

LA CENTRAL HIDROELECTRICA JUAN CAROSIO-MOYOPAMPA, EN LIMA (PERU)

Por W. WACHTER, Ingeniero.

Concluye en el presente artículo la descripción del importante aprovechamiento reseñado en el epígrafe, que iniciamos en nuestro número de julio.

(Conclusión.)

Instalación hidráulica.

Toda ella fué proyectada y construída por la renombrada casa Bell, de Lucerna, y consistió en lo siguiente:

1. *Válvulas esféricas de cierre por deflexión.* — Cada tubo de entrada de agua a la turbina lleva una válvula esférica de 650 mm. de diámetro, según patente Bell.

Las válvulas constan de una caja esférica dividida en dos mitades, con asiento de bronce especial que puede desmontarse fácilmente; llevan un cuerpo

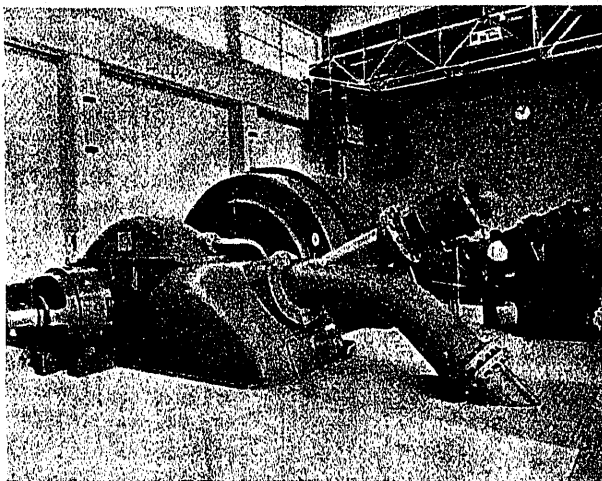


Fig. 14. — Vista de un grupo de máquinas.

interior rotativo de forma tubular con asiento sujeto también mediante tornillos. El sermotor sirve para levantar el cuerpo del asiento y para hacerlo girar.

En la parte inferior del cuerpo principal que constituye la válvula, se encuentran tuberías de limpieza y vaciado. El control se efectúa manualmente por medio de una válvula sencilla, pero de acción segura. El esquema de funcionamiento se puede apreciar en la figura 20. Las válvulas principalmente se distinguen por no contener partes móviles ni empaquetaduras interiores, aparte de los asientos robustos, los cuales se aprietan por la presión íntegra del agua en toda la gran superficie de empuje, uno contra otro, garantizando un cierre estanco. La manobra resulta muy sencilla y muy segura.

2. *Turbinas.* — También suministradas por Bell, con ruedas de doble chorro, construcción moderna y económica.

Las ruedas motrices están atornilladas mediante bridas en ambas caras a los extremos volados del eje del alternador.

Cada grupo tiene así solamente dos cojinetes principales. La excitatriz se encuentra a un lado acoplada a la rueda motriz por un sistema elástico. Las turbinas se han construído para una caída neta de 456 m. y un caudal de $2 \times 2,66 \text{ m}^3/\text{seg.}$ Cada



← Fig. 13. — Central, tubería forzada y canal de desagüe.

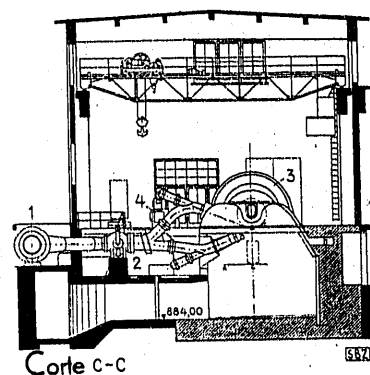
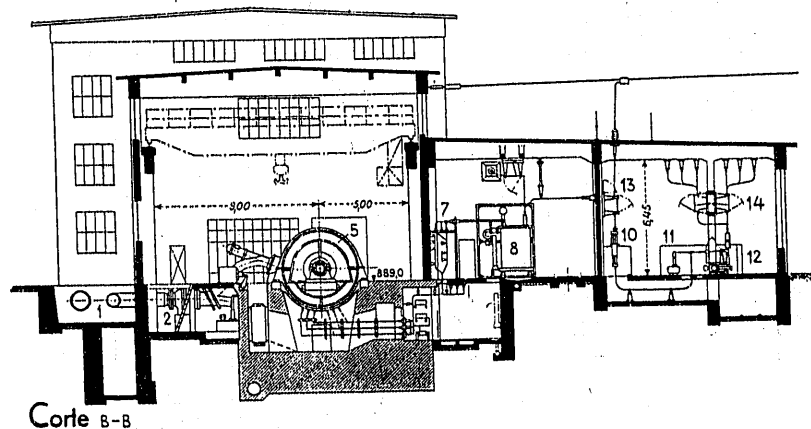


Fig. 17.— Cortes de la sala de máquinas. Escala: 1:400.

grupo desarrolla un máximo de 31,300 HP. a 514 r. p. m.

Según se aprecia en la figura 21, *a*, la válvula esférica se ha unido por medio de bridas a un tubo de bifurcación desmontable, y a continuación siguen los tubos que conducen hasta las toberas.

Tal disposición procura una forma hidráulicamente favorable de la entrada del agua hasta la carcasa de la turbina, así como una buena accesibilidad y desmontaje de la rueda motriz. Esta última consiste en una sola pieza de acero fundido con resistencia de 45 Kg./mm.².

Las partes expuestas a la corrosión se han reforzado aplicándoles una capa por soldadura. En su parte inferior la caja es de doble pared, disponiendo en el espacio intermedio los canales para la ventilación de toda la caja y para derivar el agua de goteo. Con el objeto de protegerla, al desviar los dos chorros se ha colocado en la parte posterior un blindaje de acero fundido. En la parte inferior de la caja se ha previsto un paso accesible por una puerta en el sótano de la sala de máquinas para las revisiones de las toberas, deflector y rueda motriz.

