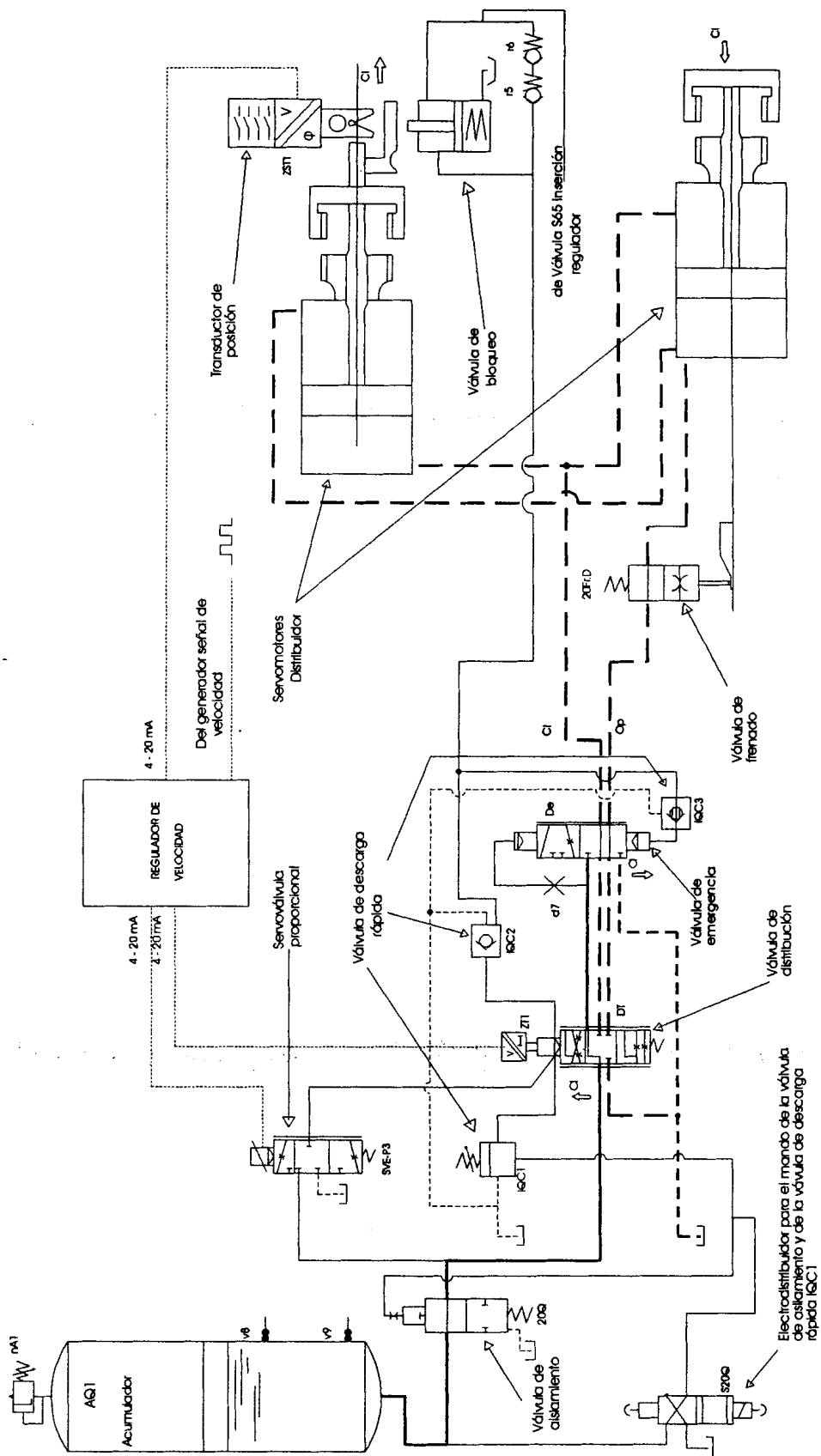


Figura 4.4. Circuito de mando del anillo de regulación de la turbina

Con una señal de 4 a 20 miliamperios la SVE-P3 se comporta como un transductor ya que modifica la señal eléctrica de 4 a 20 mA. en una señal modulada de presión, que es enviada a la válvula de Distribución. La válvula de Distribución DT causa la apertura o cierre de los alabes por 2 líneas de tuberías que inyectan aceite a presión a los servomotores originando la rotación del anillo de regulación. Mientras una línea esta en presión (rotando el anillo en una dirección) la otra esta a la descarga o viceversa. La válvula de emergencia garantiza el cierre de la turbina, en el caso de atascamiento de la válvula de distribución DT.

En el anillo de regulación se encuentran mecánicamente acoplados los alabes, los cuales se abren o se cierran dependiendo de la rotación del anillo.

El anillo de regulación del distribuidor es supervisado desde la pantalla del DCS mostrada en el gráfico 3 del Apéndice F.

4.3 Circuito de mando de la válvula mariposa y de su válvula de bypass.

4.3.1 Generalidades.

La válvula 20W es del tipo con lente biplano compuesto por medio de soldadura. En la parte exterior del lente esta montado el sello periférico de neopreno que puede ser reemplazado desde el lado aguas abajo.

Dos servomotores de efecto simple, sujetos rígidamente al cuerpo exterior, vienen accionados por el aceite tomado del grupo de bombeo y activan en sentido de giro la apertura del lente. Un contrapeso activa el lente en cierre cuando falta la presión del aceite al servomotor.

Dos interruptores de final de carrera ZS-20WCI, uno al final de carrera en cierre del lente y ZS-20WOp al final de carrera en apertura del lente, envían por vía eléctrica las señales de válvula cerrada o abierta y determinan la secuencia de parada del grupo para falta de apertura o cierre atrasado de la válvula mariposa.

El interruptor de final de carrera ZS-20WOpX%, indica que la válvula 20W esta en una posición intermedia. Para referencia ver la figura 4.5.

El llenado o el balance de la presión aguas abajo a la válvula se activa por medio de una válvula de bypass 20BP que viene activada por un servomotor oleodinámico mandado por una electroválvula S20BP en secuencia lógica por medio del regulador eléctrico.

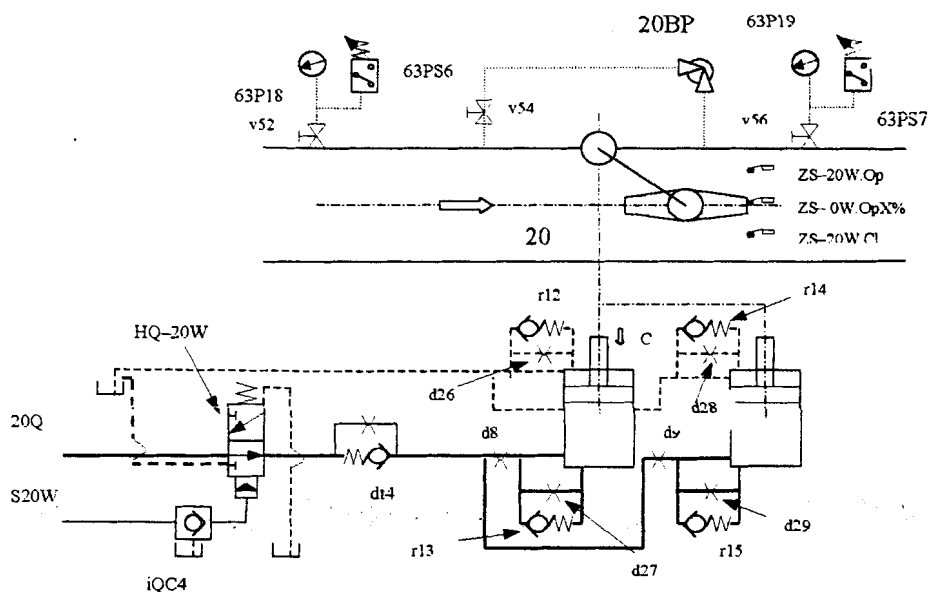


Figura 4.5. Circuito de control de la válvula mariposa.

Para la activación de la válvula mariposa se necesitan dos circuitos diferentes:

- a) Circuito de mando de aceite para la realización de los tiempos de apertura y cierre y para la secuencia de las maniobras del lente, el aceite de mando viene prelavado de los grupos de acumulación y bombeo.

- b) Circuito de maniobra o circuito de fuerza. De este circuito dependen las leyes de maniobra en apertura y cierre de la válvula mariposa.

Normalmente las señales de apertura y cierre se activan por vía automática y eléctrica por la electroválvula biestable S20W (cierre y apertura de la válvula).

La electroválvula se va a cerrar por falta de corriente por medio de un resorte y esta equipada de un aparato de rearme manual "en el sitio".

La puesta en presión de los circuitos de mando y maniobra de la válvula se realizan en seguida a la apertura de la caja HQ-20W mandada por la electroválvula S20W.

4.3.2 Secuencias operativas.

El bypass 20BP se abre antes de la válvula 20W y se cierra después del cierre de la misma.

La primera secuencia "apertura del bypass" apertura de la válvula se determina por medio de la excitación de la electroválvula S20W que determina la apertura de la válvula mariposa después que se ha obtenido el ascenso para la vía eléctrica del presostato 63PS7.

La segunda secuencia "cierre de la válvula bypass" se activa por medio de la desexcitación de la electroválvula S20W que determina el cierre de la válvula y, con la válvula en posición de "cerrado" (señal del microinterruptor "ZS-20W", CI), el cierre del bypass por medio de la electroválvula S20BP. La operación de la válvula mariposa es supervisada desde la pantalla del DCS mostrada en el gráfico 4 del Apéndice F. El mando de apertura o de cierre de la válvula se activa por medio de la puesta en presión o la puesta en descarga de los circuitos de mando respectivos por medio de la electroválvula S20W.

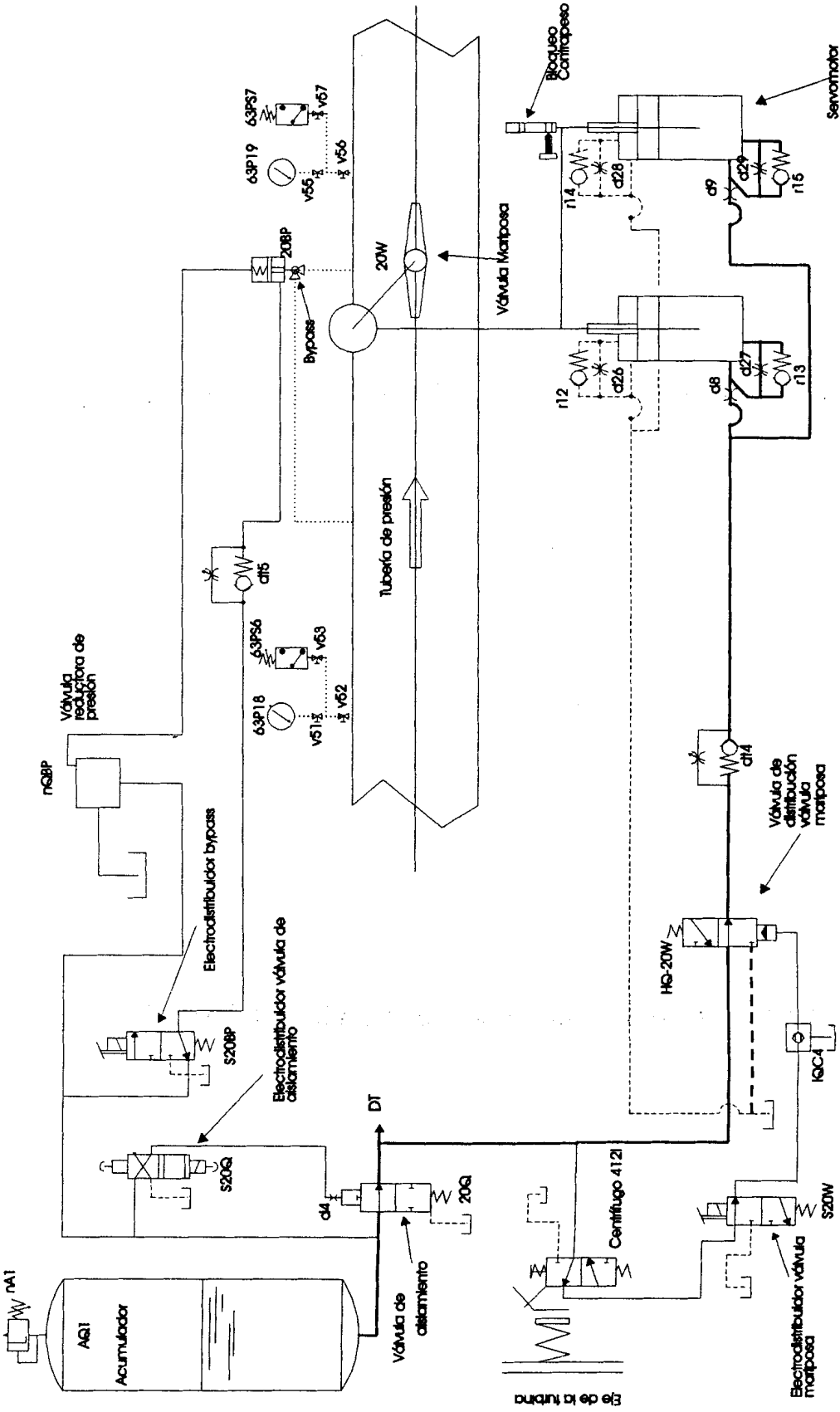


Figura 4.6. Circuito de mando de la válvula mariposa

La caja de mando HQ-20W de la válvula mariposa tiene dos posiciones y controla el circuito de maniobra de los dos servomotores.

La caja mencionada viene gobernada directamente por la electroválvula S20W o, en caso de falta de la presión piloto, por un resorte interno; conmutando la posición de la caja "en cierre", pone en descarga la pieza "abre" de los servomotores de la válvula mariposa poniendo en seguridad el sistema.

Se supone que el acumulador se encuentre en condiciones normales de operación, con la presión y el nivel de aceite dentro de la faja de intermitencia. El circuito de mando de operación de la válvula mariposa se muestra en forma simplificada en la figura 4.6 .

4.3.3 Apertura de la válvula mariposa.

Antes de abrirse la válvula mariposa se debe abrir la válvula de bypass 20BP, para equilibrar las presiones arriba y debajo de la válvula mariposa 20W.

La válvula de bypass es controlada por la válvula S20BP. Cuando se excita el mando del bypass S20BP manda presión y abre el bypass, una vez que las presiones arriba y debajo de la válvula mariposa son iguales se manda a la electroválvula de la válvula mariposa S20W y esta a su vez envía presión a la válvula de Distribución HQ-20W.



Figura 4.7. Válvula mariposa en operación.

El aceite en presión, procedente de la electroválvula S20W llega a la válvula iQC4 instalada aguas arriba a la caja de mando HQ-20W provocando su cierre. Por medio de un diafragma interno del obturador de la válvula iQC4, el aceite llega a la caja de mando HQ-20W y lo ajusta lentamente en "apertura". La válvula HQ-20W envía la presión en la cámara inferior de los dos servomotores de la válvula mariposa. Esta presión actúa sobre los vástagos de la válvula, que a su vez determinan la rotación del cuerpo móvil de la misma, superando la fuerza contraria de los contrapesos. En dicha posición viene alimentada la pieza "abre" de los servomotores de la válvula mariposa y como consecuencia el lente se pone en posición de apertura.

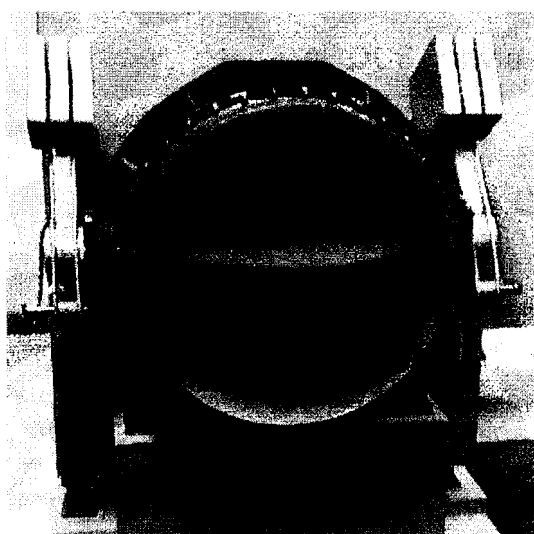


Figura 4.8. Válvula mariposa abierta.

La válvula mariposa se mantiene abierta en estas condiciones de equilibrio. El tiempo de apertura de la caja de mando HQ-20W viene controlado por el diafragma interno del obturador de la válvula iQC4.

Luego de pasar la presión por la válvula HQ-20W, pasa por la válvula unidireccional Dt4 que sirve para hacer doble efecto (tiempo diferente para la apertura y cierre), la presión es aplicada a los servomotores que abren la válvula mariposa y levantan el contrapeso.

4.3.4 Cierre de la válvula mariposa.

Cuando el Operador, desde el DCS, envía el mando de parada de la unidad, ocurre lo siguiente:

La puesta en descarga del circuito de mando, por medio de la electroválvula S20W en posición de "cierre" (o en emergencia por medio de la caja oleodinámica del centrífugo "412i") pone rápidamente la caja HQ-20W en posición de "cierre" y pone directamente en descarga el aceite. En dicha

condición la pieza "abre" del servomotor de la válvula se pone en descarga y por efecto del contrapeso el lente se coloca en posición de cierre. La desenergización del electrodistribuidor S20W, que conmutando la válvula de distribución HQ-20W, envía a la descarga las cámaras inferiores de los servomotores, por lo cual los contrapesos, bajando, cierran la válvula mariposa.

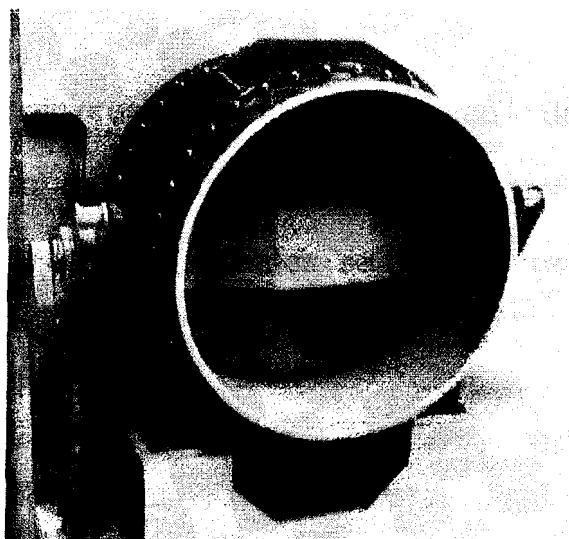


Figura 4.9. Válvula mariposa cerrada.

Una vez efectuado el cierre del lente señalado por el microinterruptor "ZS-20W.CI" se activa el cierre del by-pass por medio de la electroválvula S20BP que pone en descarga el servomotor de mando del by-pass que se va a cerrar por

efecto del resorte y del empuje hidráulico. La desenergización del electrodistribuidor S20BP, que envía a la descarga la cámara lado "apertura" de la válvula 20BP. El by-pass cierra en consecuencia de la fuerza que actúa en la cámara lado "cierre" de la misma válvula 20BP.

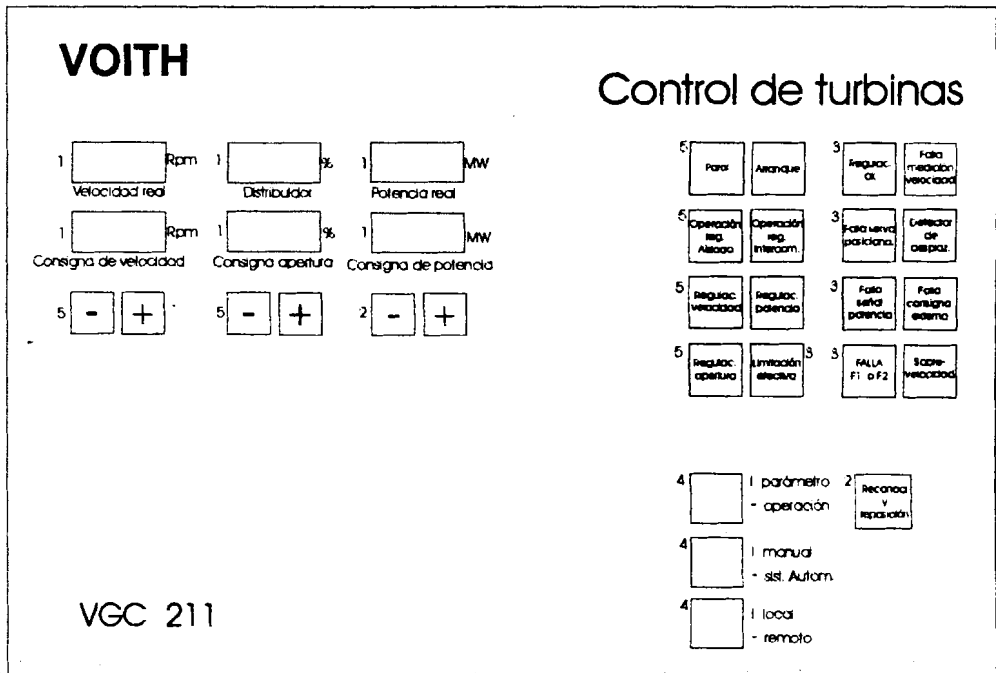
4.3.5 Cierre imperativo de la válvula mariposa.

El aceite bajo presión que alimenta el circuito de mando esta bajo control de la caja oleodinámica del centrífugo "412i". Dicha caja, de dos posiciones, se coloca normalmente (por medio de un resorte) en posición "abierta" y alimenta el circuito.

Cuando salta el aparato centrífugo por efecto de la sobrevelocidad de la turbina, la caja se pone en posición "cerrada" y pone en descarga el circuito de mando de la válvula mariposa que, de consecuencia, se ajusta en "cierre".

Si se rearma nuevamente el aparato centrífugo "412i", esta caja se pone en posición de apertura y como consecuencia pone como operante la electroválvula S20W.

4.4 Operación del Regulador de Velocidad Electrónico.



LEYENDA:

- 1 Módulo despliegue
- 2 Pulsador
- 3 Lámpara indicadora
- 4 Interruptor de llave
- 5 Pulsador luminoso

Figura 4.10. Panel de operador del regulador electrónico.

El regulador electrónico de velocidad se puede operar de las siguientes maneras:

- Operación manual
- Operación automática : local - remoto
- Operación en paralelo
- Parada de la unidad

4.4.1 Operación Manual.

Al momento de la conmutación en manual, el limitador de apertura se resetea automáticamente.