3. *La regulación.*— Tanto el deflector como las agujas de regulación de cada turbina son accionadas separadamente por un regulador de velocidad. Su funcionamiento se desprende de la figura 19.

Merece mención especial en este aparato la separación constructiva de los órganos esenciales, o sea del receptor (33) sensible a la velocidad, de la válvula de mando (27), y del cilindro de retroceso de acción fija y elástica (34 y 35). Esta separación ofrece ventajas esenciales, pues así es posible colocar un órgano de regulación eléctrica en lugar de un péndulo centrífugo.

Gracias a la muy reducida fuerza que requieren los demás órganos se puede emplear esta disposición sin otro medio intermedio. Todas estas partes se hallan dentro de una caja, cuya cara anterior delantera

lleva un pequeño tablero con todos los órganos para las maniobras del mando.

Esta caja se encuentra encima del servomotor principal, formando un conjunto con la cámara de aceite superior (23), la inferior (51) y el refrigerador de aceite (62). En el interior van colocadas las bombas de aceite *IM* (52 y 53): la primera, accionada por electromotor; la segunda, por una pequeña turbina Delton de chorro libre. El órgano, de regulación eléctrica de velocidad (33), de la Casa Brown Boveri, de Baden, es esencialmente un dispositivo de medición de frecuencia o velocidad, consistiendo en

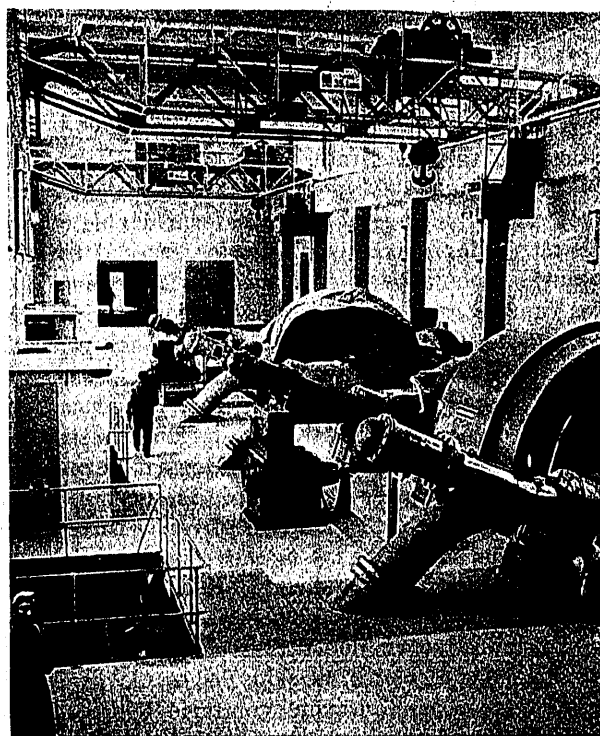


Fig. 18.— Sala de máquinas con los grupos I y II y la grúa.

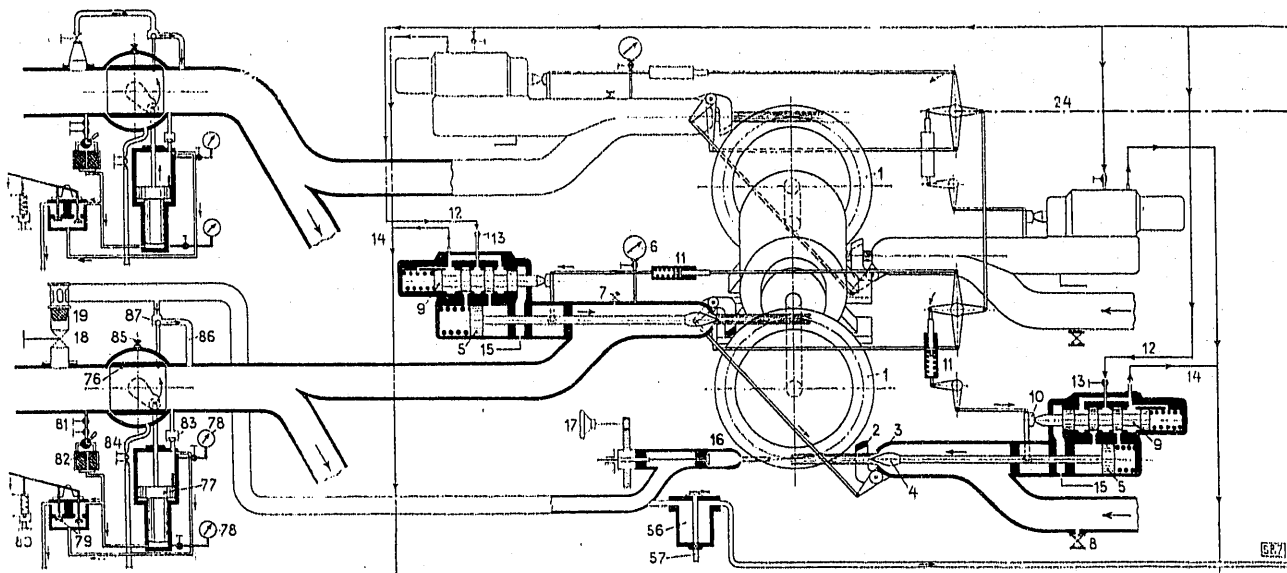


Fig. 19. — Esquema de regulación de la turbina.

TURBINA:

1. Rueda motriz.
2. Deflector de chorro.
3. Tobera de aguja.
4. Aguja.
5. Pistón del servomotor.
6. Manómetro para el agua.
7. Llave de escape de aire.
8. Llave para vaciar.
9. Válvula principal de corredera para 5.
10. Disco de contacto.
11. Juego de palancas elástico para 9.
12. Conducto de aceite comprimido a 5.
13. Llave de cierre para 12.
14. Conducto de aceite de retorno.
15. Conducto de aceite de goteo.
16. Tobera de freno.
17. Accionamiento a mano para 16.

18. Corredera para 16; a la vez, válvula de *bypass* de alivio para 76.
19. Filtro.

REGULADOR:

21. Pistón del servomotor principal.
22. Resorte de cierre.
23. Depósito de aceite superior.
24. Eje de regulación.
25. Válvula de seguridad para el aceite comprimido.
26. Indicador del nivel de aceite.
27. Caja de la válvula de mando.
28. Pistón de mando.
29. Aguja de premando.
30. Manómetro de aceite comprimido.
31. Arrancador.
32. Botón de presión para 31.

33. Aparato de regulación (Brown Boveri & Cie.).
- 33, a, 33, b. Tambores de medida.
- 33, c. Reactancia rotativa.
- 33, d. Condensador.
- 33, e. Eje de regulación.
34. Catarata.
35. Pistón de catarata.
36. Palanca de regulación.
- 36, a. Palanca intermedia.
37. Dispositivo para fijar el grado de desigualdad.
38. Indicador de desigualdad.
39. Juego para limitar la apertura.
40. Indicador de la carga de límite fijada.
41. Volante para 39.
42. Volante para variar las revoluciones.
43. Accionamiento a distancia por motor para variar las revoluciones.
44. Juego para el retroceso rígido.

dos cilindros (tambores) (33, a, y 33, b) y de una reactancia variable giratoria (33, c).

El bobinado de los estatores para los dos cilindros está alimentado por el transformador de tensión del alternador o por un alternador especial trifásico pequeño, montado sobre el eje de la turbina. Los dos campos rotativos actúan en sentido contrario. El circuito de uno de ellos tiene efecto capacitivo, debido a la conexión de un condensador trifásico (33, d), mientras que el otro es inductivo. A frecuencia normal los dos campos rotativos se hallan en estado de equilibrio y el eje de regulación permanece inmóvil.

A la más pequeña variación de frecuencia en uno u otro sentido prevalece uno u otro par rotativo, de manera que el eje de los tambires inicia su marcha en el sentido correspondiente.

La reactancia arriba mencionada (33, c) provee al par inductivo en uno de los circuitos y su rotor correspondiente ejerce, al salir del estado de equilibrio (o), un par creciente contrario sobre su eje (33, e). Al alcanzar este par el mismo valor que el resultante de los dos cilindros, el eje se detiene. Con-

secuentemente ocupa cierta posición fija para cada frecuencia, lo que da al aparato una característica estática.

El funcionamiento del aparato es prácticamente independiente de la tensión. Únicamente cuando la tensión desaparece por completo, el eje se quedaría parado en una posición de equilibrio indiferente. Pero esto lo evita el peso propio de los juegos de palancas interiores, que es suficiente para ejercer un par en el sentido de cierre.

Al producirse un cambio de carga, por ejemplo, creciente, el eje (33, e) de la cabeza se mueve en el sentido de la flecha, indicada en la figura 19, desviado por intermedio de la aguja de premando (29), la corredera (28), hacia abajo.

El espacio circular a la derecha del pistón (21) se comunica por consiguiente con el escape del aceite, y el resorte (22) actúa sobre el eje (24) que desvía los chorros de agua (deflector 2).

A la vez, un juego de palancas acoplado al eje de regulación desplaza, por intermedio de los empujes elásticos (11) y pasando por los discos curvos (10),

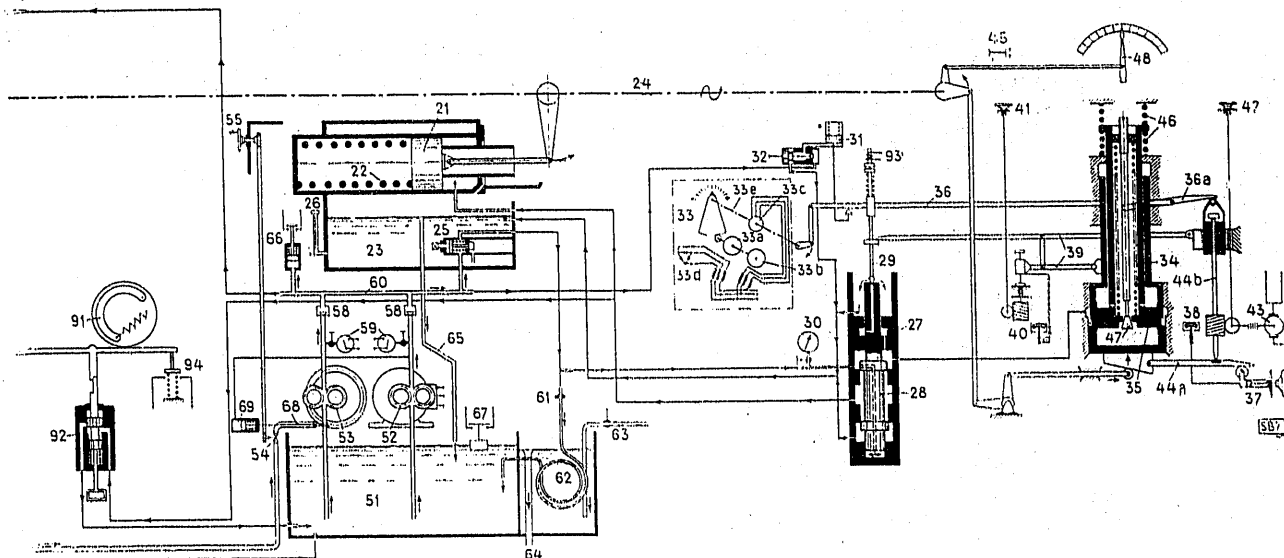


Fig. 19. — Esquema de regulación de la turbina.