Para arrancar la unidad en esta modalidad se debe simular la entrada digital de la autorización de arranque (x20.8 y x93.4). Pulsado el botón arranque estamos listos para abrir el distribuidor y proceder a aumentar la consigna de apertura que trabaja en paralelo sobre el limitador de apertura. La razón de incremento de la apertura hasta el 15% aproximadamente debe ser realizada en forma pausada y continua. Entonces cuando el valor de la velocidad de la unidad está próximo al valor de velocidad nominal, V_n (163.64 rpm) el regulador inicia su trabajo de regulación con

la finalidad de tener una apertura que mantenga constante la velocidad.

Luego de esto, la máquina se encuentra lista para sincronizar.

Antes de realizar otro arranque en esta modalidad el operador debe asegurarse que el valor del limitador (DISPLAY CONSIGNA DE APERTURA) se encuentre en cero. Ver figura 4.10.

4.4.2 Operación automática.

Antes de arrancar en esta modalidad se debe verificar el valor del limitador (DISPLAY CONSIGNA DE APERTURA); si este valor está en "0" hay que girar la llave en modalidad local y aumentar el valor hasta el 100%. El limitador se encera cada vez que hay una conmutación entre modalidad automática y manual.

4.4.2.1 Automático – Local.

La secuencia de arranque de la unidad es iniciada desde el DCS, (llave del regulador electrónico de velocidad está en posición de remoto).

Una vez que la secuencia de arranque ha excitado la válvula S65 se debe hacer el puente entre x20.8 y x93.4 en el regulador (autorización de arranque, INPUT digital 25), o procede a girar la llave de la posición de remoto a local, este momento se pulsa el botón de arranque.

Se observa que el servomotor abre hasta el 15%, cuando la velocidad alcanza el 90% de la nominal, la apertura es hasta el 87%, luego de esto el regulador empezará a regular como se indica en la modalidad de arranque manual.

Una vez que la unidad está interconectada, el operador tomará la decisión sobre la modalidad de operación (local o remoto).

4.4.2.2 Automático – Remoto.

La secuencia de arranque en automático-remoto es igual a la de arranque en automático-local. La llave tiene que estar en remoto y, la misma secuencia es ejecutada por el DCS.

4.4.3 Operación en paralelo.

Cuando el interruptor de máquina está cerrado., el DCS pone el regulador en regulación de apertura y abre por un tiempo 65 segundos hasta alcanzar una apertura en la cual no hay problemas de cavitación, a partir de este momento el operador puede operar en cualquiera de las tres modalidades:

- Regulación de apertura
- Regulación de velocidad
- Regulación de potencia

El display consigna de apertura indica el valor de consigna solamente cuando trabajamos en modalidad regulador de apertura. En cualquier otra situación representa el valor del limitador.

4.4.4 Parada de la unidad.

En cualquiera de las modalidades de funcionamiento (manual; automático – local; automático – remoto), para proceder a la parada de la unidad, se debe pulsar el botón parar.

Para referencia se puede consultar el apéndice G donde se encuentra algunas características de regulador electrónico de velocidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Central Hidroeléctrica Daule - Peripa, un proyecto tan grande e importante cuenta con un óptimo sistema oleodinámico de regulación de velocidad y operación de la válvula mariposa en cada una de sus unidades, lo cual garantiza la acción a realizar en los diferentes pasos de los procesos de arranque y parada de la unidad (Apéndice F gráfico # 7), así como también el proceso de mantener constante la velocidad de la turbina. El sistema oleodinámico de regulación constituido por dos bombas de aceite, un compresor de alta presión, un tanque acumulador aire / aceite y un conjunto de válvulas y otros dispositivos de control suministran la energía necesaria para alimentar los circuitos de control de los álabes y de la válvula mariposa, para poder dar una solución inmediata a cualquier disturbio que se produzca por una falla en el sistema o en casos de emergencia poder sacar rápidamente a la unidad de servicio para precautelar la integridad de los demás equipos.

También se tienen los sistemas oleodinámicos de inyección y circulación que trabajan solamente en el arranque y la parada de las unidades, es ahí donde radica su importancia.

Como las fallas eléctricas suelen ser más severas que las mecánicas, al sistema oleodinámico le resulta más difícil responder ante este tipo de fallas. En caso de que se produzca una falla mecánica, se desenergiza la electroválvula S65 y el distribuidor se cierra lentamente hasta que la potencia llegue a cero, conmutando a descarga el aceite a presión de los servomotores de la válvula mariposa, la misma que cierra bajo el efecto de los contrapesos. Si sucede una falla eléctrica, se abre el interruptor de potencia y el distribuidor se cierra rápidamente, lo que produce que la unidad adquiera una sobrevelocidad, haciendo operar al dispositivo 412e. Ver pagina # 5 del plano # 1 y apéndice F gráfico # 5.

En la central no han ocurrido fallas de consideración; en el caso de fallas mecánicas, se han producido por falsas señales de los transductores; fallas eléctricas se han producido por errores humanos accidentales.

El problema que se tiene con la instrumentación del control (sensores y transductores) se ha debido principalmente por la sobreprotección que tiene el sistema, esto se ha superado bajando los settings de ajuste de los dispositivos de protección. Otra causa son las interferencias que se producen cuando alguien habla por radio cerca del sistema (instrumentación y armario del regulador electrónico de velocidad).

El sistema cuenta con adecuados elementos de protección, entre los principales se tienen: las válvulas de seguridad limitadoras de presión, en el acumulador nA1, grupo de bombeo nQ1-2, válvula n6 que regula la presión del aceite que va a los intercambiadores de calor HE1-2; válvulas de carga, PCV1-2 que en el momento de arranque de las bombas manda el aceite al reservorio; los dispositivos de sobrevelocidad eléctrico 412e e hidráulico 412i que están instalados en el eje de la turbina – generador. Así mismo los sistemas de inyección y circulación cuenta con este tipo de protecciones. En el plano # 1 se pueden ver los settings de ajuste.

La adopción de un sistema de control distribuido DCS para la operación de las unidades y de los servicios auxiliares, permite alcanzar la eficiencia en todos los procesos de control, arranque y parada de unidades y transferencia de servicios auxiliares que minimizan los errores humanos de operación, permitiendo un ahorro de tiempo en estas maniobras. Con el DCS se tiene que tener en cuenta lo siguiente en el control oleodinámico:

- Un mejor control y supervisión, al poder acceder a él por medio de diferentes pantallas en el computador, y éstas abarcan todo el sistema. Ver estas pantallas en el apéndice F.

- Una mayor sensibilidad y una respuesta más rápida del control, los sistemas hidráulicos de por sí tienen una respuesta inmediata, pero con el DCS mejora la sensibilidad y la rapidez de respuesta, al añadir al sistema transductores, electroválvulas y el regulador de velocidad.
- El control oleodinámico se vuelve fácil y simple de operar, ya que desde el monitor se puede acceder mediante el teclado o el mouse para ejecutar la acción deseada.
- Se puede visualizar en las pantallas los diferentes elementos de protección y control mostrando el estado en que se encuentran. Con esta ventaja que tiene el DCS permite determinar la causa de alguna falla que se haya producido. Con esto el DCS evita y reduce los daños, porque al suceder la falla procede a parar la unidad de una manera conveniente.
- En casos de emergencia, permite puentear señales del sistema oleodinámico haciendo la verificación correspondiente. Puede ser un ejemplo de esto, cuando no llegue la señal del preostato 63PS7 que está aguas debajo de la válvula mariposa, permite saber cuando las presiones se han igualado en ambos lados de la válvula, pero si se tiene la certeza de que el by-pass está abierto después de poco tiempo se van a igualar las presiones y se puede hacer este puenteo de la señal para que se abra

la válvula mariposa. Se puede observar la válvula y el preostato en el plano # 1 y en el apéndice F grafico # 4.

Es preferible no hacer este tipo de manipulaciones de las señales con la unidad en marcha, porque se podría ocasionar alguna falla lógica que mande a parar la unidad.

El sistema es muy versátil en su operación y funcionamiento, se lo puede hacer en forma manual o automática, ya sea para la operación normal de la unidad, algún tipo de mantenimiento u otra necesidad.

El aceite utilizado en el sistema oleodinámico es el ISO VG46 que tiene un alto estándar de calidad, impide la oxidación, la corrosión y formación de picaduras, que se forme espuma, que se haga lodo y permite separar el agua. Cumple con los objetivos del sistema hidráulico como la transmisión de potencia, lubricación de las piezas móviles, minimizar las fugas y disipar el calor.

No existen problemas de suciedad ni contaminación del aceite, ya que el sistema cuenta con los filtros respectivos en el acumulador O1 y en el grupo de bombeo O2, O3, O4.

No se ha encontrado agua en el aceite a consecuencia de los intercambiadores de calor, que es un problema típico en sistemas hidráulicos.

Se tiene inconvenientes por la formación de lodo en la válvula mariposa y en el relé de flujo 96FS1 que esta en la tubería que lleva el agua a los intercambiadores desde la tubería de presión, estas dificultades son superadas con un buen mantenimiento y limpieza.

En términos generales, los sistemas hidráulicos son muy versátiles y tienen muchas ventajas sobre otro tipo de sistema mecánico, eléctrico o electrónico que cumpla con las funciones que se estudian en este tópico de graduación; además de esto, el control oleodinámico de la Central Daule – Peripa es de última tecnología. Todos los problemas que se han presentado se los ha podido superar, por estas razones el sistema es muy confiable y seguro.

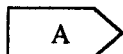
Para nosotros ha sido una gran experiencia estudiar y conocer la regulación de velocidad y la operación de la válvula mariposa de las unidades de generación de la Central Hidroeléctrica Daule – Peripa, porque nos ha permitido involucrarnos no solo en la parte eléctrica, sino también aprender algo de mecánica y de instrumentación que nos va a servir mucho en nuestra futura vida profesional.

Esperamos que este trabajo visualice de una manera sencilla y práctica los diversos procesos que se realizan en la operación de las unidades, por esta razón se ha incluido planos, diagramas y fotos para tener una idea más técnica del sistema oleodinámico de regulación de velocidad y operación de la válvula mariposa.