- 45. Bujón de presión para parar el grupo en casos de emergencia.
- 46. Resortes para el retroceso elástico.
- 47. Válvula para limitar la presión del cojín de aceite.
- 48. Indicador de apertura.

BOMBA DE ACEITE

- 51. Depósito inferior de aceite.
- 52. Bomba de aceite accionada por motor.
- 53. Bomba de aceite de emergencia, accionada por turbina auxiliar.
- 54. Llave de mando para la turbina auxiliar.
- 55. Volante para 54.
- 56. Filtro tipo revólver.

- 57. Salida del agua de limpieza.
- 58. Válvula de retención.
- 59. Manómetro con contacto de máxima.
- 60. Conducción de aceite comprimido.
- 61. Diafragma.
- 62. Refrigerador de aceite.
- 63. Entrada del agua de refrigeración.
- 64. Salida del agua de refrigeración.
- 65. Tubo de reboso para el aceite.
- 66. Manostato.
- 67. Contacto eléctrico del flotador.
- 68. Aguja de regulación para 53.
- 69. Servomotor para 68.

VALVULA ESFERICA

- 76. Pieza de cierre.
- 77. Pistón diferencial del servomotor.

- 78. Manómetro de presión de agua.
- 79. Válvulas de mando.
- 80. Bobina eléctrica de cierre.
- 81. Corredera.
- 82. Filtro doble.
- 83. Válvula de retención.
- 84. Llave de limpieza.
- 85. Escape de aire.
- 86. Conducto *bypass* de alivio para 76.
- 87. Llave para cerrar 86 cuando 76 está cerrado.

APARATOS DE SEGURIDAD

- 91. Regulador de seguridad.
- 92. Válvula de salida de aceite.
- 93. Bobina eléctrica.
- 94. Contacto de cierre.

a la válvula de corredora (9) de los servomotores, de tal manera, que el espacio a la izquierda del pistón (5) se comunica con el escape, y el espacio opuesto con la tubería de aceite de presión (12), lo que ocasiona el cierre de las agujas con el apoyo adicional de resortes. Este movimiento se efectúa muy lentamente, siendo frenado por diafragmas interpuestos en los canales de aceite. Estos diafragmas se pueden ajustar, de modo que la sobrepresión del agua en la tubería quede dentro de los límites admisibles.

El retorno rígido se realiza por el pistón (34) y el juego de palancas (44, a, y 44, b) que son movidas por el eje de acción (24), interponiendo un plano inclinado que desplaza el punto giratorio a la derecha de la palanca (36), en sentido contrario a la desviación producida por el órgano de regulación.

Si solamente este dispositivo fuera activo, la disminución de revoluciones que se produce por un descenso de carga sería amortiguada en varias oscilaciones. Para evitar tales oscilaciones se ha añadido un retorno elástico compuesto del pistón (35), el que

da un empuje transitorio y fuerte al movimiento de retorno.

Dicho pistón (35) se mantiene normalmente retenido en su posición central por un sistema de resortes (46). En cuanto se mueve el pistón (34), un cojín de aceite arrastra también al pistón (35), de modo que los dos puntos finales de la palanca (35, a) se mueven en igual sentido. Al mismo tiempo se mueve el sistema (46) en igual dirección. Así se produce una fuerza opuesta a la desviación del (35), la cual, poco a poco, compensa el retorno adicional.

Bajo la acción de los órganos descritos el proceso de regulación se desarrolla, al desconectarse la carga, por ejemplo, como sigue: en primer lugar, los deflectores (2) desvían el chorro enteramente en unos pocos segundos. Lentamente avanzan las agujas (4) y disminuyen el caudal del agua.

Al bajar las revoluciones empieza a funcionar el retorno. El eje del regulador gira en sentido de apertura, los deflectores (2) se retiran de la zona del chorro y las agujas dejan pasar tanta agua como sea necesaria para que los rotores del grupo marchen a las

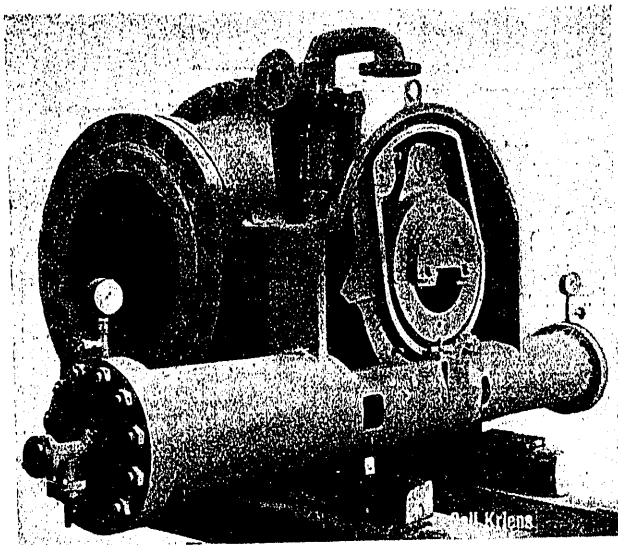


Fig. 20. — Válvula esférica (abierta).

revoluciones mayores que corresponden al grado de desigualdad ajustado.

Este grado de desigualdad se puede alterar corriendo el rodillo (37), es decir, el punto giratorio de la palanca (44, a), cuyo valor ajustado se puede leer en (38). Para variar las revoluciones (o la carga durante el servicio en paralelo) sirven la manivela (42) o el motor (43).