TURBINA FRANCIS CON VALVULA DE GUARDIA TIPO MARIPOSA

H = 54.62 m.
 Q = 132.5 m³/sec.
 P = 7100 KW
 n = 163.64 rpm

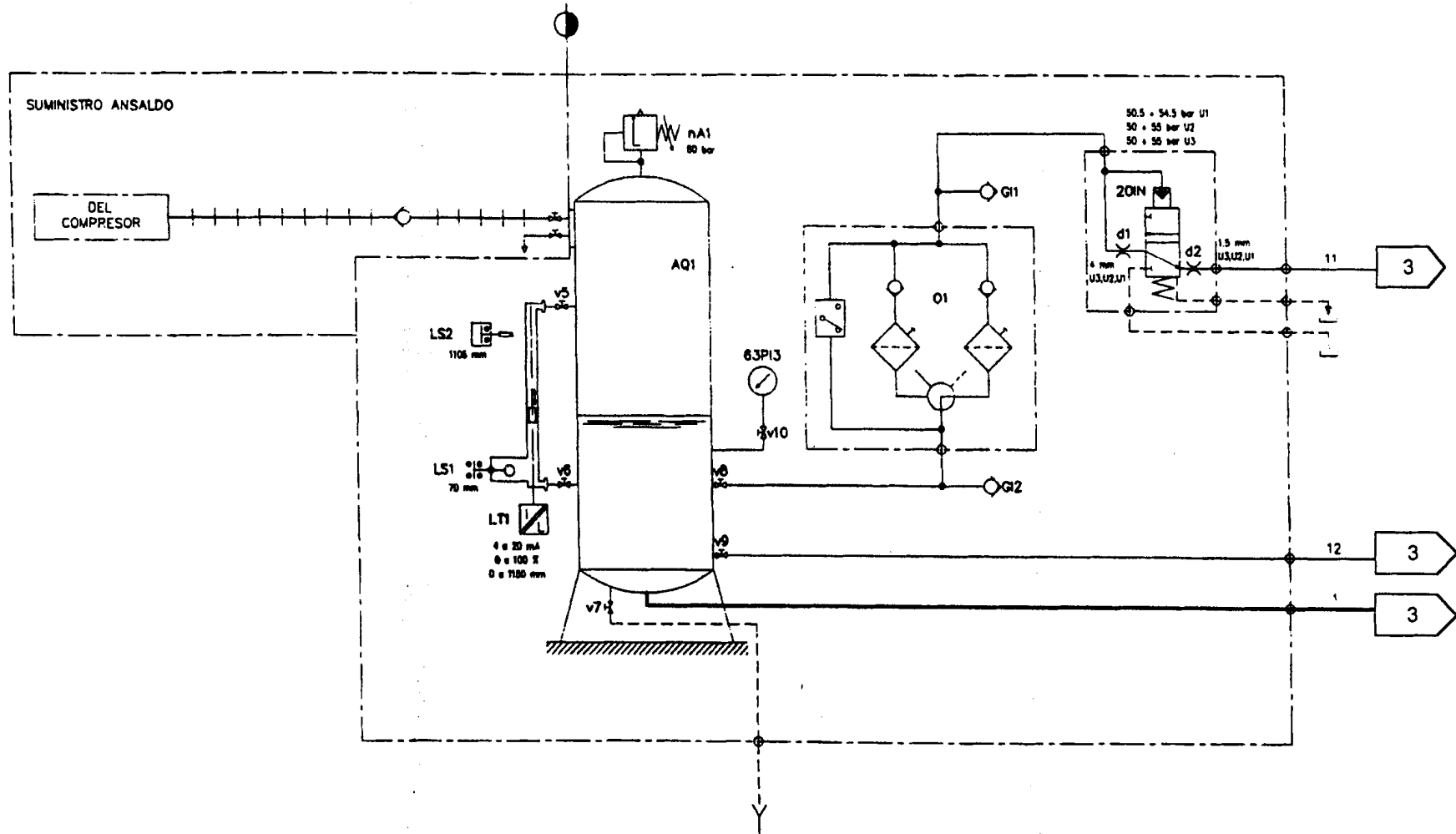
SIMBOLO DE REFERENCIA

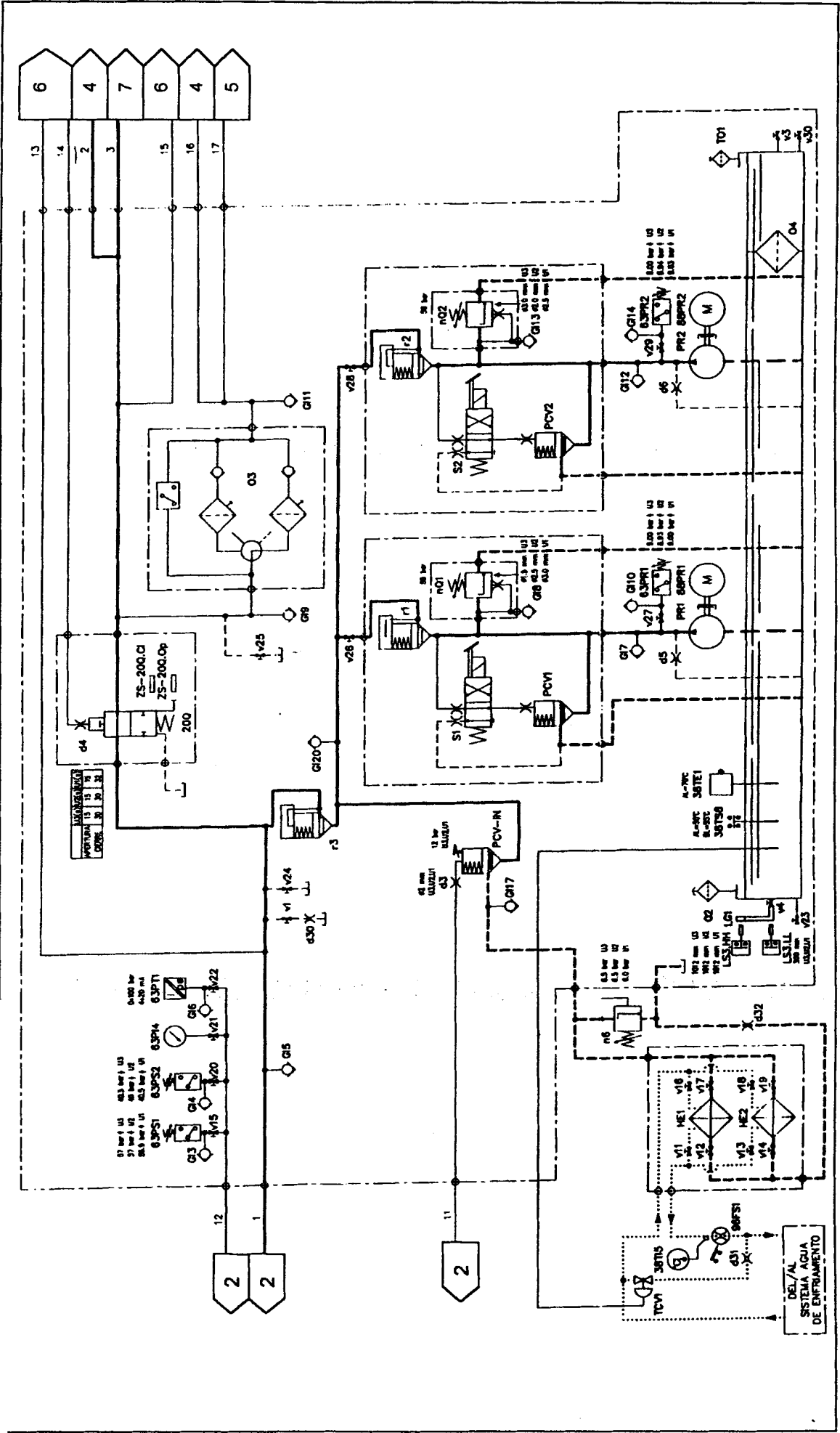


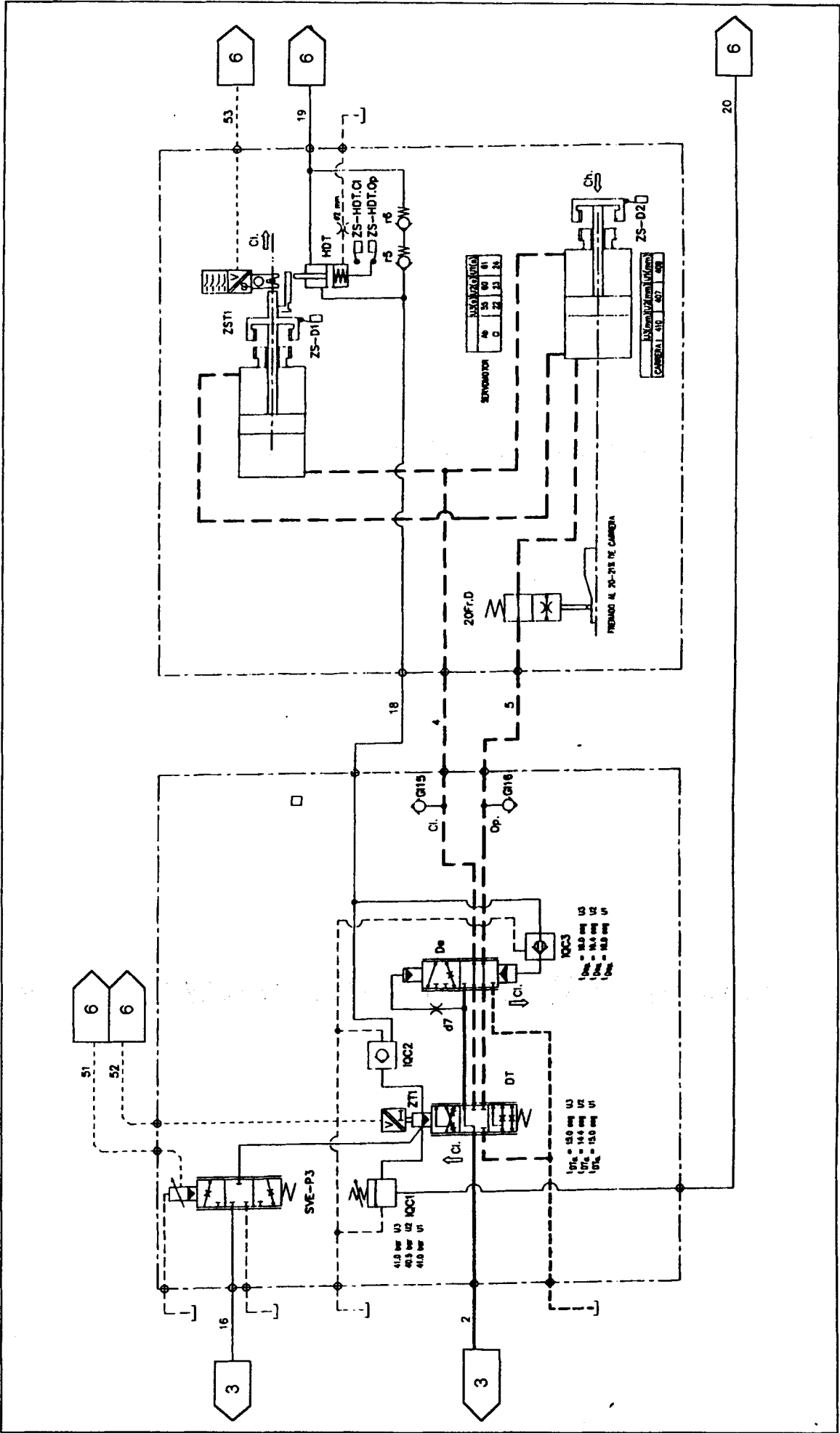
A – NUMERO DE PAGINA

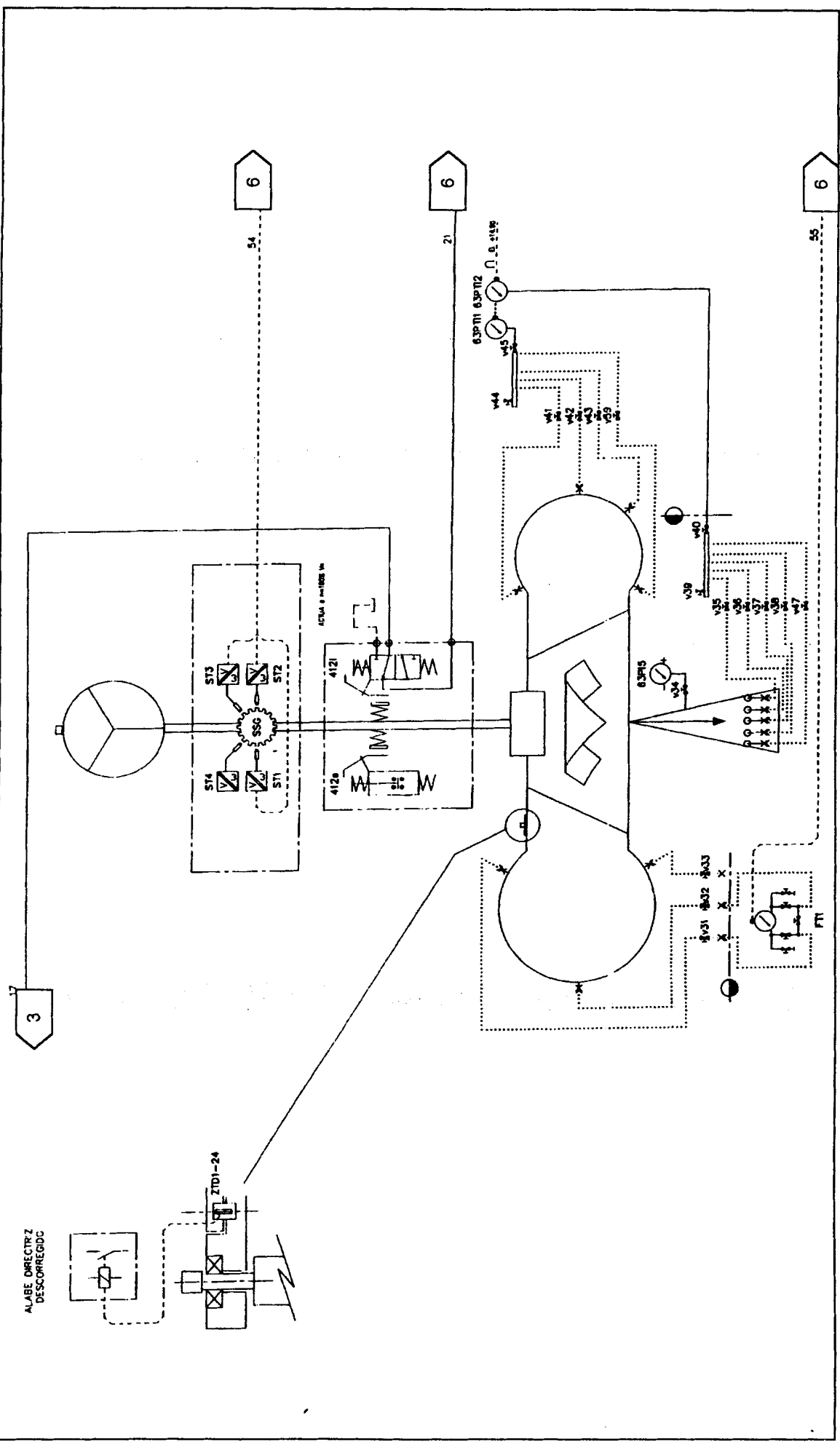
NOMECLATURA

	ENLACE OLEOHIDRAULICO – CIRCUITO DE OPERACIÓN A PRESION CONSTANTE
	ENLACE OLEOHIDRAULICO – CIRCUITO DE OPERACIÓN A PRESION VARIABLE
	ENLACE OLEOHIDRAULICO – CIRCUITO DE OPERACIÓN A DESCARGA
	ENLACE OLEOHIDRAULICO – CIRCUITO DE CONTROL A PRESION CONSTANTE
	ENLACE OLEOHIDRAULICO – CIRCUITO DE CONTROL A DESCARGA
	ENLACE A AGUA – CIRCUITO DE OPERACIÓN A PRESION CONSTANTE
	ENLACE A AGUA – CIRCUITO DE OPERACIÓN A DESCARGA
	ENLACE ELECTRICO
	ENLACE NEUMATICO









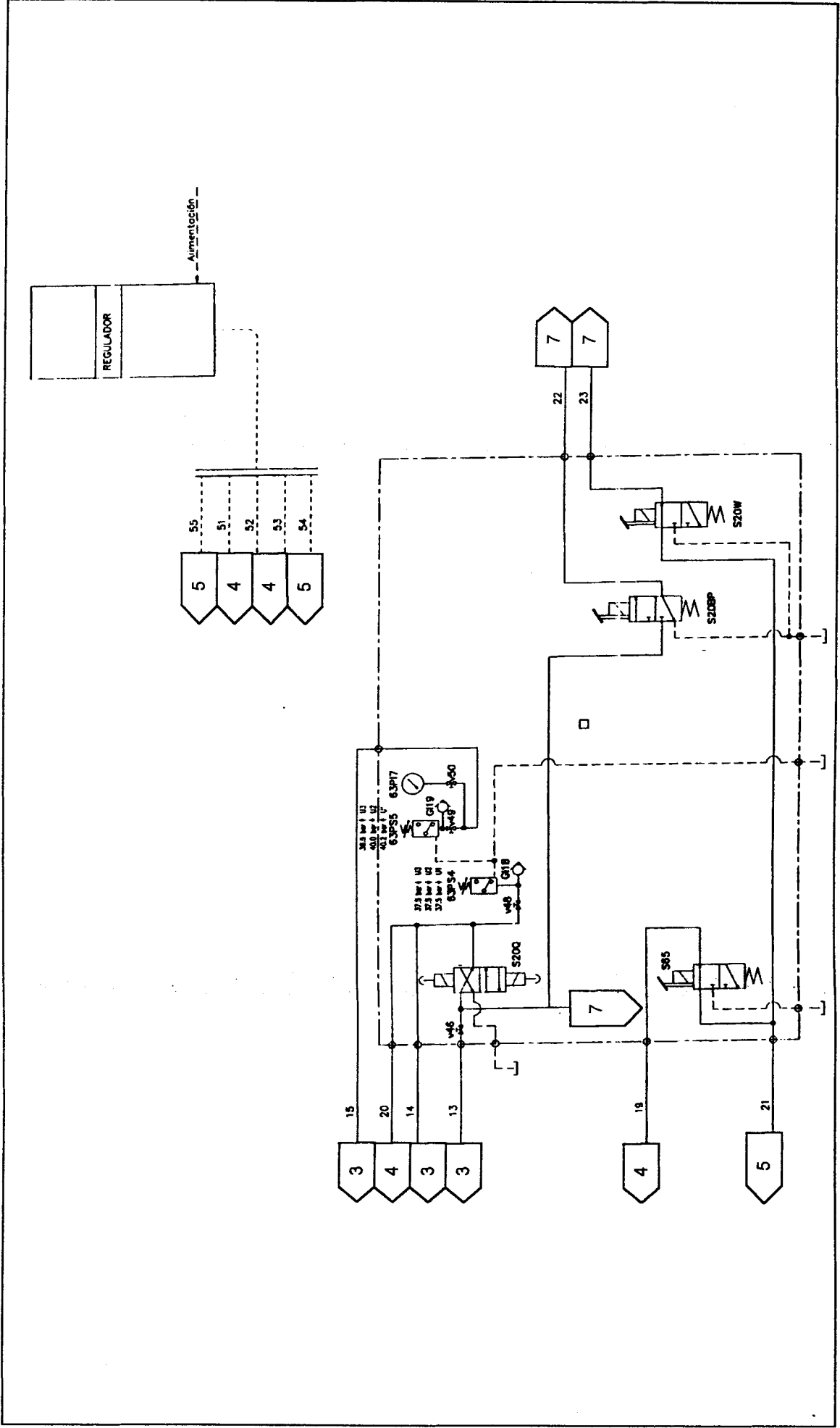
**CENTRAL HIDROELECTRICA
DAULE PERIPA**

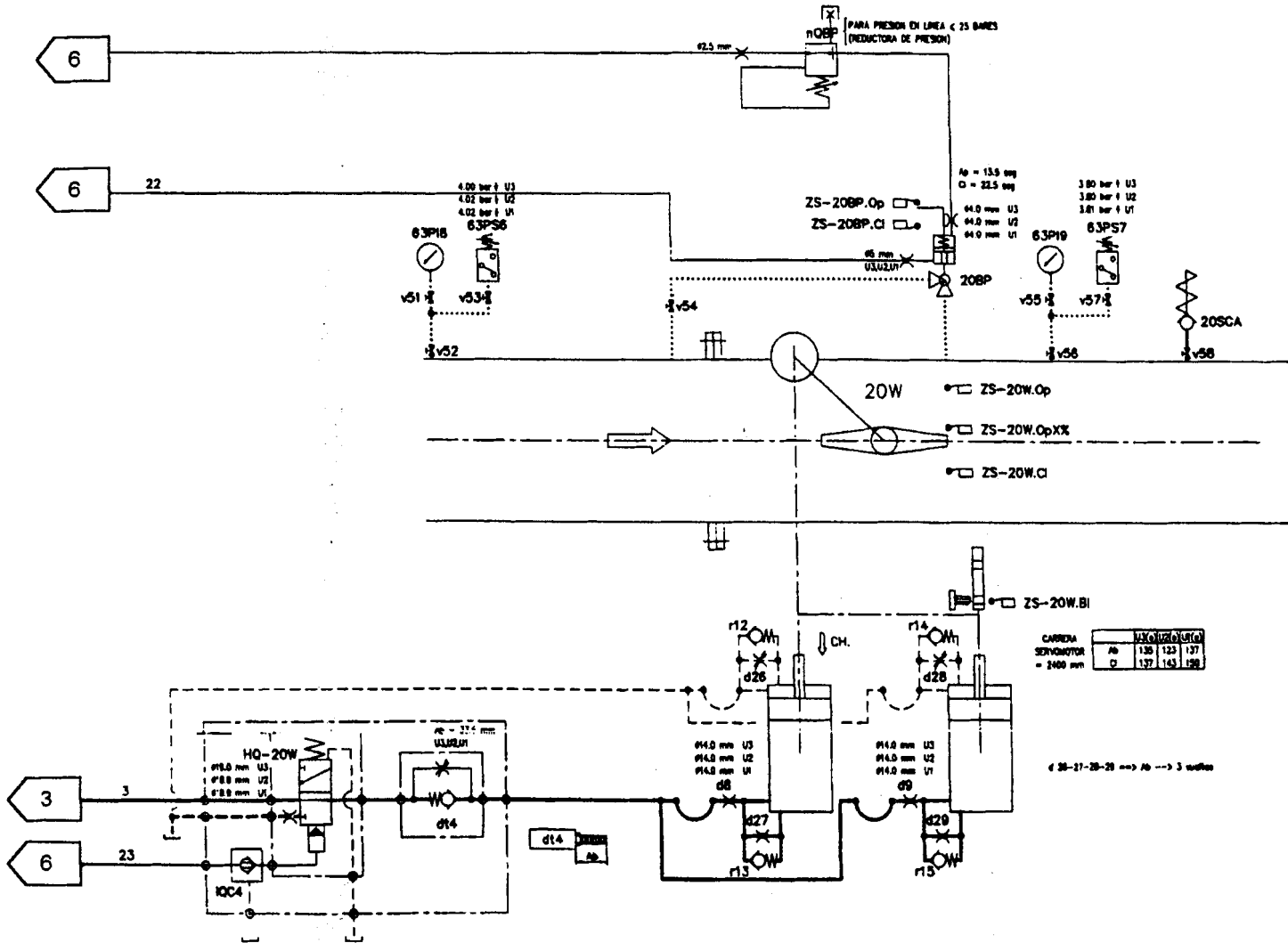
TITULO:

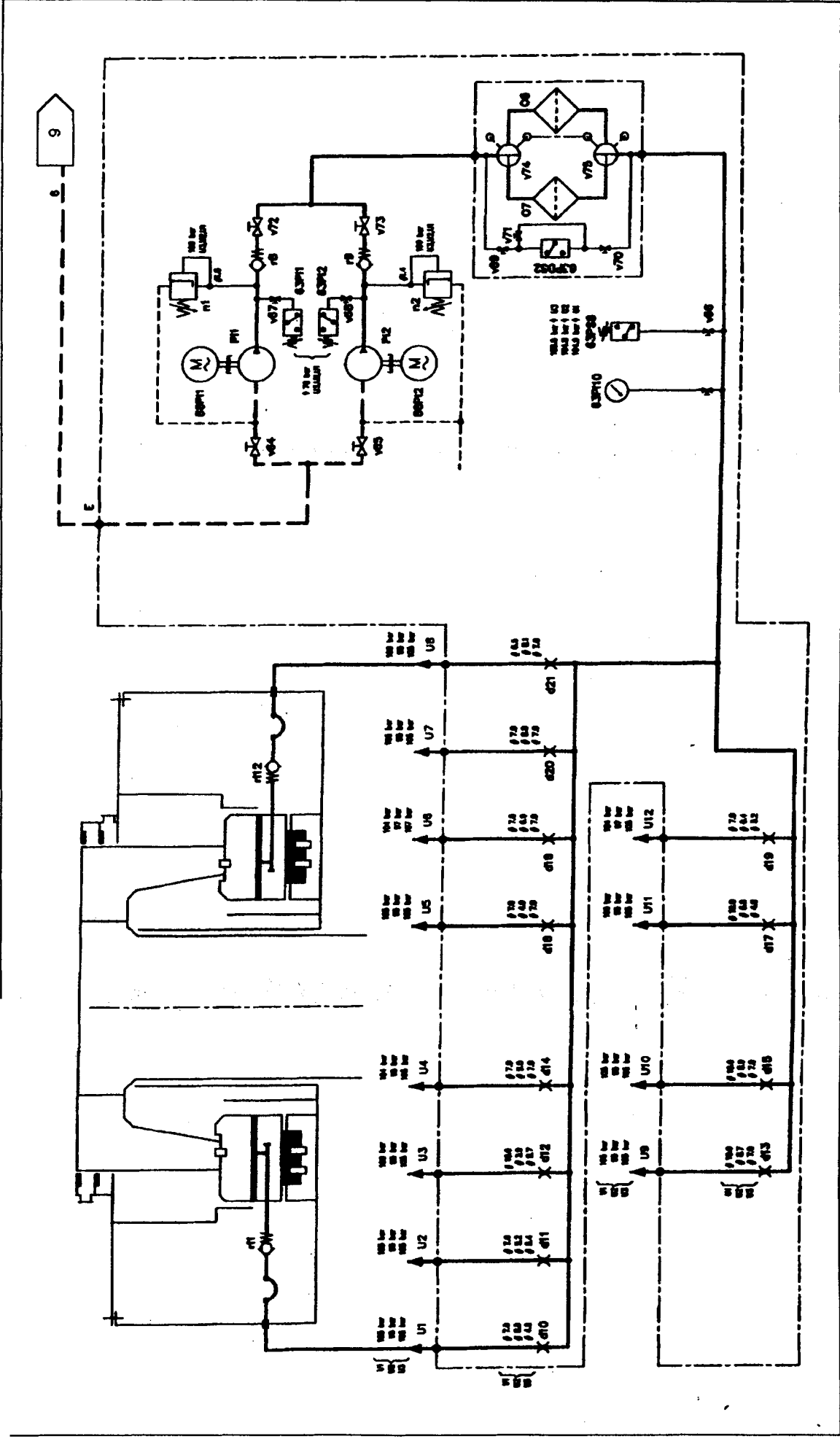
GRUPO CONTROL DE VELOCIDAD

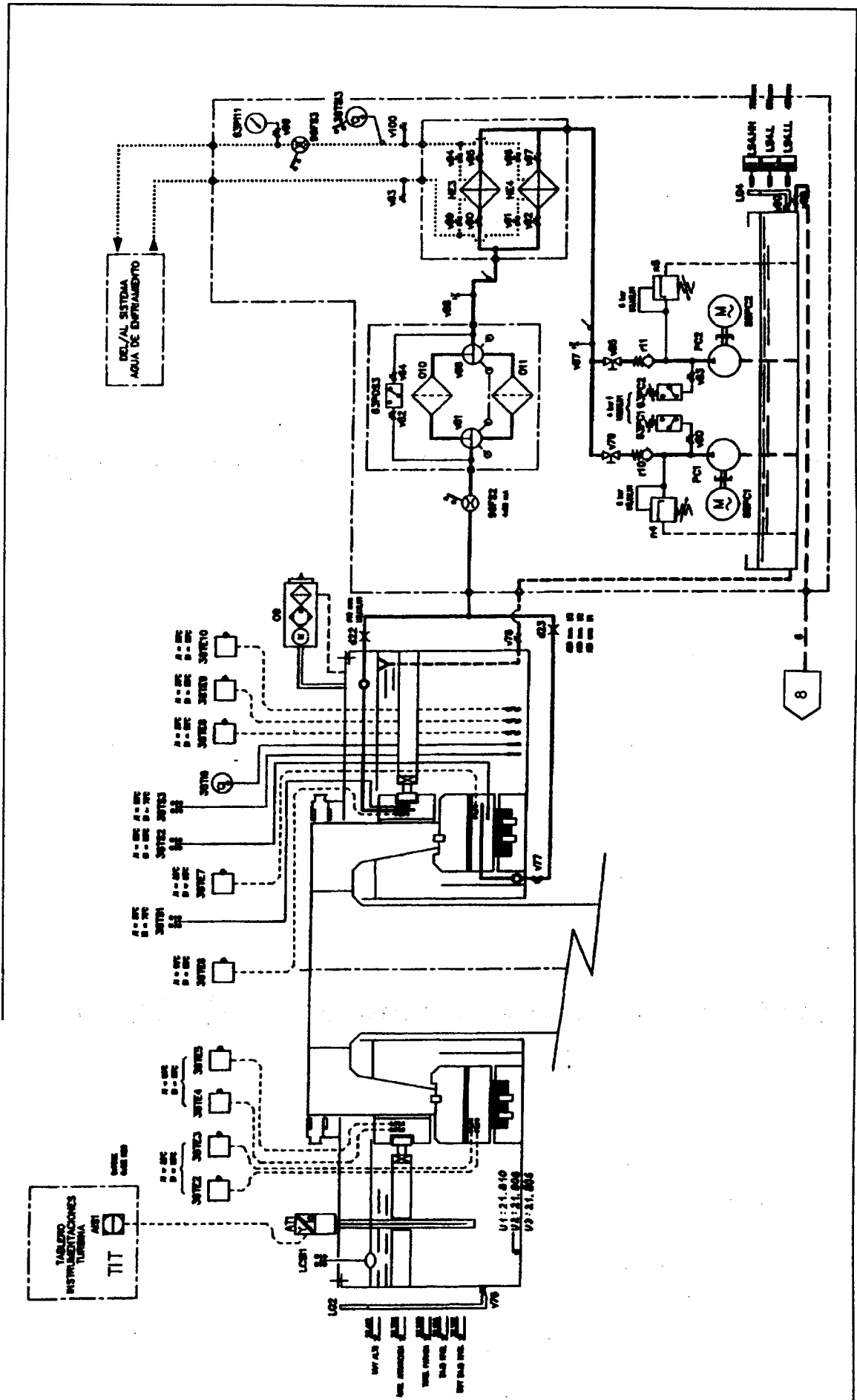
PLANO N°: 001

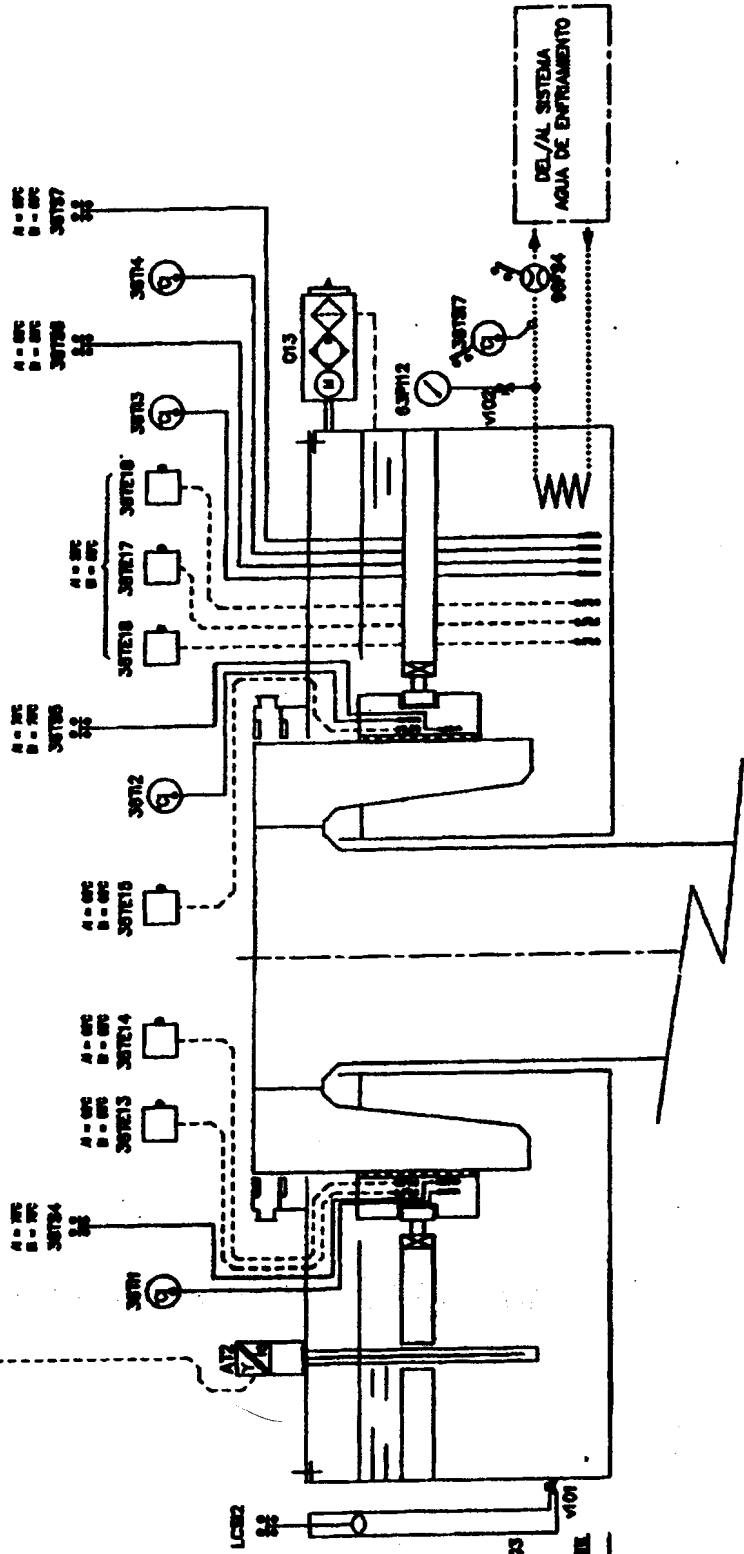
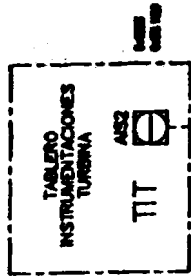
PAGINA: 5



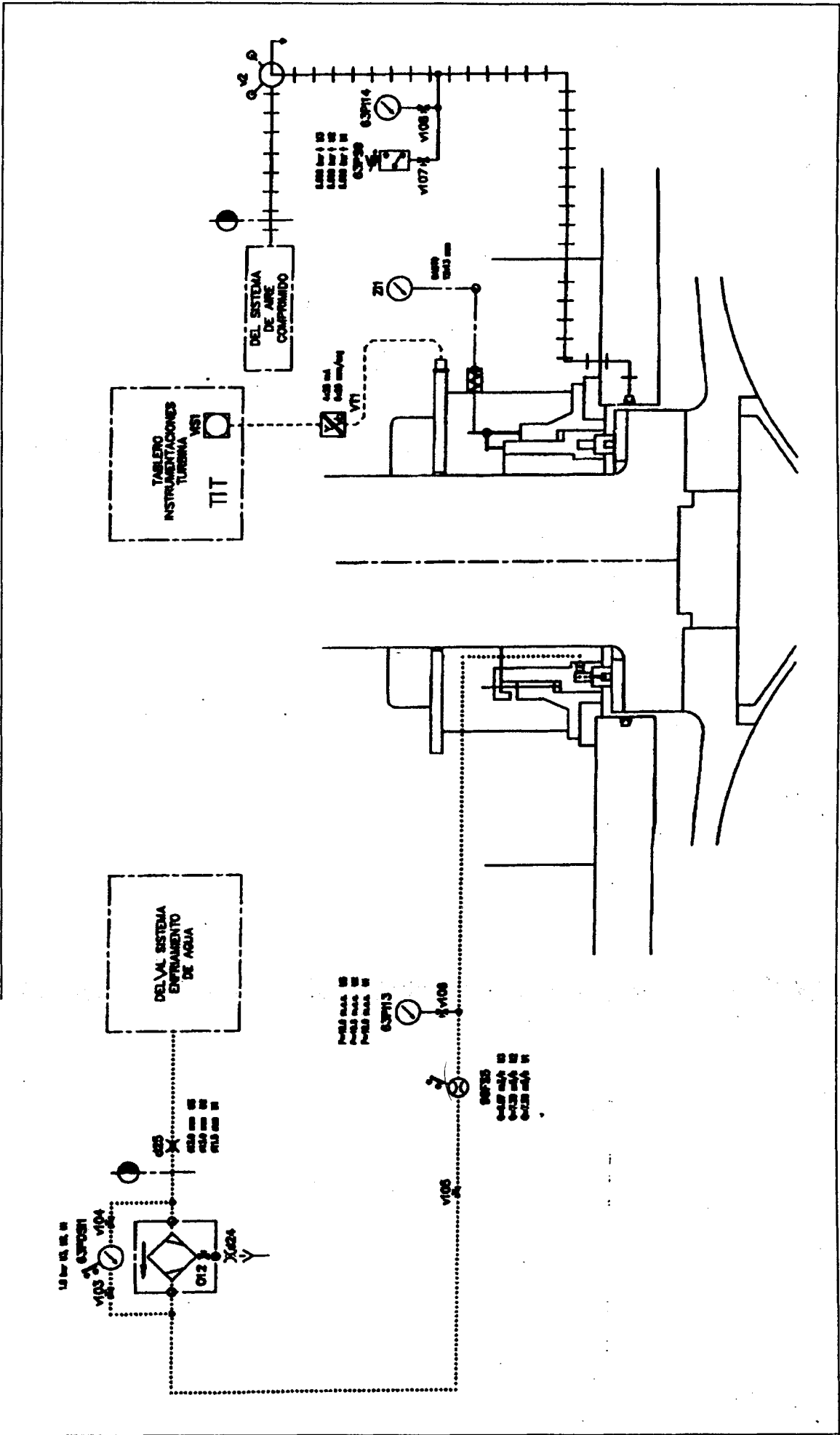








TURBINA 000 000 [TABLERO L-000 000
 A LA OREJA DE [ALARMA L-000 000
 ORO DE AIRE [OLARMO L-000 000



SÍMBOLO	PAG.	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
20BP	7	Válvula de guardia	Válvula de by-pass
20FR.D	4	Servomotores distribuidor	Válvula de frenado
20IN	2	Acumulador	Válvula intermitente
20Q	3	Grupo de bombeo	Válvula de aislamiento
20SCA	7	Válvula de guardia	Válvula de descarga aire
38TE1	9	Colinete combinado	Termoindicador de resistencia
38TE13	10	Colinete guía	Termoindicador de resistencia
38TE14	10	Colinete guía	Termoindicador de resistencia
38TE15	10	Colinete guía	Termoindicador de resistencia
38TE16	10	Colinete guía	Termoindicador de resistencia
38TE17	10	Colinete guía	Termoindicador de resistencia
38TE18	10	Colinete guía	Termoindicador de resistencia
38TE2	9	Colinete combinado	Termoindicador de resistencia
38TE3	9	Colinete combinado	Termoindicador de resistencia
38TE4	9	Colinete combinado	Termoindicador de resistencia
38TE5	9	Colinete combinado	Termoindicador de resistencia
38TE6	9	Colinete combinado	Termoindicador de resistencia
38TE7	9	Colinete combinado	Termoindicador de resistencia
38TE8	9	Colinete combinado	Termoindicador de resistencia
38TE9	9	Colinete combinado	Termoindicador de resistencia
38T11	10	Colinete guía	Termómetros
38T12	10	Colinete guía	Termómetros
38T13	10	Colinete guía	Termómetros
38T14	10	Colinete guía	Termómetros
38T15	3	Grupo de bombeo	Termómetros
38T16	9	Colinete combinado	Termómetros
38T18	9	Colinete combinado	Termostato
38T19	9	Colinete combinado	Termostato
38T20	9	Colinete combinado	Termostato
38T21	9	Colinete combinado	Termostato
38T22	9	Colinete combinado	Termostato
38T23	9	Colinete combinado	Termostato
38T24	9	Colinete combinado	Termostato
38T25	9	Colinete combinado	Termostato
38T26	10	Colinete guía	Termostato
38T27	10	Colinete guía	Termostato
38T28	10	Colinete guía	Termostato
38T29	10	Colinete guía	Termostato
38T30	10	Colinete guía	Termostato
38T31	10	Colinete guía	Termostato
38T32	10	Colinete guía	Termostato
38T33	9	Colinete combinado	Termoindicador con contactos eléctricos
38T34	9	Colinete combinado	Termoindicador con contactos eléctricos
4129	5	Control de velocidad	Dispositivo eléctrico de sobrevelocidad
4121	5	Control de velocidad	Dispositivo oleodinámico de sobrevelocidad
63PC1	9	Colinete combinado	Relé de presión
63PC2	9	Colinete combinado	Relé de presión
63PDS2	8	Sistema de inyección	Relé de presión diferencial
63PDS3	9	Colinete combinado	Relé de presión diferencial
63PDS11	11	Sello del eje	Manómetro de presión diferencial con contactos eléctricos
63PI1	8	Sistema de inyección	Manómetro
63PI10	8	Sistema de inyección	Manómetro
63PI11	9	Colinete combinado	Manómetro
63PI12	10	Colinete guía	Manómetro
63PI13	11	Sello del eje	Manómetro
63PI14	11	Sello del eje	Manómetro
63PI2	8	Sistema de inyección	Relé de presión
63PI3	2	Acumulador	Manómetro
63PI4	3	Grupo de bombeo	Manómetro
63PI5	3	Grupo de bombeo	Manómetro
63PI7	3	Tubo de aspiración	Manómetro
63PI8	6	Grupo de bombeo	Manómetro
63PI9	7	Válvula de guardia	Manómetro
63PR1	3	Grupo de bombeo	Relé de presión

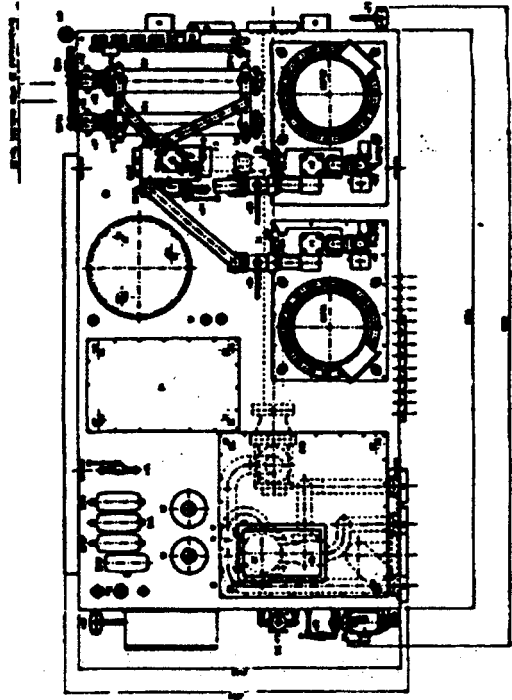
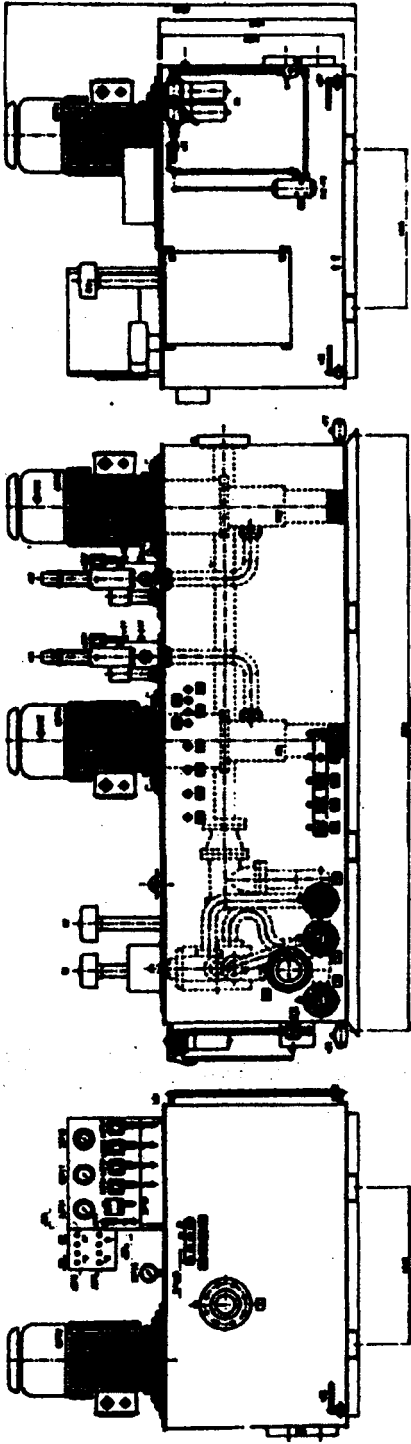
SIMBOLO	PAG.	UBICACIÓN	DESCRIPCION
63PR2	3	Grupo de bombeo	Relé de presión
63PS1	3	Grupo de bombeo	Relé de presión
63PS2	3	Grupo de bombeo	Relé de presión
63PS4	6	Grupo de bombeo	Relé de presión
63PS5	6	Grupo de bombeo	Relé de presión
63PS6	7	Válvula de guardia	Relé de presión
63PS7	7	Válvula de guardia	Relé de presión
63PS8	8	Sistema de inyección	Relé de presión
63PS9	11	Sello del eje	Relé de presión
63PT1	3	Grupo de bombeo	Transductor de presión
63PT11	5	Turbina	Manómetro con transductor
63PT12	5	Turbina	Manómetro con transductor
88PC1	9	Cojinete combinado	Motor eléctrico
88PC2	9	Cojinete combinado	Motor eléctrico
88P11	8	Sistema de inyección	Motor eléctrico
88P12	8	Sistema de inyección	Motor eléctrico
88PR1	3	Grupo de bombeo	Motor eléctrico
88PR2	3	Grupo de bombeo	Motor eléctrico
96FS1	3	Grupo de bombeo	Relé de flujo
96FS2	9	Cojinete combinado	Relé de flujo
96FS3	9	Cojinete combinado	Relé de flujo
96FS4	10	Cojinete guía	Relé de flujo
96FS5	11	Sello del eje	Relé de flujo
AIS1	9	Cojinete combinado	Indicador de agua en el aceite
AIS2	10	Cojinete guía	Indicador de agua en el aceite
AQ1	2	Acumulador	Acumulador aire/aceite
AT1	9	Cojinete combinado	Detector de agua en el aceite
AT2	10	Cojinete guía	Detector de agua en el aceite
d1	2	Acumulador	Estrangulación fija
d10	8	Sistema de inyección	Estrangulación fija
d11	8	Sistema de inyección	Estrangulación fija
d12	8	Sistema de inyección	Estrangulación fija
d13	8	Sistema de inyección	Estrangulación fija
d14	8	Sistema de inyección	Estrangulación fija
d15	8	Sistema de inyección	Estrangulación fija
d16	8	Sistema de inyección	Estrangulación fija
d17	8	Sistema de inyección	Estrangulación fija
d18	8	Sistema de inyección	Estrangulación fija
d19	8	Sistema de inyección	Estrangulación fija
d2	2	Acumulador	Estrangulación fija
d20	8	Sistema de inyección	Estrangulación fija
d21	8	Sistema de inyección	Estrangulación fija
d22	9	Cojinete combinado	Estrangulación fija
d23	9	Cojinete combinado	Estrangulación fija
d24	11	Sello del eje	Estrangulación fija
d25	11	Sello del eje	Estrangulación fija
d26	7	Válvula de guardia	Estrangulación fija
d27	7	Válvula de guardia	Estrangulación fija
d28	7	Válvula de guardia	Estrangulación fija
d29	7	Válvula de guardia	Estrangulación fija
d3	3	Grupo de bombeo	Estrangulación fija
d30	3	Grupo de bombeo	Estrangulación fija
d31	3	Grupo de bombeo	Estrangulación fija
d32	3	Grupo de bombeo	Estrangulación fija
d4	3	Grupo de bombeo	Estrangulación fija
d5	3	Grupo de bombeo	Estrangulación fija
d6	3	Grupo de bombeo	Estrangulación fija
d7	4	Grupo de bombeo	Estrangulación fija
d8	7	Válvula de guardia	Estrangulación fija

SIMBOLO	PAG.	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
D9	7	Válvula de guardia	Estrangulación fija
De	4	Grupo de bombeo	Válvula de emergencia
Dt	4	Grupo de bombeo	Válvula de distribución
d14	7	Válvula de guardia	Estrangulación unidireccional
d15	7	Válvula de guardia	Estrangulación unidireccional
F1	5	Turbina	Transductor de caudal
G11	2	Acumulador	Tomasa de presión
G110	3	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
G111	3	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
G112	3	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
G113	3	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
G114	3	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
G115	4	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
G116	4	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
G117	3	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
G118	6	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
G119	6	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
G12	2	Acumulador	Tomasa de presión
G120	3	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
G13	3	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
G14	3	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
G15	3	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
G16	3	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
G17	3	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
G18	3	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
G19	3	Grupo de bombeo	Tomasa de presión
HDT	4	Servomotores distribuidor	Válvula de bloqueo
HE1	3	Grupo de bombeo	Intercambiador de calor
HE2	3	Grupo de bombeo	Intercambiador de calor
HE3	9	Sistema de circulación	Intercambiador de calor
HE4	9	Sistema de circulación	Intercambiador de calor
HQ-20W	7	Válvula de guardia	Válvula de distribución
HQ63PI10	8	Sistema de inyección	Válvula de distribución
IQC1	4	Grupo de bombeo	Válvula de descarga rápida ajustable
IQC2	4	Grupo de bombeo	Válvula de descarga rápida
IQC3	4	Grupo de bombeo	Válvula de descarga rápida
IQC4	7	Válvula de guardia	Válvula de descarga rápida
LCS11	9	Colinete combinado	Válvula de descarga rápida
LCS12	10	Colinete guía	Relé de nivel
LG1	3	Grupo de bombeo	Relé de nivel
LG2	9	Colinete combinado	Indicador de nivel visible
LG3	10	Colinete guía	Indicador de nivel visible
LG4	10	Sistema de circulación	Indicador de nivel visible
LS1	2	Acumulador	Relé de nivel
LS2	2	Acumulador	Relé de nivel
LS3.LL	3	Grupo de bombeo	Relé de nivel
LS3.HH	3	Grupo de bombeo	Relé de nivel
LS4.LL	9	Sistema de circulación	Relé de nivel
LS4.HH	9	Sistema de circulación	Relé de nivel
LS4.L	9	Sistema de circulación	Relé de nivel
LT1	2	Acumulador	Transductor de nivel
n1	8	Sistema de inyección	Válvula de seguridad
n2	8	Sistema de inyección	Válvula de seguridad
n4	9	Sistema de circulación	Válvula de seguridad
n5	9	Sistema de circulación	Válvula de seguridad
n6	3	Grupo de bombeo	Regulador de presión
nA1	2	Acumulador	Válvula de seguridad
nQ1	3	Grupo de bombeo	Válvula de seguridad

SIMBOLO	PAG.	UBICACIÓN	DESCRIPCION
nQ2	3	Grupo de bombeo	Válvula de seguridad
nQBP	7	Grupo de bombeo	Válvula reductora de presión acción directa
O1	2	Acumulador	Filtro
O10	9	Sistema de circulación	Filtro
O11	9	Sistema de circulación	Filtro
O12	11	Sello de eje	Filtro centrífugo
O13	10	Cojinete guía	Filtro
O2	3	Grupo de bombeo	Filtro
O3	3	Grupo de bombeo	Filtro
O4	3	Grupo de bombeo	Filtro
O7	8	Sistema de inyección	Filtro
O8	8	Sistema de inyección	Filtro
O9	9	Cojinete combinado	Aspirador vapor de aceite
PC1	9	Sistema de circulación	Bomba de aceite
PC2	9	Sistema de circulación	Bomba de aceite
PCV-IN	3	Grupo de bombeo	Válvula de carga
PCV1	3	Grupo de bombeo	Válvula de carga
PCV2	3	Grupo de bombeo	Válvula de carga
P11	8	Sistema de inyección	Bomba de aceite
P12	8	Sistema de inyección	Bomba de aceite
PR1	3	Grupo de bombeo	Bomba de aceite
PR2	3	Grupo de bombeo	Bomba de aceite
r1	3	Grupo de bombeo	Válvula de retención
r10	9	Sistema de circulación	Válvula de retención
r11	9	Sistema de circulación	Válvula de retención
r12	7	Válvula de guardia	Válvula de retención
r13	7	Válvula de guardia	Válvula de retención
r14	7	Válvula de guardia	Válvula de retención
r15	7	Válvula de guardia	Válvula de retención
r2	3	Grupo de bombeo	Válvula de retención
r3	3	Grupo de bombeo	Válvula de retención
r5	4	Servomotores distribuidor	Válvula de retención
r6	4	Servomotores distribuidor	Válvula de retención
r8	8	Sistema de inyección	Válvula de retención
r9	8	Sistema de inyección	Válvula de retención
REGULADOR	8	Sala de control	Regulador
r11	8	Sistema de inyección	Válvula de retención
r112	8	Sistema de inyección	Válvula de retención
S1	3	Grupo de bombeo	Electrodistribuidor
S2	3	Grupo de bombeo	Electrodistribuidor
S20BP	6	Grupo de bombeo	Electrodistribuidor
S20Q	8	Grupo de bombeo	Electrodistribuidor
S20W	6	Grupo de bombeo	Electrodistribuidor
S65	6	Grupo de bombeo	Electrodistribuidor
SSG	5	Control de velocidad	Señal de velocidad del generador
ST1	5	Control de velocidad	Transductor de velocidad
ST2	5	Control de velocidad	Transductor de velocidad
ST3	5	Control de velocidad	Transductor de velocidad
ST4	5	Control de velocidad	Transductor de velocidad
SVE-P3	4	Grupo de bombeo	Servoválvula proporcional
TCV1	3	Grupo de bombeo	Válvula termostática
TO1	3	Grupo de bombeo	Filtro
v1	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v10	2	Acumulador	Válvula de dos vías
v100	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v101	10	Cojinete guía	Válvula de dos vías
v102	10	Cojinete guía	Válvula de dos vías
v103	11	Sello de eje	Válvula de dos vías
v104	11	Sello de eje	Válvula de dos vías
v105	11	Sello de eje	Válvula de dos vías

SIMBOLO	PAG.	UBICACIÓN	DESCRIPCION
v106	11	Sello de eje	Válvula de dos vías
v107	11	Sello de eje	Válvula de dos vías
v108	11	Sello de eje	Válvula de dos vías
v11	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v12	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v13	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v14	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v15	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v16	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v17	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v18	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v19	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v2	11	Sello de eje	Válvula de dos vías
v20	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v21	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v22	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v23	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v24	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v25	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v26	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v27	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v28	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v29	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v3	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v30	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v31	5	Turbina	Válvula de dos vías
v32	5	Turbina	Válvula de dos vías
v33	5	Turbina	Válvula de dos vías
v34	5	Tubo de aspiración	Válvula de dos vías
v35	5	Tubo de aspiración	Válvula de dos vías
v36	5	Tubo de aspiración	Válvula de dos vías
v37	5	Tubo de aspiración	Válvula de dos vías
v38	5	Tubo de aspiración	Válvula de dos vías
v39	5	Tubo de aspiración	Válvula de dos vías
v4	3	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v40	5	Tubo de aspiración	Válvula de dos vías
v41	5	Turbina	Válvula de dos vías
v42	5	Turbina	Válvula de dos vías
v43	5	Turbina	Válvula de dos vías
v44	5	Turbina	Válvula de dos vías
v45	5	Turbina	Válvula de dos vías
v46	6	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v47	5	Tubo de aspiración	Válvula de dos vías
v48	6	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v49	6	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v5	2	Acumulador	Válvula de dos vías
v50	6	Grupo de bombeo	Válvula de dos vías
v51	7	Válvula de guardia	Válvula de dos vías
v52	7	Válvula de guardia	Válvula de dos vías
v53	7	Válvula de guardia	Válvula de dos vías
v54	7	Válvula de guardia	Válvula de dos vías
v55	7	Válvula de guardia	Válvula de dos vías
v56	7	Válvula de guardia	Válvula de dos vías
v57	7	Válvula de guardia	Válvula de dos vías
v58	7	Válvula de guardia	Válvula de dos vías
v59	5	Turbina	Válvula de dos vías
v6	2	Acumulador	Válvula de dos vías
v60	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías

SIMBOLO	PAG.	UBICACIÓN	DESCRIPCION
v64	8	Sistema de inyección	Válvula de dos vías
v65	8	Sistema de inyección	Válvula de dos vías
v66	8	Sistema de inyección	Válvula de dos vías
v67	8	Sistema de inyección	Válvula de dos vías
v68	8	Sistema de inyección	Válvula de dos vías
v69	8	Sistema de inyección	Válvula de dos vías
v7	2	Acumulador	Válvula de dos vías
v70	8	Sistema de inyección	Válvula de dos vías
v71	8	Sistema de inyección	Válvula de dos vías
v72	8	Sistema de inyección	Válvula de dos vías
v73	8	Sistema de inyección	Válvula de dos vías
v74	8	Sistema de inyección	Válvula de dos vías
v75	8	Sistema de inyección	Válvula de dos vías
v76	9	Cojinete combinado	Válvula de dos vías
v77	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v78	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v79	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v8	2	Acumulador	Válvula de dos vías
v80	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v81	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v82	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v83	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v84	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v85	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v86	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v87	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v88	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v89	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v9	2	Acumulador	Válvula de dos vías
v90	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v91	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v92	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v93	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v94	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v95	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v96	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v97	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v98	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
v99	9	Sistema de circulación	Válvula de dos vías
VIS1	11	Sello de eje	Indicador de vibraciones
VT1	11	Sello de eje	Detector de vibraciones
Z11	11	Sello de eje	Manómetro
ZS-20B.P.CI	7	Válvula de guardia	Limitador de fin de carrera
ZS-20B.P.Op	7	Válvula de guardia	Limitador de fin de carrera
ZS-20Q.CI	3	Grupo de bombeo	Captador de proximidad
ZS-20Q.Op	3	Grupo de bombeo	Captador de proximidad
ZS-20W.BI	7	Válvula de guardia	Limitador de fin de carrera
ZS-20W.CI	7	Válvula de guardia	Limitador de fin de carrera
ZS-20W.Op	7	Válvula de guardia	Limitador de fin de carrera
ZS-20W.OpX%	7	Válvula de guardia	Limitador de fin de carrera
ZS-D1	4	Servomotores distribuidor	Limitador de fin de carrera
ZS-D2	4	Servomotores distribuidor	Limitador de fin de carrera
ZS-HDT.CI	4	Servomotores distribuidor	Limitador de fin de carrera
ZS-HDT.Op	4	Servomotores distribuidor	Limitador de fin de carrera
ZST1	4	Servomotores distribuidor	Transductor de posición
ZT1	4	Grupo de bombeo	Transductor de posición
ZTD1-24	5	Distribuidor	Detector de proximidad



CENTRAL HIDROELECTRICA
DAULE PERIPA

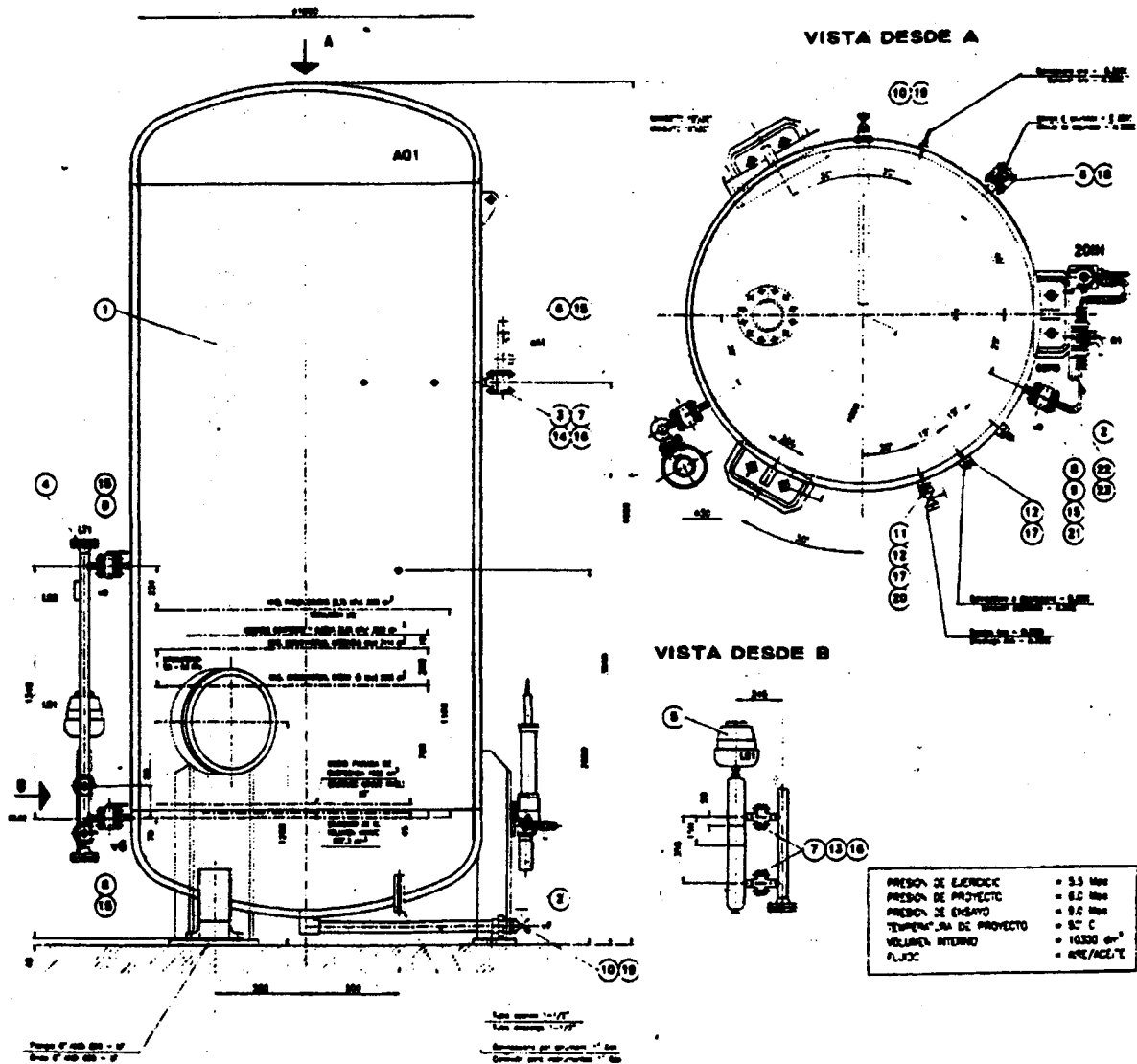
TITULO:

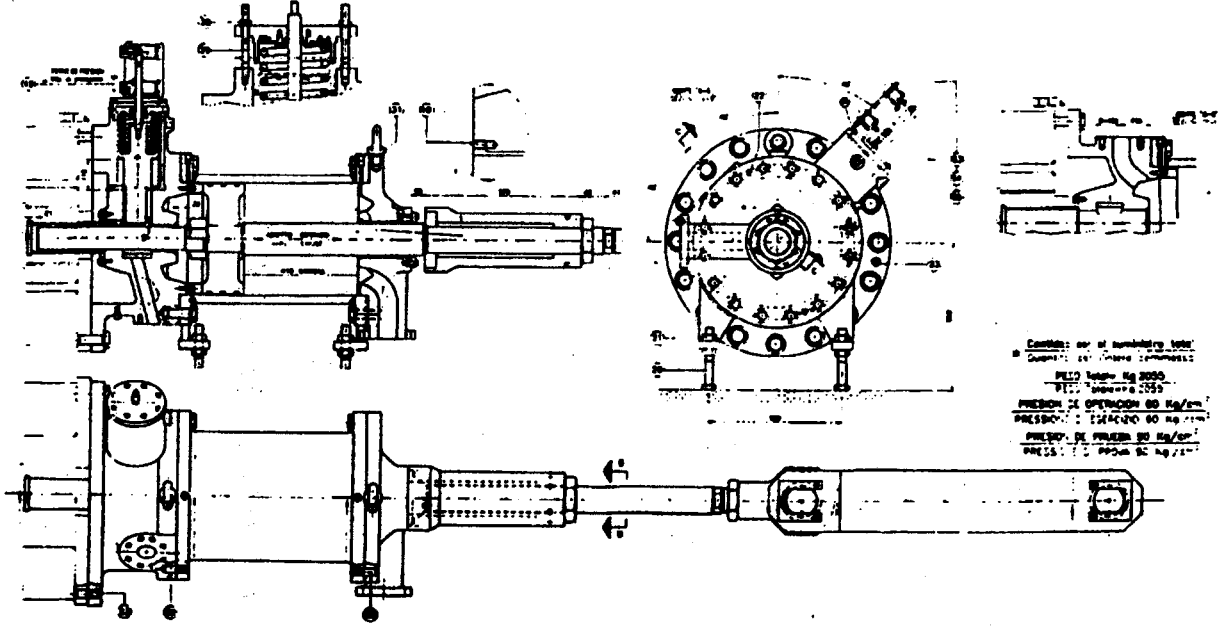
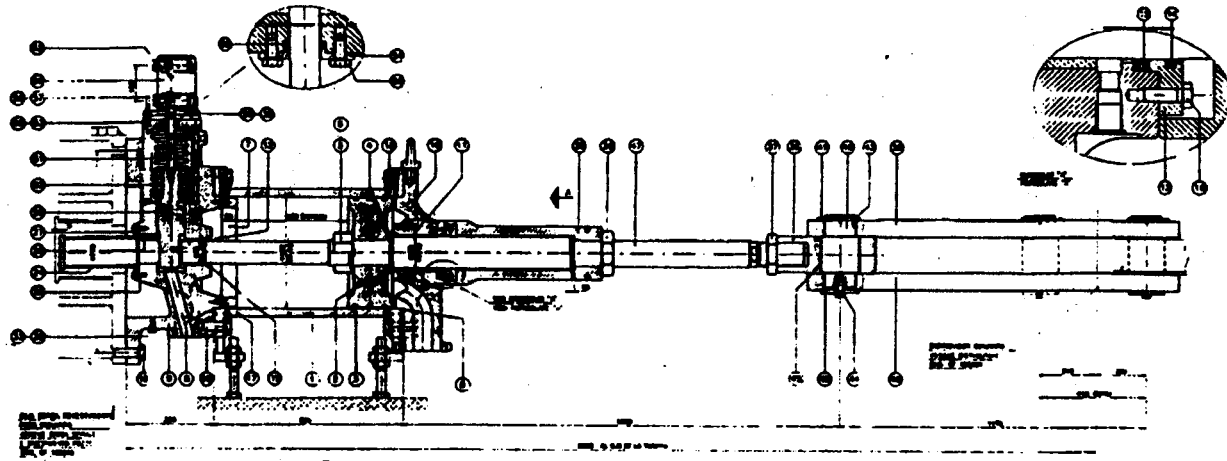
CONJUNTO GRUPO DE BOMBEO

PLANO N°:

002

PAGINA:





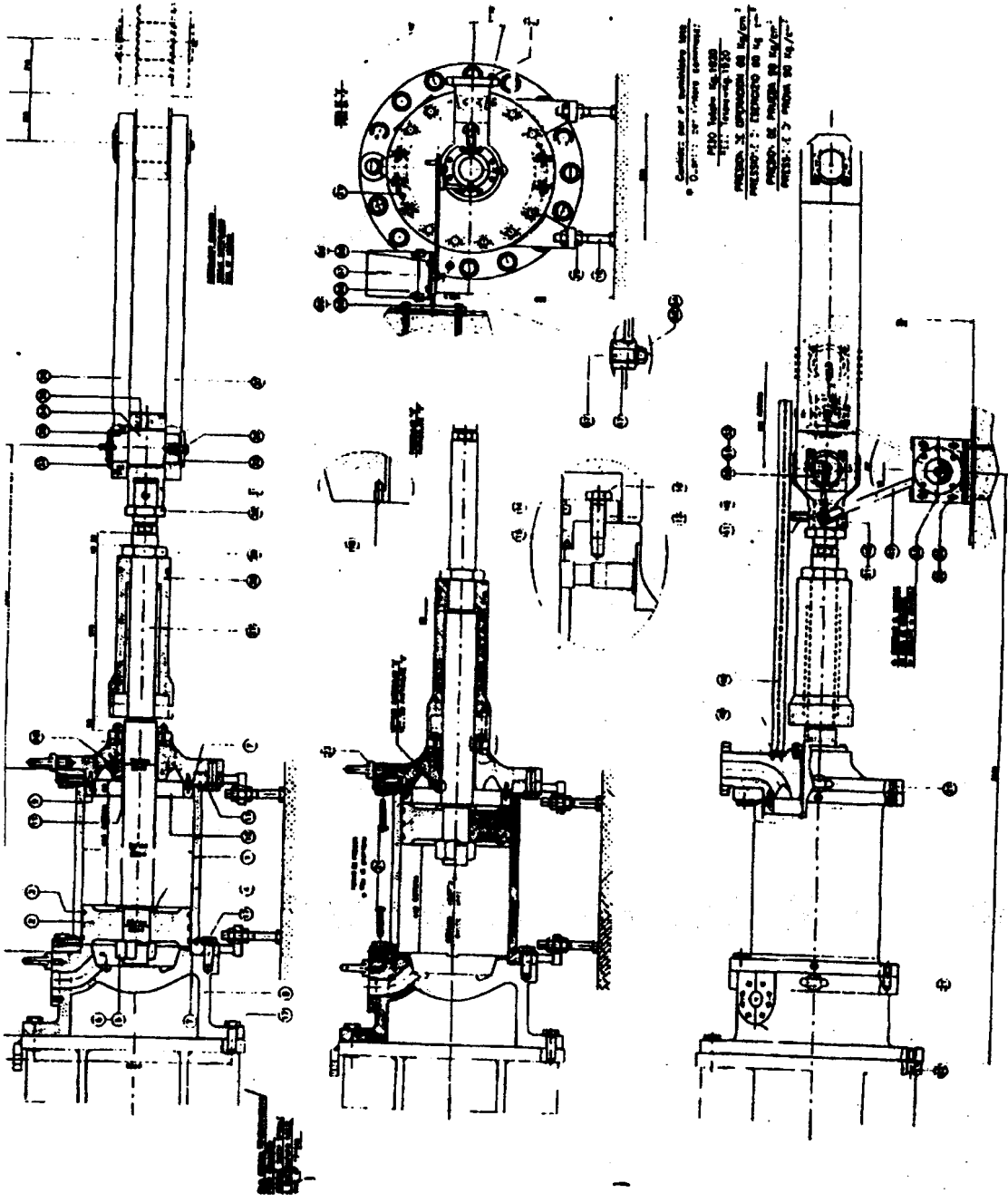
CENTRAL HIDROELECTRICA
DAULE PERIPA

TITULO:
SERVOMOTOR DEL DISTRIBUIDOR CON BLOQUEO

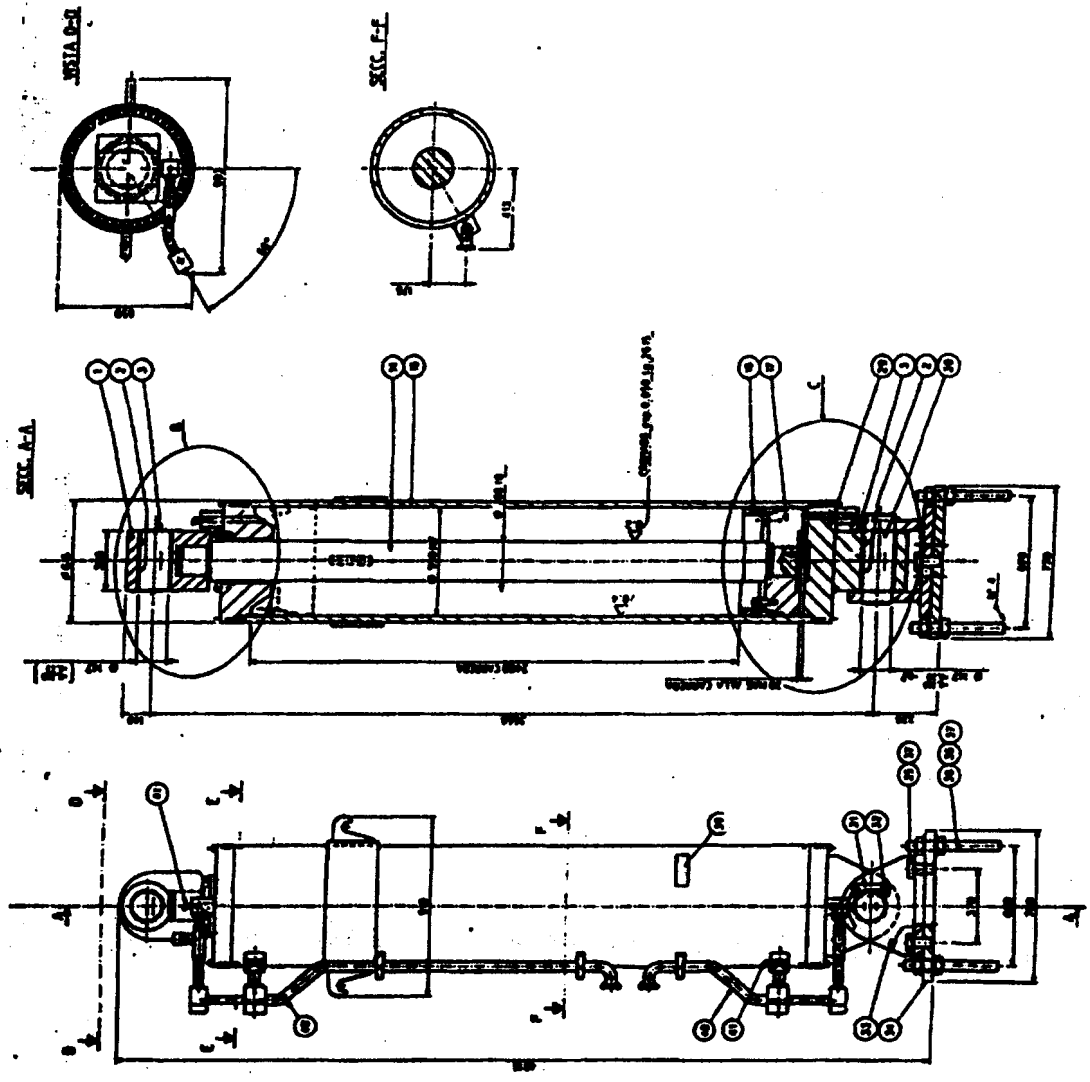
PLANO N°:

004

PAGINA:



Construido en el taller de...
 1950...
 1951...
 1952...
 1953...
 1954...
 1955...
 1956...
 1957...
 1958...
 1959...
 1960...
 1961...
 1962...
 1963...
 1964...
 1965...
 1966...
 1967...
 1968...
 1969...
 1970...
 1971...
 1972...
 1973...
 1974...
 1975...
 1976...
 1977...
 1978...
 1979...
 1980...
 1981...
 1982...
 1983...
 1984...
 1985...
 1986...
 1987...
 1988...
 1989...
 1990...
 1991...
 1992...
 1993...
 1994...
 1995...
 1996...
 1997...
 1998...
 1999...
 2000...

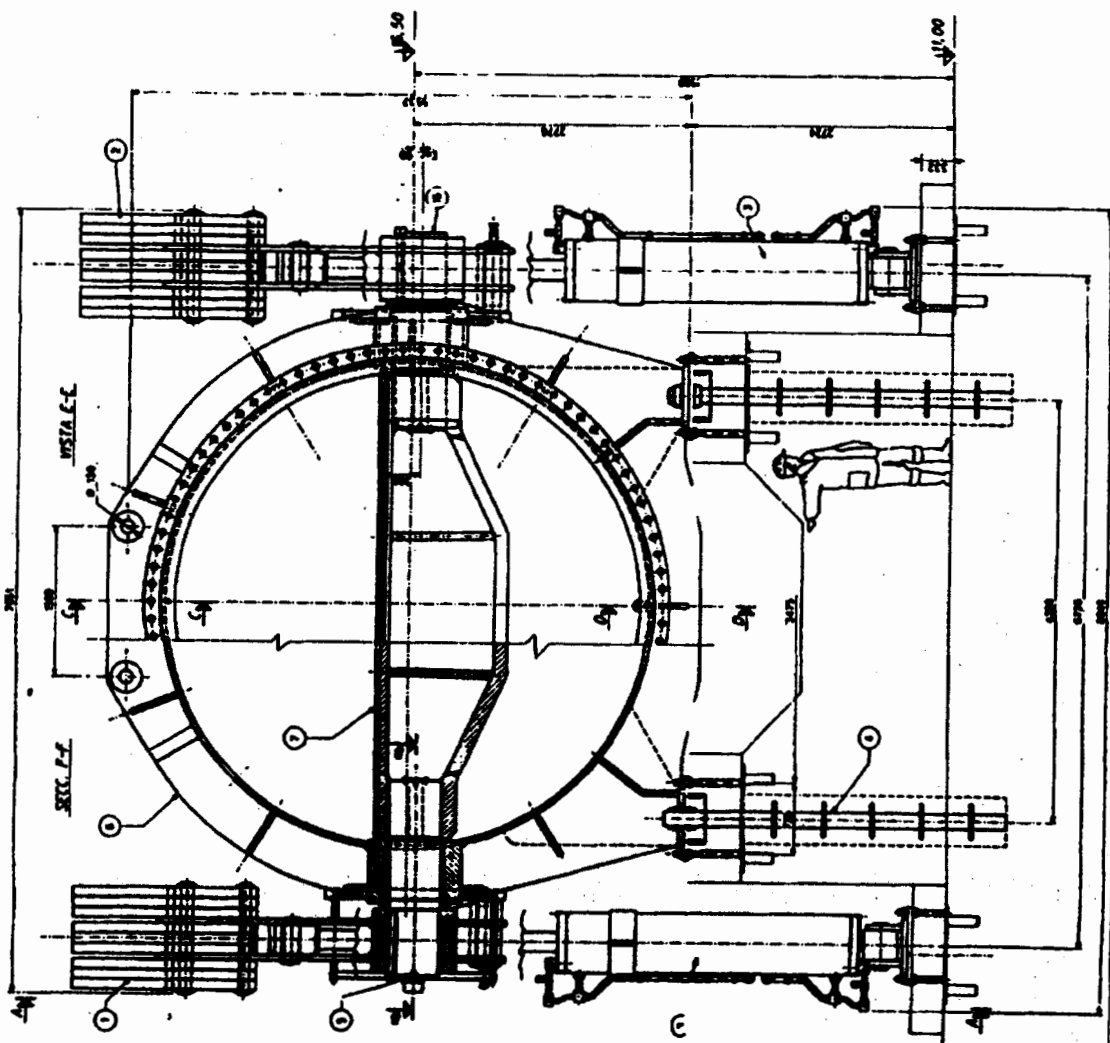


CENTRAL HIDROELECTRICA
DAULE PERIPA

TITULO: SERVOMOTOR DE VALVULA MARIPOSA

PLANO N°: 006

PAGINA:



CENTRAL HIDROELECTRICA
DAULE PERIPA

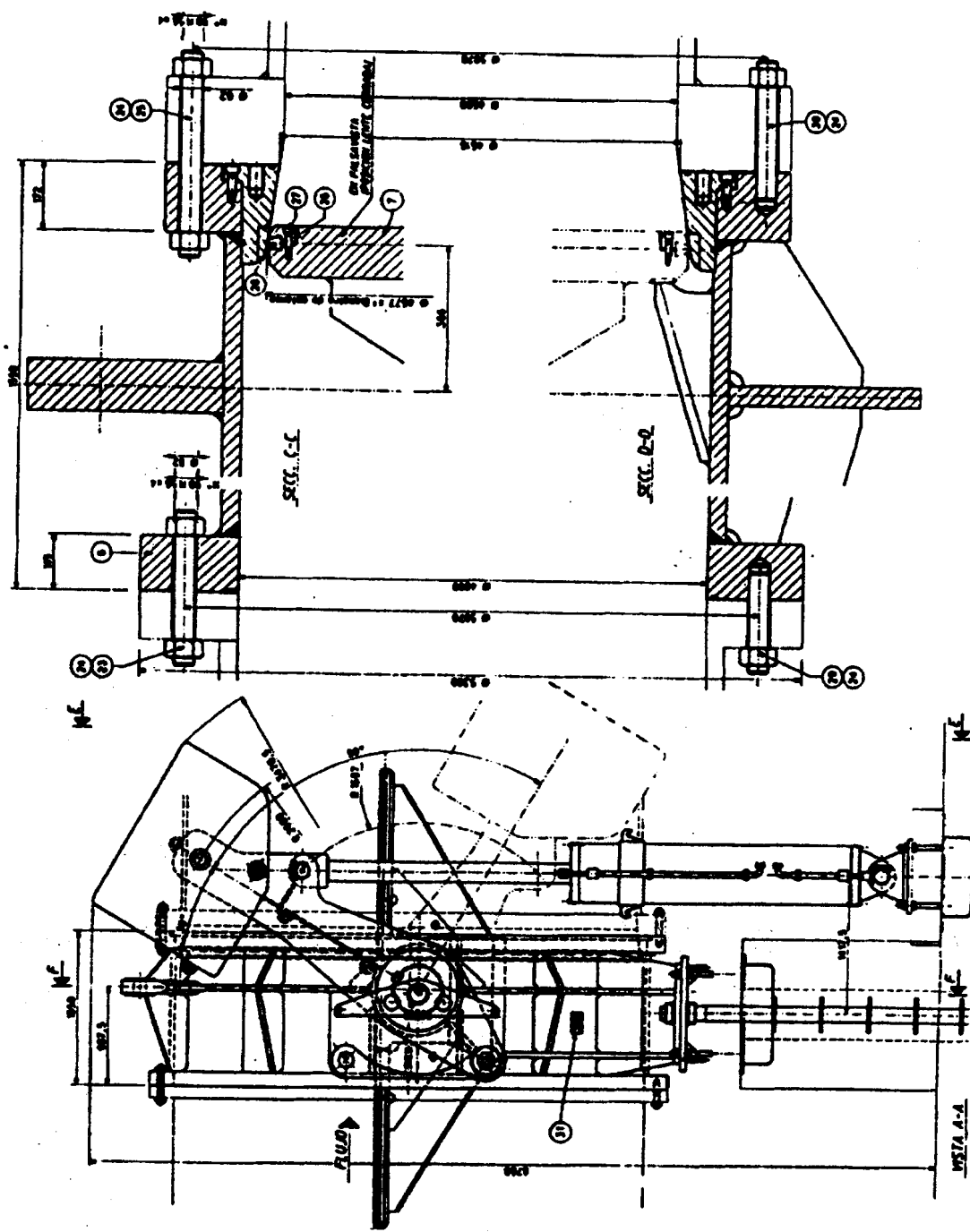
TITULO:

VÁLVULA MARIPOSA

PLANO N°:

007

PAGINA:



CENTRAL HIDROELECTRICA
DAULE PERIPA

TITULO:

VÁLVULA MARIPOSA (LATERAL)

PLANO N°:

008

PAGINA:

Apéndice A

DATOS DEL FABRICANTE DE LAS VÁLVULAS MARIPOSA

<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Valor</i>
Tipo	---	DN 4800 PN 10 Lente con perno
Matrícula		
Unidad # 1	---	8104
Unidad # 2	---	8105
Unidad # 3	---	8106
Diámetro interno	mm	4,677
Diámetro de los pernos	mm	500/480
Ángulo de rotación lente	°	90
Servomotores de rotación	---	2
Tipo servomotores	---	De efecto simple
Fluido de maniobra	---	Aceite
Diámetro del pistón	mm	550
Desplazamiento del pistón	mm	2,400
Presión normal de operación	MPa	5.5
Sistema de cierre	---	Con contrapeso

Apéndice B

DATOS TÉCNICOS DE LAS TURBINAS

<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Valor</i>		
Tipo	---	Francis		
Fabricante	---	Voith Riva Hydro		
Matrícula				
Unidad # 1	---	849		
Unidad # 2	---	824		
Unidad # 3	---	823		
Material del rodete	---	Acero inox		
Salto neto	m	64.68	54.62	43.82
Caudal	m ³ /s	138.0	132.5	121.0
Potencia	MW	80.2	65.0	47.3
Nivel máx. de operación	m	88.33		
Nivel mín. de descarga	m	19.83		
Velocidad de rotación	rpm	163.64		
Velocidad de embalamiento	rpm	313		

Apéndice C

DATOS DE PLACA DE LOS GENERADORES

<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Valor</i>
Generador sincrónico de eje vertical	---	ATBW-44 79000 164 13800
Fabricante	---	Ansaldo
Año de fabricación	---	1998
Matrícula		
Unidad # 1	---	2456
Unidad # 2	---	2432
Unidad # 3	---	2431
Potencia nominal	kVA	79,000
Potencia máxima continua	kVA	89,000
Frecuencia nominal	Hz	60
Tensión nominal entre fases	kV	13,8
Velocidad de rotación	rpm	163.64
Velocidad de embalamiento	rpm	320
GD ²	tm ²	11,400
Ventilación	---	Aire circuito cerrado
Enfriamiento	---	6 intercambiadores aire/agua
Clase de aislamiento	---	F

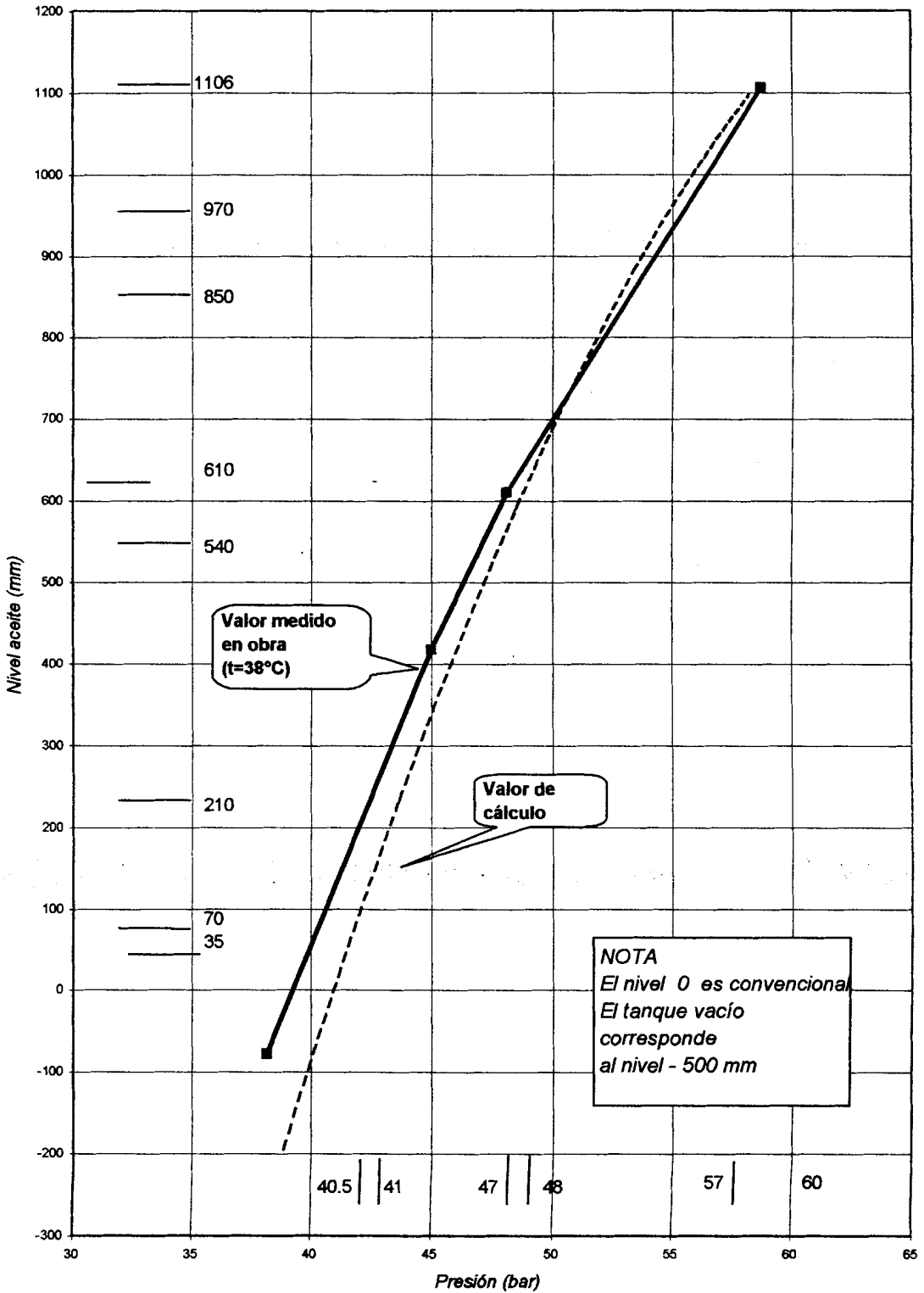
Apéndice D

LOGICA DE FUNCIONAMIENTO Y DATOS DEL GRUPO DE BOMBEO DEL SISTEMA HIDRAULICO DE REGULACION

Nivel (%)	Nivel (mm)	Volumen (dm ³)	Presión (bar)	Estado de la Unidad	Función
	1,106	2,798	57.5	En marcha	Bloqueo y parada bombas: nivel LS2
86.0	970	2,454	56.0	En marcha	Arranque compresor + alarma: (210S)
	900	2,277	55.0	Par./Marcha	Nivel máximo normal intermitencia 20IN
70.7	850	2,150	53.0	Parada	Parada bomba 1: LT1
70.7	850	2,150	53.0	En marcha	Parada bomba 2: LT1
	700	1,771	50.0	Par./Marcha	Nivel mínimo normal intermitencia 20IN
56.5	610	1,543	48.0	Parada	Arranque bomba 1:LT1
51.1	540	1,366	47.0	En marcha	Arranque bomba 2:LT1
51.1	540	1,366	47.0	En marcha	Bloqueo compresor: LT1
23.5	210	531	42.0	En marcha	Alarma mínimo nivel: nivel LS1
	70	177	41.0	En marcha	Bloqueo por mínimo nivel: nivel LS1
10.0	35	68	40.0	En marcha	Bloqueo 20Q:
			60.0	Par./Marcha	Disparo nA1
			57.0	Par./Marcha	Parada bombas y compresor: 63PT1
			48.0	Parada	Parada compresor: 63PT1
			47.0	Parada	Arranque compresor: 63PT1
			41.0	Par./Marcha	Disparo iQC1
			40.5	Par./Marcha	Bloqueo por mínima presión: 63PS2
<p>Tiempo de apertura 20Q = 15 seg.</p> <p>Tiempo de cierre 20Q = 30 seg.</p> <p>Volumen de aceite servomotores turbina = 109 dm³</p> <p>Volumen de aceite servomotores válvula mariposa = 1,140 dm³</p> <p>Condiciones de arranque Presión > 47.5 bar</p> <p style="padding-left: 150px;">Nivel > 52%</p>					