A una posición determinada del pistón (34) la palanca (39) limita hacia arriba la desviación de la aguja de premado (29), de manera que la turbina no puede alcanzar más apertura. Esta limitación de carga se puede variar mediante el volante (41), leyéndose la carga límite ajustada en (40).

Al desconectarse carga bruscamente, el retorno elástico sólo debe accionar en forma limitada para no retardar la velocidad de cierre. Con este fin se ha colocado en el interior del pistón (35) una válvula (47), contrarrestada por un resorte regulable, la cual abre en el momento que la presión de aceite en el cojín superior excede de cierto valor.

Los discos de contacto (10) en el juego de palancas de la regulación de las agujas de las toberas son de tal forma que los deflectores (2) se acercan, cualquiera que sea la carga, a pocos milímetros de distancia de los chorros, en virtud de lo cual actúan rápidamente en caso de producirse disminuciones de carga.

Para dejar a una tobera fuera de servicio se interrumpe la afluencia de aceite en (13). Para la puesta en marcha se acciona primero a la turbina auxiliar (53), abriendo el cierre de presión (54). A continuación se presiona el botón (32) y el aceite a presión entra por debajo del pistón (31), con lo cual

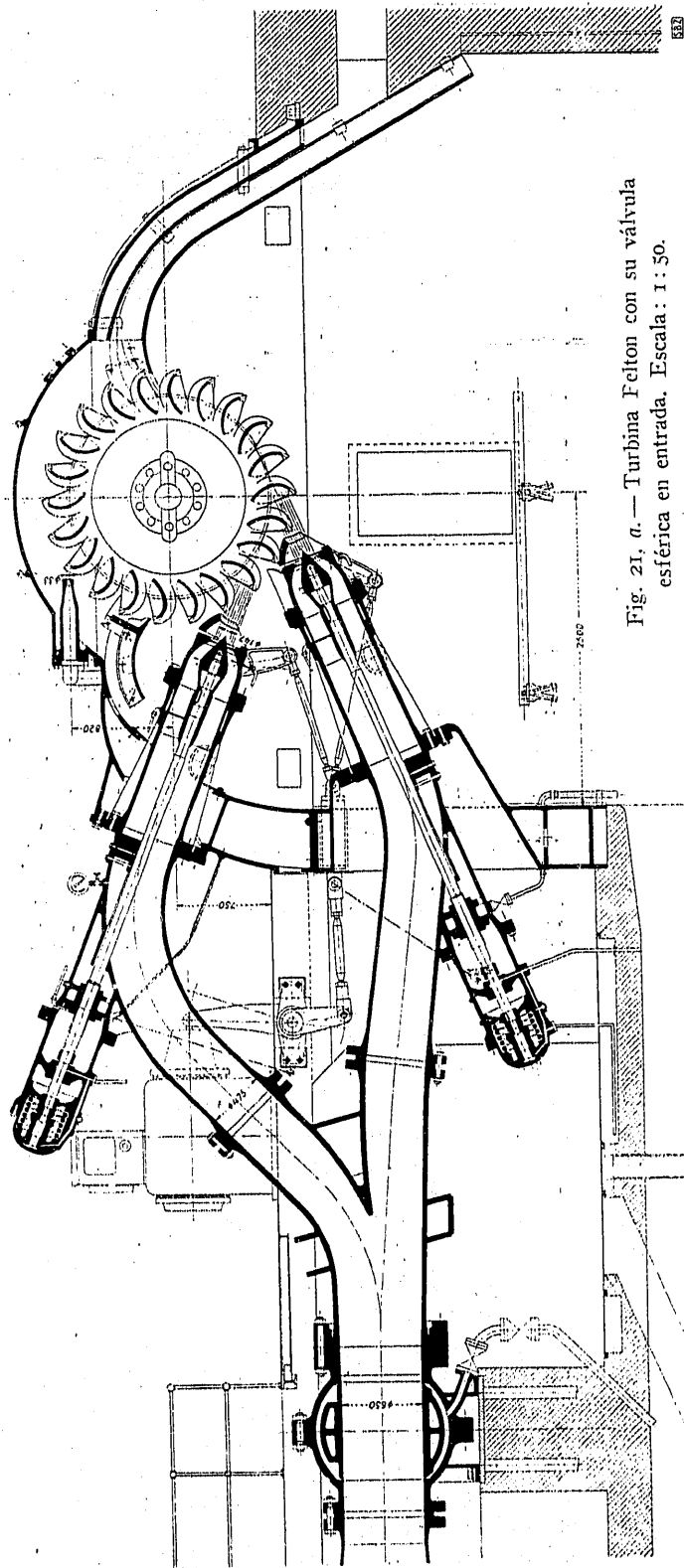


Fig. 21, a. — Turbina Felton con su válvula esférica en entrada. Escala: 1:50.

sube la palanca (36), las agujas (4) de las toberas abren y la turbina arranca.

En cuanto se ha alcanzado una velocidad aún

baja, basta la tensión inducida en el generador primario del regulador para mantener al eje (33) en la posición abierta, y entonces se puede soltar el botón (32).

Ahora se puede arrancar mediante mando a distancia el motor de la bomba de aceite (52) y parar la turbina auxiliar (53). La turbina queda protegida contra pérdida de presión del aceite y embalamiento. En el primer caso de disminución o falta de presión en la línea de la bomba (52) y la válvula de retención (58), el servomotor (69) abre, gracias al empuje de un resorte, la aguja de la tobera, lo que seguidamente pone en marcha a la bomba auxiliar (53).

Al accionarse después nuevamente la bomba de servicio (52), el servomotor (69) recibe aceite en el lado de cierre, y la bomba auxiliar (53) se desconectará automáticamente. Si esto no tuviera resultado, entonces cierran los manómetros (59) un circuito auxiliar, y el electroimán (93), en cooperación con el premando (29) y la corredera (28) accionan en sentido de cierre.