Apéndice E

DIAGRAMA NIVEL-PRESION EN TANQUE ACUMULADOR AIRE/ACEITE



Apéndice F

PANTALLAS DE SUPERVISION DEL DCS

GRAFICO N° 1 : TANQUE ACUMULADOR

GRAFICO N° 2 : GRUPO DE BOMBEO

**GRAFICO N° 3 : ANILLO DE REGULACIÓN DEL
DISTRIBUIDOR**

GRAFICO N° 4 : VÁLVULA MARIPOSA

GRAFICO N° 5 : GRUPO CONTROL DE VELOCIDAD

**GRAFICO N° 6 : PANEL DE CONTROL DEL REGULADOR
DE VELOCIDAD**

**GRAFICO N° 7 : PANEL DE SECUENCIA DE ARRANQUE,
PARADA Y BLOQUEO**



Regulador de Velocidad Aire Comprimido - Unidad 3

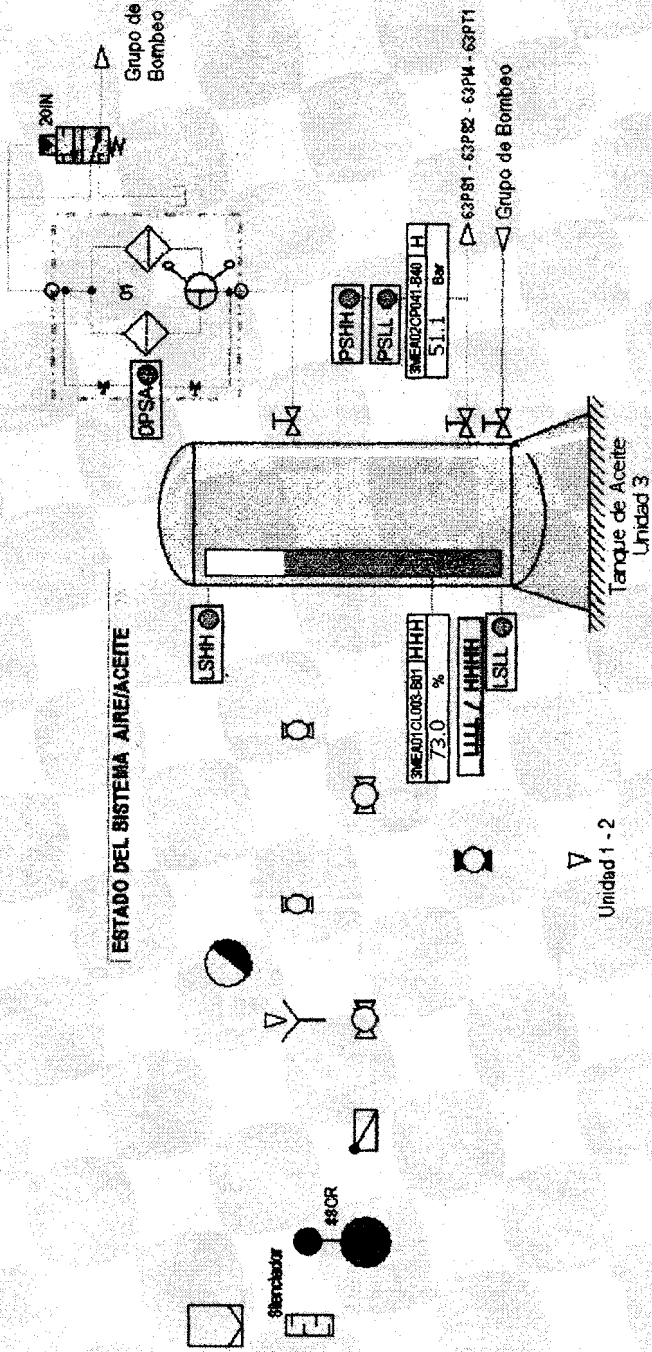


GRAFICO N° 1

Unidad 3 - Grupo de Bombeo

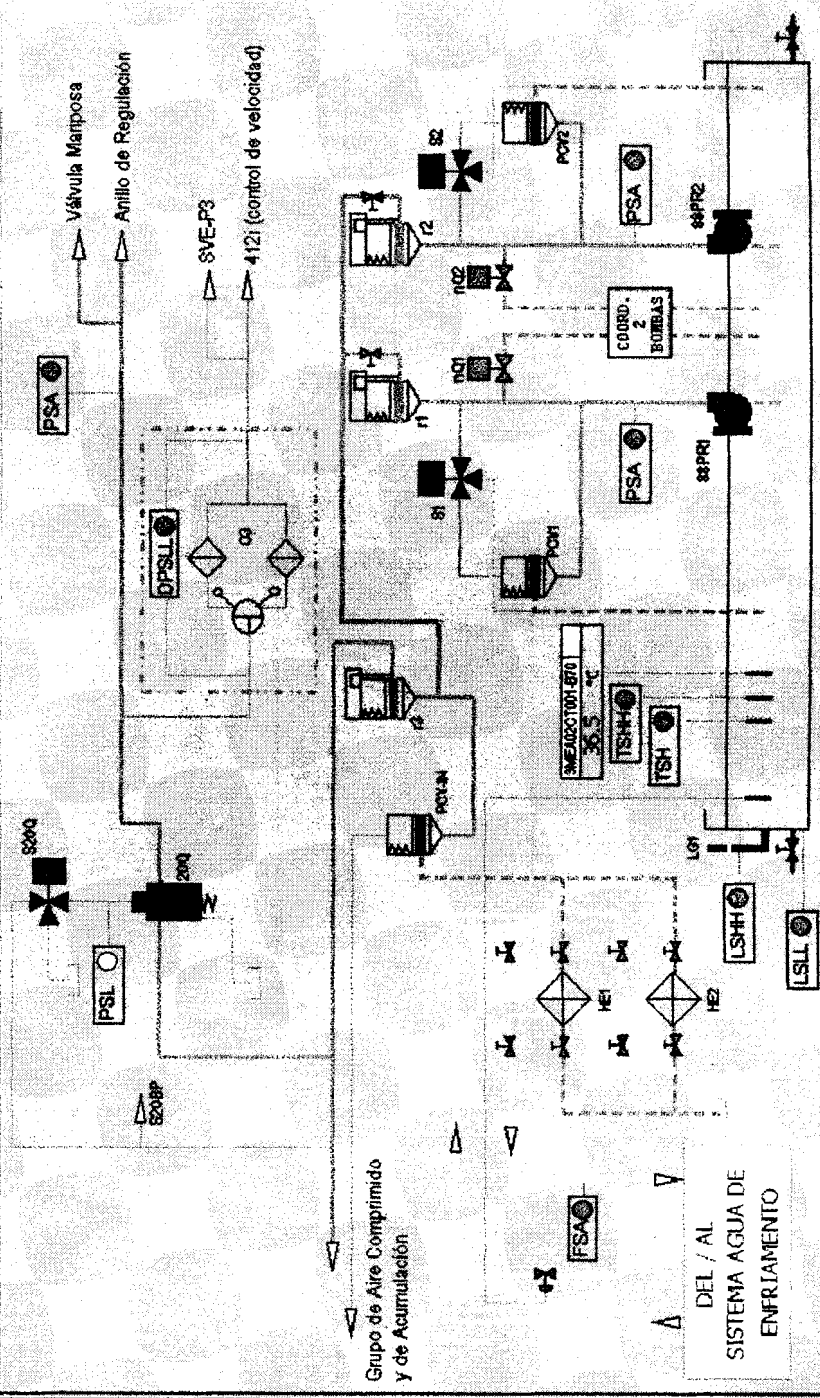


GRAFICO N° 2



REGULACION DEL DISTRIBUIDOR
SOLAR (COMPARACION)
2,1 %

● ALABE DIRECTRIZ DESCORREGIDO

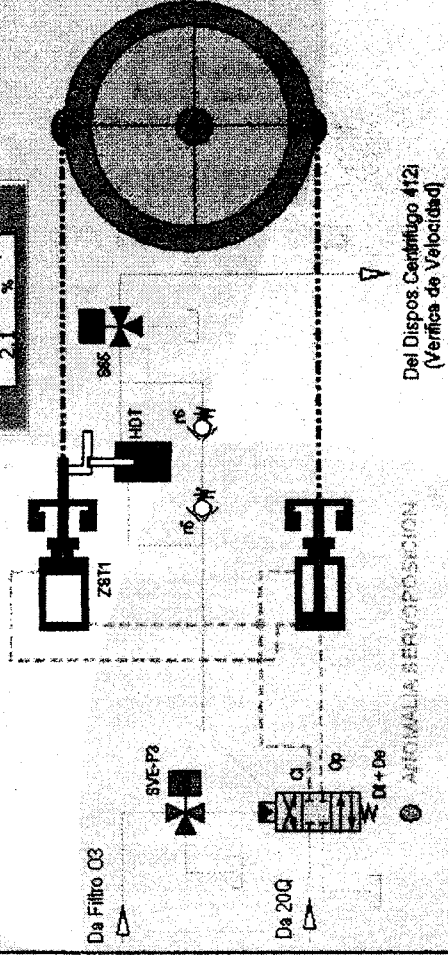
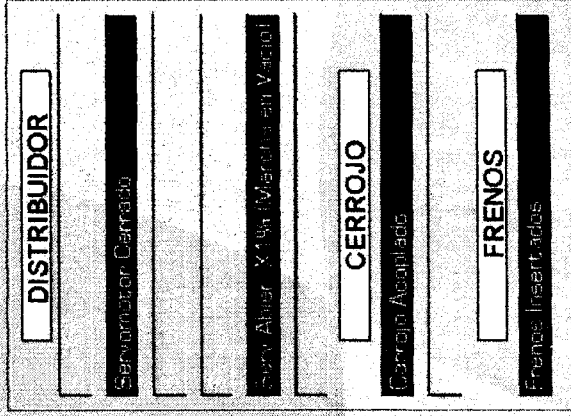
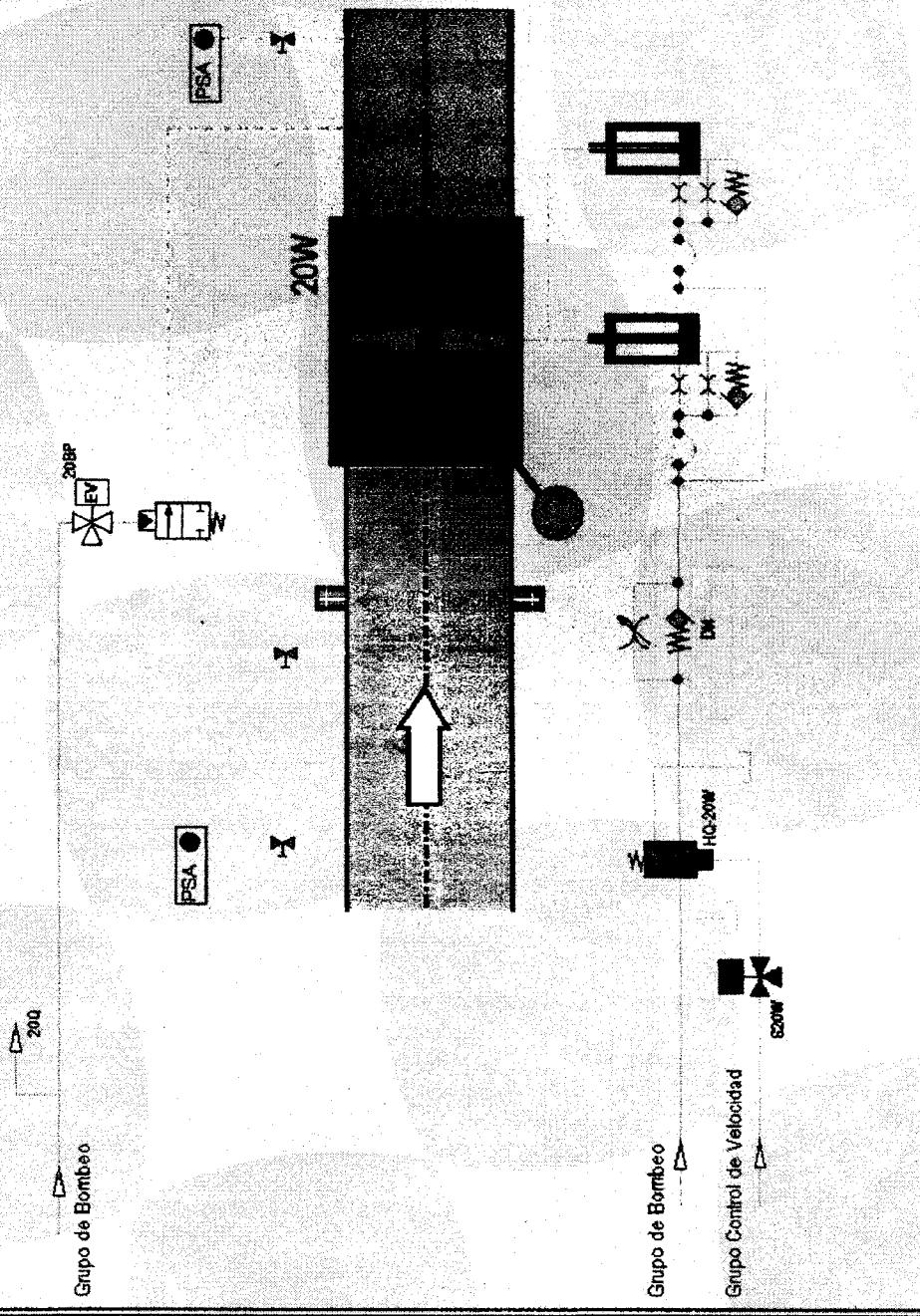


GRAFICO N° 3



Unidad 3 - Valvula Mariposa



200

Grupo de Bombeo

20W

PSA

208P

EV

Grupo de Bombeo

Grupo Control de Velocidad

110-20W

620W

GRAFICO N° 4

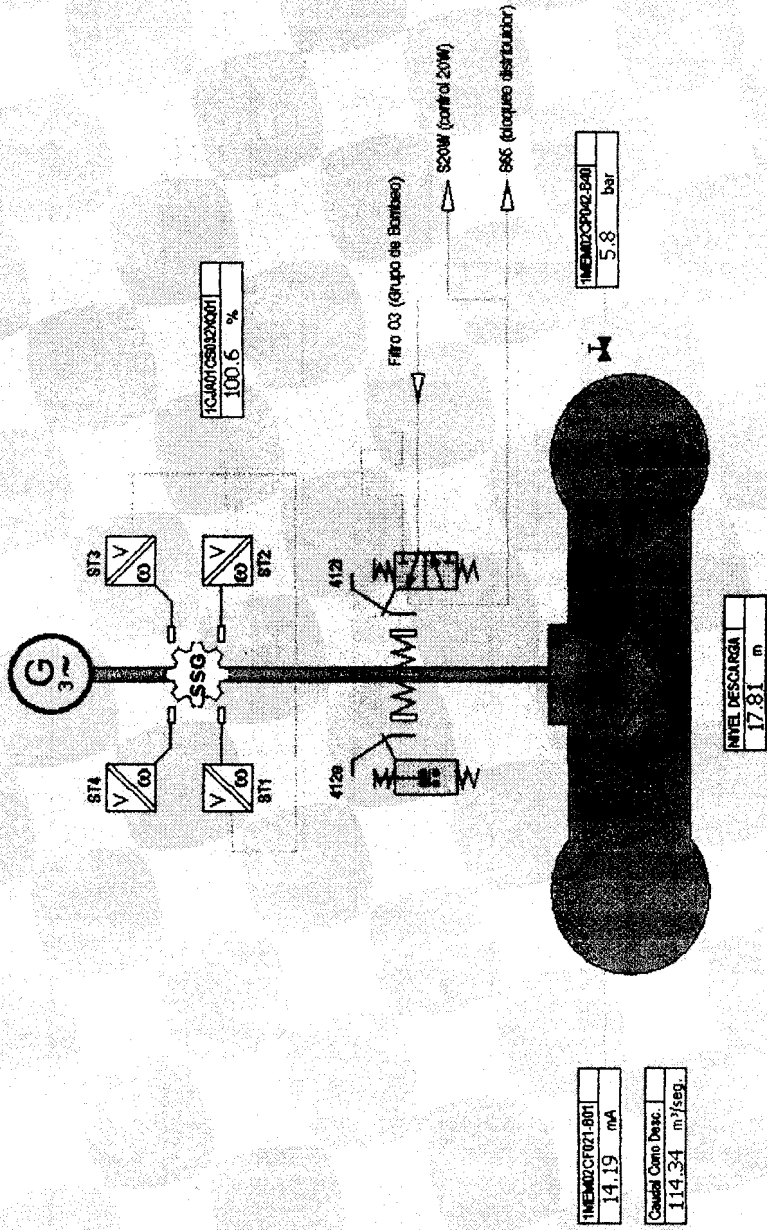
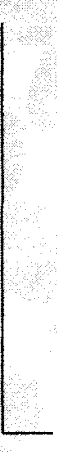


GRAFICO N° 5



Panel de Control - Regulador de Velocidad Unidad 1



TCMTC5081.X001
102.4 %

TCMTC5082.X001
100.5 %

TCMTC5075.X001
75.1 %

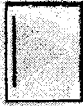
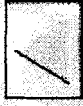
TCMTC5086.X001
75.8 %

TCMTC5077.X001
54.6 MW

TCMTC5088.X001
56.8 MW

TIMEACOP02.B01
5.8 BAR

TIMEACOP02.B01
13.5 m/s



Mensajes

Detector de resaca

GRAFICO N° 6



10:33:19

Panel Secuencia - Unidad 1



Sala de Control

URCA

COMBUSTION

Automatico

TELECOM

Automatica

Condiciones Iniciales No Satisfechas

0
1

Estado Inicial

Secuencia de Arranque

Secuencia de Parada

- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 8
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20

Secuencia de Intervención Creep Detector

21

Unidad en Generación

Bloqueos

40
50
51
52

NIVEL DESCARGA
17.80 m

MANUAL/INTERCCION ATRV SUBBINA

GRAFICO N° 7

Apéndice G

Descripción del Regulador Digital VGC 211 para Turbinas

Francis

G.1 Hardware.

El hardware del regulador digital de la turbina consiste en los módulos electrónicos programables, el panel de operador para el control local, los amplificadores de aislamiento así como los aparatos adicionales requeridos para la captación de valores medidos, el desacoplamiento y la conversión de señales. Los distintos grupos se describen a continuación.

G.1.1 Módulos electrónicos.

La unidad electrónica programable consiste en los siguientes módulos:

- Módulo de alimentación de corriente
- Módulo de memoria del usuario

- Módulo de procesador
- Módulos de entrada
- Módulos de salida

El programa del usuario está almacenado en una tarjeta EPROM para garantizar que un fallo de tensión no origine ninguna pérdida del programa. El módulo de memoria EPROM está insertado en el módulo de procesador. La totalidad de los módulos de memoria de la memoria principal cuentan con una batería de acumulador, a fin de poder continuar operando el regulador de forma segura contra fallos en caso de un fallo de tensión. Las tarjetas de entrada y salida requeridas están previstas de acuerdo a las funciones específicas de la central.

G.1.2 Panel de operador.

Está previsto un panel de operador para la operación del regulador de turbina. Este panel de operador permite realizar las siguientes maniobras y/o ajustes:

a) Interruptores accionados por llave

Los interruptores accionados por llave tienen las siguientes funciones:

Operación / entrada de parámetros

En la posición "entrada de parámetros" se produce el cambio de los despliegues de consignas de velocidad y apertura de las correspondientes teclas +/- a despliegue y entrada de parámetros respectivamente.

Manual / sistema automático

En función de la posición de este interruptor accionado por la llave, la turbina se arranca bien manualmente con la ayuda de la limitación de apertura o bien de forma completamente automática por medio de las aperturas de arranque dependientes de la velocidad. La posición "manual" es solo activa si el siguiente interruptor se halla en la posición "local".

Local / remoto

En la posición "local" del interruptor están activadas las teclas de maniobra en el panel local.

En la posición "remoto" están activadas las teclas de control remoto para el sistema automático o la sala de control.

El despliegue y/o la entrada de parámetros del panel de operador es solo posible en la posición "local".

b) Teclas para la variación de las consignas

Variación de la consigna de velocidad

En los siguientes casos es posible ajustar manualmente la consigna de velocidad por medio de las teclas +/- :

- Finalizado el proceso de aceleración para la sincronización,
- En régimen interconectado con la regulación de velocidad conectada,
- Interruptor accionado por llave "manual/sist. Autom." En posición "manual".

La zona de variación del valor de consigna de velocidad es de 90 a 110%. A requerimiento, el rango de variación puede ser ajustado a discreción. En el servicio manual el límite inferior se

fija en 0%. En el panel de operador se indican permanentemente la consigna de velocidad y el valor real de velocidad por medio de dos despliegues digitales.

Variación de la consigna de apertura / limitación de apertura

Estas teclas tienen una función dual: con las teclas +/- se varía la limitación de aperturas mientras está conectada la regulación de velocidad o de potencia. Si se aprietan las teclas más tiempo que 4 segundos, la variación de la limitación de apertura se produce a una velocidad tres veces mayor que la normal. Una vez esté conectada la regulación de apertura, estas teclas actúan sobre la consigna de apertura. La velocidad de variación de la consigna de apertura es constante. Activando la entrada "conectar consigna externa de apertura" (señal N° 23) la variación de la consigna de apertura la realiza la consigna analógica externa de apertura (señal N° 430). La limitación de apertura o la consigna de apertura pueden ser variadas dentro de un rango comprendido entre 0% y 100%.

El despliegue digital ubicado encima de estas teclas visualiza la limitación de apertura o la consigna de apertura como descrito arriba según sea el modo de regulación habilitado.

Variación de la consigna de potencia

La consigna de potencia puede variarse entre 0 y 100% mediante dos teclas +/- . La consigna de potencia ajustada y el valor real de potencia se indican mediante dos despliegues digitales. Activando la entrada "conectar consigna ext." (señal N° 11) la variación de la consigna de potencia la realiza la consigna analógica externa de potencia (señal N° 408).

c) Teclas para la selección de funciones

La función elegida queda señalada por diodos luminosos ubicados dentro de las teclas.

Arranque:

Al existir la autorización para el arranque (señal n° 57) y una vez activada esta tecla, se produce el arranque automático de la turbina. Esta misma tecla debe accionarse también en el servicio manual.

Parada:

Mediante esta tecla se provoca la parada automática de la turbina.

Sistema interconectado:

Con el interruptor del generador conectado y al hallarse la velocidad dentro de la banda de velocidad permitida, el regulador de velocidad cambia automáticamente a estabilización en régimen paralelo. En caso de que el regulador haya cambiado a servicio en régimen aislado con el interruptor conectado, por haber sobrepasado la banda de velocidad, es necesario cambiar el regulador de forma manual a servicio en régimen paralelo cuando la turbina se halla nuevamente dentro de la banda de velocidad. La conmutación a servicio en régimen paralelo se produce también al apretar la tecla "regulación de potencia" o "regulación de apertura".

Régimen aislado:

El regulador de velocidad cambia a estabilización en régimen aislado y la regulación de velocidad es activada, en caso de que el grupo haya funcionado anteriormente bajo la regulación de apertura o regulación de potencia.

Regulación de apertura:

Con el interruptor del generador conectado y al hallarse la velocidad dentro de la banda de velocidad permitida, esta tecla

permite activar la regulación de apertura. La apertura de turbina no varía porque la consigna de apertura es seguida previamente a la apertura de turbina momentánea (= posición del distribuidor). La apertura de la turbina puede ajustarse solo mediante comandos de variación a la consigna de apertura. De llegar a ser efectiva la limitación de apertura con la regulación de apertura conectada (lámpara indicadora o señal N° 249), existe la posibilidad de conmutar la indicación de consigna a indicación de la limitación de apertura presionando la tecla "regulación de apertura". En este caso la limitación de apertura puede ser variada por medio de las teclas +/-.

Regulación de velocidad:

Esta tecla provoca el cambio a regulación de velocidad. De desearlo, el cambio citado puede efectuarse sin variación alguna de la apertura de la turbina, recalculando previamente la consigna de velocidad a la apertura momentánea según el estatismo permanente ajustado. De esta forma se consigue un paso sin variaciones bruscas de carga.

Regulación de potencia

Con el interruptor del generador conectado y al hallarse la velocidad dentro de la banda de velocidad permitida, esta tecla origina la activación del bucle de regulación de potencia. Esta conmutación se produce también sin ninguna modificación de la potencia momentánea gracias al seguimiento de la consigna de potencia a la potencia real con anterioridad a la conmutación.

Si el regulador ha operado previamente en régimen aislado, el regulador es conmutado nuevamente a régimen interconectado.

Reconocimiento (sin diodo luminoso)

Con este interruptor se reconoce la totalidad de las señalizaciones de falla indicadas en el panel de operador por lámparas indicadoras siempre que estas señalizaciones sean almacenadas en el regulador. El reconocimiento es imposible al persistir la falla.

Si las señalizaciones de falla no se almacenan dentro del regulador no se requiere ningún reconocimiento.

Esta tecla sirve a la vez para almacenar el nuevo valor de un parámetro durante la entrada de parámetros y para borrar el mapa de memorias de fallas siempre que la dirección indicada se halle entre 1 y 55.

d) Lámparas indicadoras

Limitación efectiva

Esta lámpara está encendida cuando las aperturas de arranque o la limitación de apertura impiden abrir más la turbina, condición esta que se señala a través de una salida binaria (señal N° 209).

Regulación OK

Esta lámpara está encendida al estar cumplidas las siguientes condiciones:

- El amplificador de salida está en posición "Auto"
- El interruptor "prueba" está desconectado
- Los fusibles F02, F1, F3 hasta F5 están conectados
- El transmisor de posición funciona correctamente.

Paralelamente a esta lámpara existe un contacto de relé que puede ser evaluado por el sistema de control automático de jerarquía superior (señal N^o 210 regulador listo para el servicio).

Lámparas indicadores rojas señalan las fallas en el regulador o en los transmisores conectados. Adicionalmente están disponibles contactos para señalar fallas para uso externo.

Se señalan las siguientes fallas:

- Falla medición de velocidad: Esta señalización significa que bien está defectuoso cualquier de los sensores de velocidad o el módulo de conteo D105 o bien el relé de sobrevelocidad U403.
- Falla sensor de posición: Esta señalización indica un defecto en el transmisor de posición del distribuidor.
- Falla bucle de regulación de posición: Esta señalización indica un defecto en el bucle de regulación de posición del servomotor. Puede tratarse de una salida analógica del PLC que representa la consigna para la posición del servomotor, o del amplificador de salida VCA1, de la bobina móvil o la dureza al movimiento del servomotor. En este caso tiene

lugar el monitoreo de la desviación entre la posición teórica y la posición real del servomotor.

- Falla señal de potencia: esta señalización indica un fallo de la señal del valor real de potencia.
- Falla consigna externa: Esta señalización indica un fallo de la consigna analógica externa de potencia o apertura.
- Falla frecuencia sistema interconectado: Esta señalización indica un fallo del voltaje del convertidor, de los fusibles F020, F021, del módulo U4Q1 del convertidor o del módulo de conteo D105.
- Sobrevelocidad: Esta señalización significa que la velocidad ha sobrepasado el valor límite de sobrevelocidad ajustado.

Tratándose de indicaciones de fallas ambiguas es posible analizarlas con mayor precisión con la ayuda del mapa de memoria de fallas.

e) Indicadores digitales

Las consignas y los valores reales de los bucles de regulación instalados se indican por medio de instrumentos digitales que reciben sus datos por medio de interfase serie a través de las

salidas binarias del regulador. Así que los valores indicados representan exactamente los valores calculados por el regulador, evitándose las imprecisiones adicionales de salidas analógicas y voltímetros digitales.

La consigna y el valor real de velocidad se indican en r.p.m. mientras que la consigna de apertura y/o limitación de apertura y la posición del servomotor se indican en %. La indicación de la consigna y del valor real de potencia es en MW. Las indicaciones tienen cuatro dígitos, siendo tres delante y uno detrás de la coma. La posición de la coma varía durante la entrada de parámetros en función del valor indicado. Tratándose de valores negativos aparece un signo negativo.

G.1.3 Amplificador de salida para la activación de válvula de bobina móvil.

Esta previsto un amplificador de salida para la activación del servomotor. En aquel se compara la consigna de apertura con el valor real (4-20mA) y, en función de la diferencia, se activa la válvula de bobina móvil por medio de una ganancia ajustable

(bucle de regulación de posición). Además, a la señal queda superpuesta una corriente alterna, evitándose de esta forma un rozamiento de adherencia en la bobina móvil.

Control manual de emergencia

Está previsto de un control manual de emergencia por medio de un potenciómetro de ajuste sobre el amplificador de salida, a fin de permitir una maniobra completa del distribuidor durante y después de una revisión. En este caso, a la posición del potenciómetro de consigna del regulador. Para este modo de funcionamiento no hay ninguna regulación de velocidad.

Al conectar el control manual de emergencia queda deshabilitado automáticamente el comando de parada al amplificador de salida.

G.1.4 Aparatos adicionales.

G.1.4.1 Fuente de alimentación.

El regulador viene equipado con dos convertidores DC-DC idóneos para la línea de alimentación de 48V. El

aparato utilizado cuenta en su entrada con una protección contra sobrevoltajes así como una protección contra cortocircuito y sobrecargas. El voltaje de alimentación interna del regulador es de 24 VDC. El polo negativo de esta alimentación interna está conectado a tierra.

G.1.4.2 Medición de velocidad.

Sensores de proximidad inductivos en unión con un disco dentado situado en el eje de turbina / generador detectan la velocidad. Los sensores usados cuentan con una protección contra cortocircuito, son a prueba de sobrecargas y están protegidos contra polaridad invertida del voltaje de alimentación. El sensor de proximidad inductivo emite una onda cuadrada con una amplitud independiente de la velocidad de la turbina. La frecuencia es proporcional a la velocidad de la turbina.

La velocidad se mide por medio de un transmisor de velocidad con microcontrolador que calcula la frecuencia a partir del período de la señal de onda cuadrada.

A requerimiento, la velocidad de la turbina puede tomarse también sobre el remanente del generador. Entonces, esta medición se realiza de forma idéntica a la medición de la frecuencia del sistema interconectado.

G.1.4.3 Medición de la frecuencia del sistema interconectado.

Los 100VAC de un transformador de voltaje se utilizan para la medición de la frecuencia del sistema interconectado. Un aparato independiente con transformador y rectificador de onda completa sirve para el aislamiento galvánico y emite una señal de 100 Hz a la frecuencia nominal. Esta señal es conectada a un segundo canal de entrada del transmisor de velocidad usado para la medición de la frecuencia del sistema interconectado.

G.1.4.4 Transmisor de posición (transmisor de retroalimentación).

La posición del distribuidor se detecta por medio de un transmisor capacitivo con técnica a dos conductores. La vida de este transmisor es muy larga gracias a la construcción robusta y la técnica de medición sin contacto. En la posición cerrada del distribuidor, la señal de salida es de 4 mA, en la posición abierta la señal es de 20 mA.

G.1.4.5 Transductor de potencia.

El transductor de potencia se instala en la central en un lugar apropiado y suministra una señal de medida de 4 a 20 mA para el regulador.

G.1.4.6 Amplificadores de aislamiento.

Los amplificadores de aislamiento usados en este regulador cuentan con un aislamiento galvánico entre la entrada y la salida, así como entre los bornes terminales de alimentación de energía y la entrada o salida. La carga existente en la salida no tiene influencia alguna en la entrada.

G.1.4.7 Relés.

Con objeto de ahorrar espacio, la ejecución de los relés utilizados es tal que sirven a la vez de regleta de bornes terminales. Los contactos de los relés de transferencia están apropiados para interrumpir 125 VDC a una corriente de 0.5 A.

G.1.5 Intercambio de señales.

Para el intercambio de señales con aparatos ajenos se ponen a disposición contactos aislados. Por motivos de seguridad, es el cliente quien debe proveer el voltaje a estos contactos, especialmente a los contactos para "alarma centralizada cierre emergencia" y "sobrevelocidad sep.". Las señales de salida análogas se desacoplan a través de amplificadores de aislamiento. Las señales enviadas al regulador desde el sistema de control o sistema automático provisto por el cliente están aisladas también mediante relés. La tensión (125 V.c.c.) para la energización de los relés debe ser provista desde el exterior.

Los circuitos de corriente analógicos cuentan con bornes de medida con diodos en paralelo. A estos bornes terminales pueden conectarse amperímetros, registradores etc. con una carga menor de 7 ohmios sin que fuesen interrumpidos los circuitos de corriente. El aislamiento de las señales analógicas provenientes del control de la central se realiza mediante amplificadores de aislamiento.

G.2 Descripción de los bucles de regulación.

G.2.1 Regulación de velocidad.

El regulador de velocidad es un regulador de acción proporcional, integral, derivada, proporcional controlado por parámetros. Hay tres juegos de parámetros. 1 para la marcha en vacío, 1 para el servicio en régimen aislado y 1 para la operación de los grupos en paralelo a otros grupos del sistema interconectado. Cada juego de parámetros consiste en valores para:

- Estatismo permanente ($=b_p$)
- Estatismo temporal ($=b_t$)
- Tiempo de amortiguación ($=T_N$)
- Constante de tiempo de acción derivada ($=T_{v1}$)
- Ganancia de acción derivada ($=K_v$)

La conmutación de los parámetros entre servicio en régimen interconectado y régimen aislado puede realizarse manualmente apretando las teclas "sistema interconectado" y "régimen aislado" o bien automáticamente al abandonar una banda de velocidades

ajustable. Si el interruptor del generador está abierto, son efectivos los parámetros para la marcha en vacío.

El valor de salida del regulador de velocidad se compara mediante la selección de mínimo con la limitación de apertura y el menor de los dos es transmitido al mando del distribuidor.

Está disponible una banda muerta artificial ajustable en caso de ser necesaria.

Este bucle de regulación no es activo bajo el modo regulación de apertura y de potencia. Sin embargo, el seguimiento de la consigna de velocidad según el estatismo ajustado es tal que al conmutar a regulación de velocidad al principio se conserva la apertura de la turbina. Además, se efectúa adicionalmente el seguimiento de la salida del bucle de regulación de velocidad a la apertura de turbina de manera de lograr una conmutación suave.

G.2.2 Regulación de apertura.

La regulación de apertura corresponde a una entrada de consigna en el bucle de regulación de posición del distribuidor ubicado en el amplificador de salida. Bajo la regulación de apertura el grupo acoplado al sistema interconectado, el distribuidor sigue directamente a esta consigna. Bajo la regulación de velocidad o regulación de potencia, la consigna de apertura sigue a la apertura momentánea de la turbina de manera de conservar la apertura de la turbina que se tenía antes de la conmutación a regulación de apertura. Para la detención automática por medio de una rampa de parada se recurre también a la regulación de apertura.

G.2.3 Regulación de potencia.

Con el interruptor del generador conectado y cuando la velocidad se halla dentro de una banda permitida, la regulación de potencia se activa desde todos los otros modos de funcionamiento mediante la tecla "conectar regulador de potencia". Finalizado un proceso de arranque se produce automáticamente la conmutación a regulación de potencia. Si en el arranque falla la frecuencia del

sistema interconectado (arranque sin tensión del sistema interconectado), el regulador permanece en regulación de velocidad. La consigna de potencia puede variarse bien mediante comandos incrementar / disminuir o bien elegirse mediante una señal de referencia analógica (señal N° 408).

El valor de calculo del regulador de potencia se determina comparando la consigna de potencia con el valor real de potencia con ayuda de una función de regulación PI. Por medio de un estatismo ajustable frecuencia-potencia, el grupo puede cooperar en la estabilización de una frecuencia del sistema interconectado.

Si un bucle de regulación diferente a la regulación de potencias es activo, la consigna de potencia sigue a la potencia real. Por este seguimiento, una conmutación a regulación de potencia mantiene la anterior apertura de la turbina. Adicionalmente, la salida del bucle de regulación de potencia sigue el valor real de apertura de la turbina a fin de lograr una conmutación suave.

G.2.4 Limitaciones.

G.2.4.1 Limitación de apertura.

La limitación de apertura es efectiva bajo todos los modos de regulación así como durante el proceso de arranque. Existe la posibilidad de ajustarla en un rango comprendido entre 0 y 10%, pero, normalmente, está ajustada a 1005. Para el arranque automático la limitación de apertura debe estar ajustada a un valor al menos mayor que las aperturas de arranque.

El valor de la limitación de apertura es comparado con la señal de salida del modo de regulación activado y el menor de los dos valores es transmitido al mando del distribuidor.

Un indicador luminoso señala el momento a partir del cual es efectiva la limitación de apertura.

Adicionalmente existe para ello una salida binaria (señal N° 209).

G.2.4.2 Aperturas de arranque.

Las aperturas de arranque delimitan la elevada señal de salida del regulador de velocidad durante el proceso de arranque. Una vez el regulador de velocidad se haya hecho cargo de la regulación, se produce la conmutación a una tercera apertura de arranque a fin de permitir a este un mayor rango de variación de la apertura de la turbina. La deshabilitación de las aperturas de arranque se produce una vez esté cerrado el interruptor, pero no se produce antes de que la velocidad haya sobrepasado el punto de conexión para "conectar excitación".

En el servicio manual las aperturas de arranque no son efectivas.

La intervención de las aperturas de arranque queda señalada también por la lámpara "limitación de apertura efectiva" y por la salida binaria.

G.2.4.3 Limitación de cierre.

Bajo la regulación de potencia es efectiva una limitación de cierre para que la turbina genere una potencia mínima correspondiente a dicha apertura mínima. El valor de la limitación de cierre puede ser ajustado a discreción por medio de la entrada de parámetros.

G.2.4.4 Otras limitaciones.

La activación del distribuidor queda delimitada hacia arriba y hacia abajo por valores límites fijos. La variación de todos los valores límites es posible a través de la entrada de parámetros.

G.3 Descripciones de funciones estándar adicionales.

G.3.1 Secuencias automáticas de arranque y parada.

G.3.1.1 Proceso de arranque.

Al existir la autorización para el arranque (señal N° 57), el proceso el proceso de arranque automático se inicia mediante un comando de arranque (tecla "arranque" o señal N° 2). El distribuidor abre hasta la apertura de arranque 1. Alcanzada la velocidad ajustada, por ejemplo el 80%, el distribuidor es cerrado a la apertura de arranque 2.

Mediante un punto de conexión de velocidad ajustable se emite la señalización para la conexión de la excitación y del sincronizador (señal N° 254).

Gracias al ajuste previo de frecuencia, la consigna de la velocidad síncrona es ajustada a la frecuencia momentánea del sistema interconectado una vez alcanzado el punto de conexión "conectar excitación". Si

en este momento la frecuencia citada desvía la frecuencia nominal por más que un cierto valor y por lo tanto, puede suponerse la existencia de una falla, la consigna de velocidad queda ajustada a la frecuencia nominal (=100Hz).

En caso de necesidad puede activarse una rampa de consigna de velocidad como sigue:

Al principio, la consigna de velocidad es menor que la consigna de sincronización por un cierto valor. Una vez la velocidad de la turbina alcance el valor de consigna, la regulación de velocidad se hace cargo de la anterior activación del distribuidor y acelera la turbina a la velocidad de sincronización siguiendo una función de rampa.

Los impulsos del sincronizador a las correspondientes entradas (señales N° 54 y 55) varían la consigna de velocidad hasta que el generador pueda ser acoplado al sistema interconectado. Por la señalización "interruptor conectado", se produce el cambio del regulador a servicio

en régimen interconectado y a regulación de potencia y el proceso de arranque está terminado.

En caso de un fallo de la medición de frecuencia del sistema interconectado no se produce ninguna conmutación automática a regulación de potencia.

G.3.1.2 Proceso de parada.

- La parada automática de la turbina se inicia activando la tecla "parar" o mediante la correspondiente entrada de control remoto (señal N°1):

El distribuidor cierra a una velocidad ajustable hasta la posición cerrad. Por una activación ajustable de la servoválvula o válvula de regulación en la dirección de cierre, el distribuidor permanece cerrado incluso contra la presión de agua, activación ésta que se realiza por medio de un comando "parar" del regulador al amplificador de salida tan pronto como el distribuidor esté cerrado o la turbina esté detenida.

Al activar la entrada "cierre rápido" (señal N° 53) se produce el cierre del distribuidor a la velocidad máxima.

G.3.2 Entrada / despliegue de parámetros.

Este equipo permite, sin unidad de programación algún:

- El despliegue y la variación de valores límites o parámetros
- La indicación de mapas de memoria de fallas para la discriminación de las señales de fallas
- La indicación de puntos de medición en el regulador mismo.

Para ello es necesario llevar el correspondiente interruptor accionado por llave a la posición "parámetros. Para el despliegue de cualquier parámetro debe ajustarse la dirección del mismo en el indicador de la consigna de velocidad con las teclas +/- . De esta forma aparece el valor de este parámetro en el despliegue para la consigna de apertura. De deseárselo, puede ajustarse ahora con las teclas +/- para la consigna de apertura un nuevo valor de parámetro. Este nuevo valor es almacenado y, con ello, efectivo recién después de que se haya apretado la tecla reconocimiento.

Los parámetros así ajustados se conservan incluso en caso de un fallo de voltaje. De durar éste algún tiempo (aprox. 2 meses con la batería en el módulo de memoria intacta), los valores fijados en la EPROM son cargados nuevamente al conectar el PLC. De desearse incorporar los valores modificados en la EPROM, es necesario programar ésta nuevamente.

Resumen		
Dirección	Significado	Observación
1-10	fallas externas (sensores, módulos)	sin posibilidad de variar
20-47	fallos internos (bus del PLC, software)	sin posibilidad de variar
56-85	puntos de medición	sin posibilidad de variar
88-90	no se utilizan	
100-449	parámetros, valores límites, valores básicos	puede ser variada
450-1149	Curvas (parámetros adapt., curva característica de pilotaje)	puede ser variada

Resumen		
Dirección	Significado	Observación
1150-4095	mapas internas	sin posibilidad de variar

Mientras la dirección indicada se halla entre 1 y 55, es la tecla de reconocimiento que sirve para borrar los mapas de memoria de fallas siendo borrados siempre todos los mapas. Con respecto a direcciones detalladas, significados y valores ajustados ver la lista de parámetros separada.

G.3.3 Formación de valores límites.

El regulador de turbina forma los valores límites de velocidad y posición del distribuidor, requeridos por el sistema de control de la central, y los emite a través de salidas binarias. Todos los valores límites pueden ser alterados por la entrada de parámetros. De deseárselo pueden formarse y emitirse valores límites también de otros parámetros existentes en el regulador.

G.3.4 Monitoreo.

Todas las señales analógicas introducidas en el regulador son de 4-20 mA con monitoreo contra fallo. La señal de velocidad se verifica en función de la posición del distribuidor, es decir tiene que existir una señal de velocidad cuando éste esté abierto por un tiempo determinado. De esta forma se efectúa también el monitoreo de fallo del sistema de detección de velocidad. Caso de fallar la medición digital de la velocidad se produce la conmutación a la medición analógica de la velocidad del relé de sobrevelocidad de manera de poder seguir operando la turbina. La desconexión se produce recién al fallar las dos mediciones.

Además, con respecto a la posición del distribuidor se controla la desviación de la consigna / valor real, es decir se detecta una falla en el bucle analógico de regulación de apertura, así como en el mando hidráulico del distribuidor y se produce una señalización de falla. Al fallar el valor real de potencia la conmutación a regulación de velocidad.

Detección de sobrevelocidad independiente del regulador.

Con un segundo sistema de detección de velocidad y un relé de velocidad separado se efectúa una detección y señalización de sobrevelocidad, adicional a la vigilancia interna del regulador.

El relé de sobrevelocidad cuenta con una salida analógica utilizada para el monitoreo de este relé o al fallar la medición digital de velocidad.

Salidas de señalización de falla.

El regulador de turbina emite en las salidas binarias las siguientes señalizaciones de falla para ser procesadas en un sistema anunciador:

- Fallo fusibles (disparo alimentación)
- Fallo en PLC
- Fallo de señal de posición
- Fallo en el bucle de regulación de posición
- Fallo de señal de velocidad
- Fallo en el transductor de potencia
- Fallo frecuencia sistema interconectado

- Falla consigna externa de potencia
- Falla consigna externa de apertura
- Sobrevelocidad

Las salidas

- Sobrevelocidad
- Sobrevelocidad sep. (señal N° 290)

deben ser utilizadas para provocar un cierre de emergencia por fallo eléctrico.

La salida

- Alarma centralizada cierre emergencia (señal N° 285)

Tiene que provocar la parada del grupo por fallo mecánico a través del sistema de protección.

En la "falla centralizada cierre de emergencia" están incluidas las siguientes fallas:

- Falla de ambas mediciones de velocidad
- Falla transmisor de posición
- Falla bucles de regulación de posición
- Falla fusible F4

Estas fallas así la sobrevelocidad provocan también la parada rápida dentro del regulador.

Por la técnica de conexión realizada,

- Una falla en el PLC
- Un fallo del voltaje de alimentación

provocan adicionalmente una desenergización del relé de falla centralizada K47.

G.3.5 Servicio manual.

El arranque de la turbina con la ayuda de la limitación de apertura se realiza con el interruptor accionado por la llave "manual/sist. Autom." En la posición "manual". Normalmente, esta modalidad de

funcionamiento se utiliza solo para fines de prueba por lo cual esta modalidad es solo posible con el interruptor accionado por la llave "local/remoto" en la posición local. Las aperturas de arranque y el ajuste previo de frecuencia son inactivas. Al conmutar a "manual", la limitación de apertura se ajusta al valor de la apertura de turbina momentánea. La consigna de velocidad puede ser ajustada entre 0 y 100 %. Para el arranque deben estar cumplidas las condiciones: señal "autorización de arranque" existente, cierre de emergencia repuesto y tecla "arranque" accionada. El regulador de velocidad se hace cargo de la regulación de velocidad tan pronto como la velocidad haya alcanzado la consigna de velocidad ajustada: A requerimiento puede conmutarse a "sist. Autom." En cualquier momento. Después de una operación manual es imprescindible que la limitación de apertura se ajuste nuevamente a su valor original. La parada de la turbina en "manual" se efectúa simplemente con la tecla "parar".

Apéndice H

LEYENDA

Las siglas que aparecen en el esquema tienen el significado que se indica a continuación. Las siglas normales significan que la condición indicada debe ser satisfecha, mientras que las siglas atravesadas por una raya (o con una raya sobrepuesta) significan lo contrario. Por ejemplo:

96FS3-L = Circulación agua enfriamiento aceite en cojinete combinado, baja

96FS3-L = Circulación agua enfriamiento aceite en cojinete combinado, normal

<i>Sigla</i>	<i>Descripción</i>
BEA1	Bloqueo eléctrico desde automatismo Paso 1
CIS	Condiciones iniciales satisfechas
CRI-ON	DCS encendido
DESC	Circulación agua enfriamiento aceite guía superior: baja
ENF	Circulación agua enfriamiento aire alternador: baja
ES-AZZQ-UAT	Potencia reactiva a cero
ES-UCH	Excitación desinsertada
ISG	Intervención bloqueo para fallas externa (86PP)
N>0,5%	Velocidad mayor del 0,5% de la nominal (creep detector)
PC1/2-UCH	Bomba circulación aceite cojinete combinado: parada
PI1/2-UCH	Bomba inyección: parada
POT-LIM-TEC	Potencia limite técnico

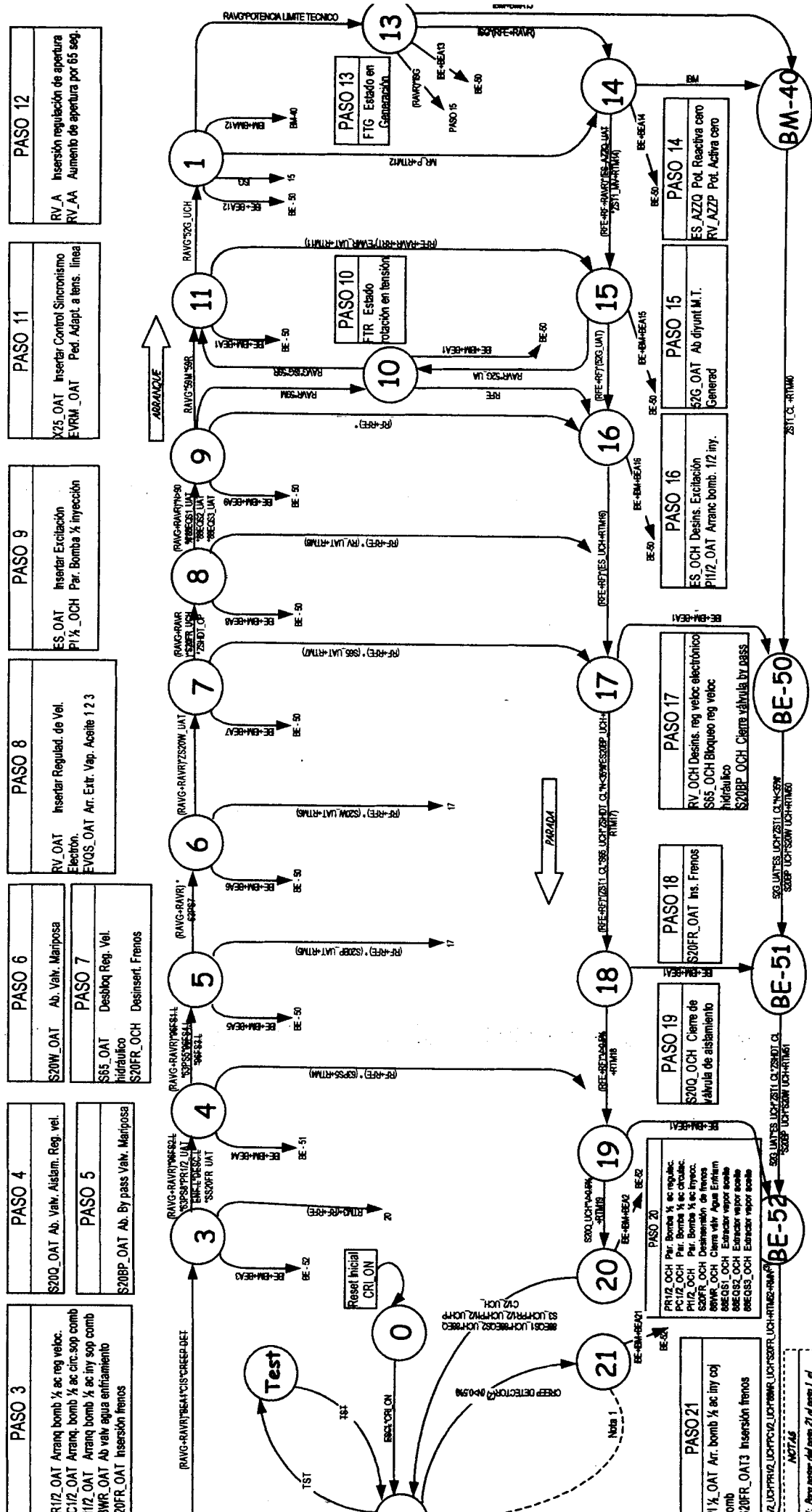
PR1/2-UAT	Bomba regulador velocidad: arrancada
PR1/2-UCH	Bomba regulador de velocidad: parada
RAVG	Pedido Operador arranque en Generación
RAVR	Pedido Operador arranque en Rotación en Tensión

Sigla	Descripción
RF	Pedido autónomo de parada desde automatismo
RFE	Pedido de parada operador
RTM14	Máximo tiempo paso 14
RTM16	Máximo tiempo paso 16
RTM17	Máximo tiempo paso 17
RTM18	Máximo tiempo paso 18
RTM19	Máximo tiempo paso 19
S20FR-UAT	Frenos insertados
S20FR-UCH	Frenos desinsertados
S20Q-UCH	Válvula de aislamiento: cerrada
S65-UCH	Regulador de velocidad hidráulico: bloqueado
ZSHDT-OP	Cerrojo servomotor regulador: abierto
ZSHDT-CL	Cerrojo servomotor regulador: cerrado
ZST1-CL	Servomotor distribuidor: cerrado
ZST1-MV	Servomotor distribuidor: abierto en vacío
ZS20W-UAT	Válvula Mariposa: abierta
52G-UAT	Interruptor unidad: cerrado
59M	Presencia tensión unidad

59R	Presencia tensión red
63PS5	Presencia presión sistema hidráulico de regulación turbina
63PS7	Presencia presión caracol turbina
63PS8	Presencia presión sistema inyección

<i>Síglia</i>	<i>Descripción</i>
88EQS1-UAT	Extractor vapor aceite cojinete combinado: arrancado
88EQS2-UAT	Extractor vapor aceite cojinete turbina: arrancado
88EQS3-UAT	Extractor vapor aceite cojinete guía superior: arrancado
88QS1-UCH	Extractor vapor de aceite cojinete combinado: parado
88QS2-UCH	Extractor vapor de aceite cojinete turbina: parado
88QS3-UCH	Extractor vapor de aceite cojinete guía superior: parado
96FS1-L	Circulación agua enfriamiento aceite grupo acumulador bombeo: baja
96FS2-L	Circulación aceite cojinete combinado: baja
96FS3-L	Circulación agua enfriamiento aceite combinado: baja
96FS4-L	Circulación agua enfriamiento aceite guía turbina: baja

Secuencia de arranque, parada y bloqueo de la unidad



PASO 21
I 1/2_OAT Arr. bomb 1/2 ac iny coj bomb
S20FR_OAT3 Inserción frenos

NOTAS

1. Para pasar del paso 21 al paso 1, el operador presiona el botón **Test** y para la de inyección y desinsertar los frenos y cambio al arranq detector de velocidad.

2. El arranq detector se activa cuando la velocidad de unidad menor a 0,2% de la velocidad nominal, con unidad parada.

3. El reset de las alarmas y/o la reactivación del operador desde el estado de protección.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 CARNICER ROYO E. – MAINAS HASTA C., Oleohidráulica Conceptos Básicos, Paraninfo Thomson Learning
- 2 CONSORCIO CHDP (Central Hidroeléctrica Daule – Peripa) – División Obras Electromecánicas, Manual de Operación y Mantenimiento M.01 / M.02 – Turbinas hidráulicas, Sistemas de regulación y Válvulas Mariposa, Volúmenes 1A, 1B, 1C
- 3 LEWIS E. ERNEST – STERN HANSJOERG, Design of hydraulic control systems, McGraw – Hill Book Company
- 4 MATAIX CLAUDIO, Turbomáquinas Hidráulicas, Editorial ICAI, Madrid – España, 1975
- 5 SANTO POTESSE E., Centrales Eléctricas, Editorial Gustavo Gili
- 6 VICKERS, Manual de Oleohidráulica Industrial, 1993
- 7 ZOPPETTI GAUDENCIO, Centrales Hidroeléctricas, Editorial Gustavo Gili