Se ha previsto una segunda seguridad, pues todos los pistones de los servomotores están contrarrestados por resortes de cierre, los que bloquean la corriente de agua en cuanto la presión del aceite baja.

El dispositivo de cierre rápido (92) conecta en caso de emergencia el espacio debajo del pistón (21)

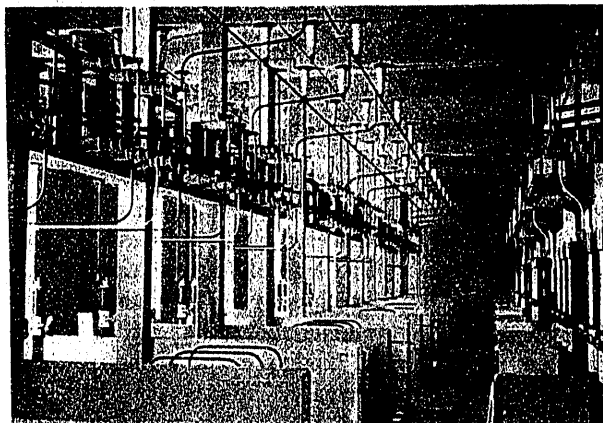


Fig. 22. — Sala de 60 KV.

con el escape, de manera que el resorte (22) mueve los deflectores rápidamente a la posición cero. Esto es iniciado por el regulador de seguridad (91), el que también se puede actuar manualmente.

A la vez el contacto (94) cierra el circuito auxiliar, deja caer el electroimán (93), y el pistón (28) vuelve a la posición de cierre de cada grupo. Una rueda de la turbina está provista de una tobera de freno (16), para ser maniobrada por el volante (17). Sirviéndose de ésta, es posible detener al grupo rápidamente en casos de emergencia.

Servicio de agua para la refrigeración. — El servicio de refrigeración de los dos alternadores de 30 000 KVA. y de los transformadores, requieren unos 200 m.³ de agua por hora. Este volumen se capta en el canal de descarga, y mediante dos grupos motobomba de unos 80 litros por segundo (uno está de reserva) se eleva a una cámara de filtración con tamices muy finos, de donde pasa a los serpentines refrigeradores, cuya salida se abre de nuevo al canal de descarga.

En el circuito hay un depósito regulador de 200 metros cúbicos de capacidad que, en caso de que fallaran las bombas, pueden alimentarse directamente de la tubería de carga, mediante una válvula que reduce la presión.

Instalaciones eléctricas. — Alternadores. — Los alternadores trifásicos suministrados por la casa Brown Boveri & Cie., de Baden (Suiza), son de las siguientes características:

Potencia nominal ($\cos \varphi = 0,7$)	30 000 KVA.
Tensión nominal	10.000 V.
Frecuencia	60 ciclos/seg.
Revoluciones por minuto	514

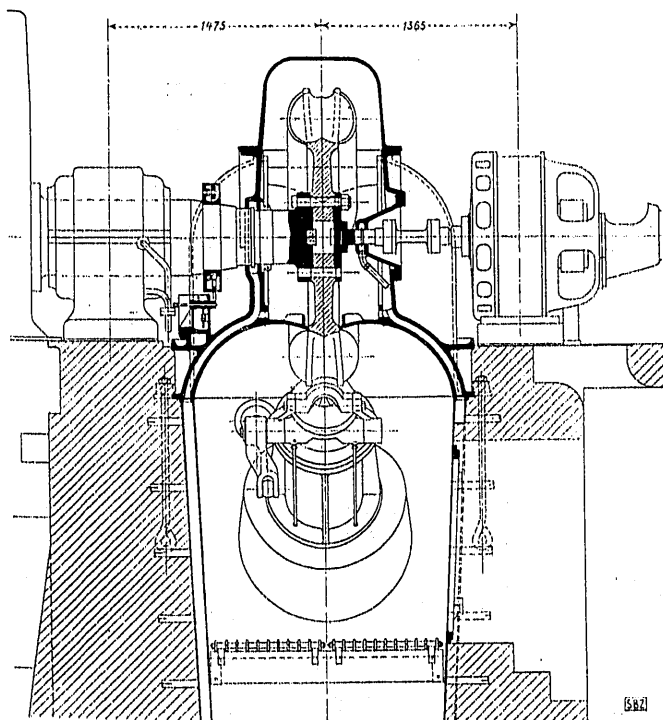


Fig. 21, b. — Turbina Pelton, de Bell & Cía., Kriens.
Escala: 1:50.

Momento de inercia	200 Tn./m. ²
Pieza más pesada (rotor con eje sin piezas polares)	45 Tn.
Pieza más pesada de montaje (rotor completo)	62 Tn.

La excitatriz de cada alternador y un alternador pequeño para la alimentación del mando de las turbinas, se han acoplado directamente en cada grupo al extremo del eje libre de una de las ruedas de las turbinas. El calor producido por las pérdidas del alternador es eliminado mediante un circuito cerrado de refrigeración aire-agua. Estos refrigeradores son alimentados por las bombas descritas anteriormente.

La protección de los alternadores se efectúa por termostatos combinados con relés de tensión máxima, y relé diferencial contra perturbaciones internas y cortocircuitos.

Los bobinados, tanto de los estatores como de los rotores, se han protegido por relés de cortocircuito entre espiras y relés de derivación a tierra. La temperatura del aire de refrigeración y de los cojinetes está vigilada por termostatos. Todos estos aparatos llevan relés de alarma (prevención), que se han dividido en tres grupos, como sigue:

Aviso de peligro, desenganche de emergencia y apertura normal de servicio. El dispositivo de protección contra incendio que lleva cada alternador, funciona, bien sea por mando automático mediante

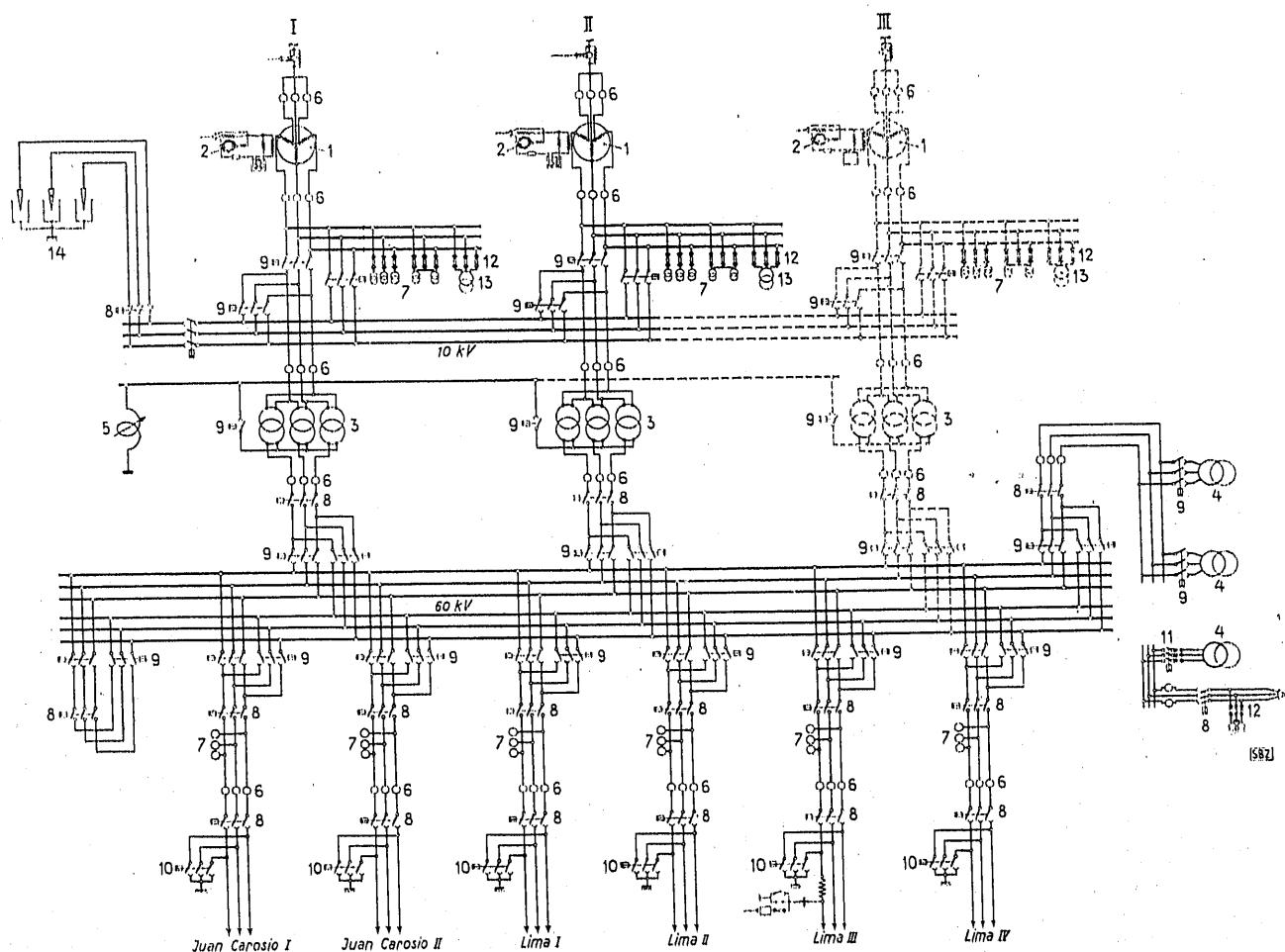


Fig. 23. — Esquema general.

1. Generador.
2. Excitatriz.
3. Transformador principal.
4. Transformadores auxiliares.
5. Bobina de seguridad para red de 60 KV.

6. Transformador de intensidad.
7. Transformador de tensión.
8. Interruptor de aire comprimido.
9. Seccionador de aire comprimido.
10. Seccionador de tierra, de aire comprimido.

11. Seccionador de carga de aire comprimido.
12. Fusibles.
13. Transformador para la regulación de la turbina.
14. Resistencia de carga.

termostatos o mecánicamente, o bien en forma directa o intercalando un relé eléctrico.

En servicio normal, todas las maniobras se efectúan desde el pupitre de mando, excepto el arranque de los grupos, que se hace en la sala de máquinas, de acuerdo con las instrucciones telefónicas recibidas desde dicho puesto de mando.

Transformadores y cuadro.

a) *Generalidades.* — Toda la energía eléctrica producida en la Central se conduce a Lima por cuatro líneas de transporte de unos 40 Km. de longitud, a una tensión de 60 000 voltios.

Por esta razón el esquema de conexiones (figura 23) es muy sencillo y claro. La instalación se ve en las figuras 16 a 18.

Cada alternador opera en conjunto con su grupo de transformadores sobre las barras dobles de 60 KV., de las cuales parten las líneas de transmisión a Lima y a la Central Juan Carosio-Callahuanca.

b) *Transformadores.* — Cada grupo de transformadores conectado a un alternador consta de tres transformadores monofásicos de 10 000 KVA. cada uno, potencia efectiva, y relación de transformación de 9 500/63 000 V. a plena carga y $\cos \phi$ 0,7 en conexión triángulo/estrella, siendo su tensión de cortocircuito 9 por 100.

Cada transformador está equipado con un refrigerador de aceite circulante, movido por bomba. Cada refrigerador puede ser limpiado separadamente a carga reducida, sin interrupción de servicio.

Los transformadores están protegidos por el sistema Bucholz y diferencial contra averías internas, además por termómetros de contador a distancia y por aparatos de control del agua.

La elección de transformadores monofásicos se hizo considerando las posibilidades y medios de transporte.

El peso unitario es de 13,25 Tn., incluso el aceite; se puede transportar sobre sus ruedas y rieles hasta la grúa en la sala de máquinas.

Para el consumo propio de la Central se han instalado tres transformadores trifásicos de 320 KVA. cada uno, con refrigeración natural de aire. Dos de éstos tienen una relación de 64 000/235-115 V., y el otro, de 10 300/230-115 V.

c) *Equipo de conexión de 10 KV.* — Este equipo, instalado entre los alternadores y su grupo de transformadores, comprende la línea hasta la resistencia de carga y la instalación para el acoplamiento a los transformadores.

La conexión de 10 KV. entre alternadores y transformadores se hace por medio de barras. En caso de necesidad se pueden conectar mediante barras auxiliares e interruptores neumáticos; los alternadores y transformadores, en cruz.

La resistencia de carga para los fines de pruebas y ensayos es del tipo regulable de agua con capacidad de 30 000 KW. El agua necesaria se saca de la tubería de presión, reduciéndose por una válvula que se usa a la vez para otros fines.

d) *Sección de 60 KV.* — Esta instalación está en una sala cerrada, en vista de que no se emplean aparatos en baño de aceite y, por lo tanto, no existe peligro de que se esparciera hollín.

En la sala se ha colocado todo el equipo de conexión para tres grupos alternadores-transformadores, seis líneas de salida, los dos transformadores para el servicio interior y un sistema de barras doble; además, las instalaciones de 10 KV. para el abastecimiento del servicio interno desde la Central de Chosica.

Los disyuntores de aire comprimido tienen una potencia de interrupción de 600 KVA.

Cuadro de mando. — La vigilancia permanente del servicio de la Central se lleva a cabo desde el puesto de mando, el cual se encuentra en el tercer piso del edificio de Administración, y tiene vista libre a la sala de máquinas.

Desde allí se efectúan todas las maniobras, como el mando a distancia de los interruptores de potencia y desconectores, la puesta en paralelo de las líneas a 60 KV. y de los alternadores sobre las barras; además, la regulación de tensión, frecuencia y control de potencia.

La puesta en paralelo se puede realizar tanto a mano como por mando automático. Detrás del pupitre se encuentra un tablero con el esquema ciego de la instalación y todos los instrumentos de importancia para el servicio.

En el lado opuesto se han montado los diversos dispositivos de protección, en parte ya mencionados, para los alternadores, transformadores y líneas, así como los indicadores a distancia del nivel de agua, que tienen su emisor en el depósito de carga y, por último, los aparatos de maniobra para las válvulas de la tubería forzada.

La protección de las líneas de transmisión se obtienen por los relés de distancia Brown Boveri de funcionamiento comprobado. Los paneles para los servicios auxiliares de corriente alterna y continua, lo mismo que el equipo para la medición de energía no quedan a la vista directa desde el puesto de mando.

Servicios auxiliares: — En caso de necesidad se puede suministrar la corriente para el servicio interior, desde la Central cercana de Santa Rosa de Chosica por una línea de 10 KV.

Como ya mencionamos, se ha instalado el equipo necesario para este fin en la sala de conexión para 60 KV. Sobre los postes de esta línea se ha montado a la debida distancia un cable telefónico y de señales autoportado, el cual sirve, entre otras cosas, para la maniobra de las válvulas de la tubería.

Como fuente de corriente continua se dispone de una batería de acumuladores con una capacidad de 216 A.-h. a 130 V. Un rectificador de selenio permite cargar la batería, tanto en forma normal como en forma rápida.

Aparte de los circuitos de mando y de señales, el alumbrado de emergencia puede conectarse a la batería. Al presentarse anomalías en el circuito de corriente alterna, automáticamente el alumbrado de emergencia es conmutado a la batería.

Un reloj-patrón situado en el puesto de mando opera en forma sincrónica todos los relojes secundarios. Se ha previsto para el futuro el avance sincrónico de todos los instrumentos registradores accionados por el reloj-patrón.

Para obtener el aire comprimido necesario destinado a los interruptores y desconectores, se uti-

lizan dos compresores con tanque doble. Todos los aparatos operados neumáticamente trabajan a una presión de 12-14 atmósferas.

Con el fin de disponer de una comunicación telefónica propia y segura entre la Central y el centro de distribución de energía Santa Rosa de Lima, se instaló un sistema telefónico de alta frecuencia acoplada en Moyopampa a la centralita y también a la red telefónica de servicio público.

Montaje del equipo electromecánico. — Para este trabajo se dispuso de un pequeño personal experimentado, enviado por los proveedores de Suiza. La parte hidráulica ha estado a cargo de un montador de la casa Bell, y la parte eléctrica fué dirigida por cuatro montadores de Brown Boveri. Seis jóvenes europeos, en su mayoría suizos, con aprendizaje terminado, fueron empleados en Lima.

Todo el cuerpo de personal auxiliar consistía en peruanos, entre los cuales se contaban mecánicos y electricistas hábiles y entendidos.

La dirección general de las obras de montaje se había confiado a la Compañía Técnico Comercial Electro Peruana, quien representa en el Perú a las fábricas Brown Boveri y Bell.

Sirviéndose de esta organización se necesitaron unos dieciséis meses de trabajo hasta que el primer grupo pudo suministrar energía a Lima; medio año más tarde, fué puesto al servicio el segundo grupo.