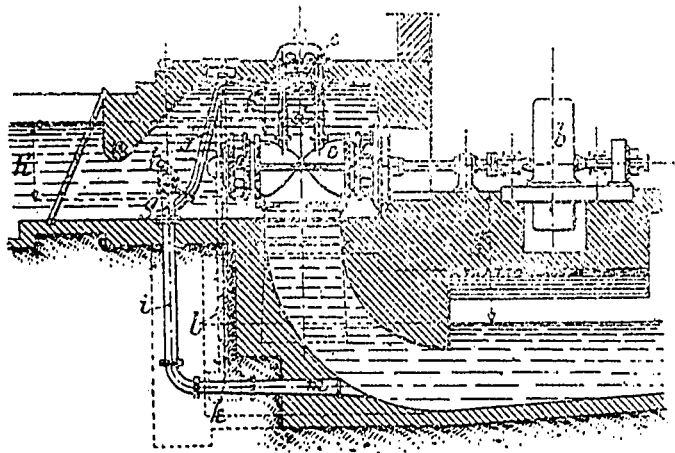


con más facilidad, convertirse en la de 1,435 que la de 1,60, que la Australia Occidental no tiene más que la vía normal y, en fin, que la Australia Meridional tiene de esta clase los dos tercios de su red. La vía de 1,60 existe sobre todo en la colonia de Victoria, y solamente las Autoridades de este Estado son las que sostienen la adopción general de esta anchura.

Turbinas hidráulicas de nivel de agua elevado sobre el tramo agua arriba, sistema Escher Wyss.

La necesidad de proteger contra las crecidas la máquina (dínamo, por ejemplo), acoplada á una turbina hidráulica horizontal, existe hace tanto tiempo como la construcción misma de las turbinas.

El acoplamiento directo de la dínamo con la turbina presenta el inconveniente de que la zanja de la dínamo se sumerge cuando hay una crecida ó una retención en el tramo agua abajo.



Si, por el contrario, se quiere colocar la dínamo en un piso superior, es preciso gobernarla por correa ó cable, y entonces se pierden las ventajas esenciales del acoplamiento directo. Los constructores de turbinas se han propuesto, desde hace largo tiempo, la resolución del problema de instalar la dínamo al abrigo de toda sumersión, aun en el caso de acoplamiento directo. Esto conduce á disponer el árbol de la turbina á la proximidad inmediata del nivel de agua superior y en prever disposiciones elevadoras especiales, destinadas á aspirar el agua hasta la turbina y suficientemente elevadas sobre el sistema de compuertas, á fin de evitar los remolinos y una reducción en el rendimiento.

La casa Escher Wyss y Compañía, ha concebido y puesto en práctica la idea de aspirar artificialmente el aire que se separa del agua en el vacío, por el tubo de aspiración de la misma turbina. En la mayor parte de los casos se llega así ya á una altura del árbol tal, que la dínamo está colocada sobre el nivel de agua inferior más alto del tramo agua abajo. Esta posición elevada del grupo electrógeno reduce considerablemente los gastos de construcción del edificio de las máquinas y permite utilizar ventajosamente muchos saltos de agua de pequeña altura.

Vamos ahora á describir esta disposición extratando el artículo que á este asunto dedica *Le Génie Civil*.

En la figura, la turbina *a* está acoplada por un árbol horizontal á la dínamo *b*. La entrada del tubo de aspiración está más baja que la altura *h'*, con relación al nivel del agua en el tramo agua arriba, y el piso de la dínamo tiene la altura *h''* sobre el nivel del agua en el tramo agua abajo. La diferencia de nivel *h'*, entre el nivel agua arriba y la arista superior del tubo de aspiración, no bastaría, por sí misma, á asegurar la marcha de la turbina con el menor arrastre de aire posible. Para alcanzar este objeto, la cámara está abovedada por encima de la turbina, de manera de mantener, desde el vértice de la bóveda hasta la rueda directriz, la altura interior *h'''*.

La cámara está provista de canalizaciones auxiliares que impiden automáticamente la formación de una capa de aire en la bóveda por encima de la turbina, aun en el caso de un arrastre considerable de aire.

La figura representa diferentes variantes en la aplicación de este procedimiento:

1.^a El tubo de aspiración *c* de la turbina lleva en su parte superior un tubo *d*, el cual puede abrirse en el vértice de la cámara de la turbina y permanecer abierto hasta que el nivel del agua llegue bastante alto para que un flotador *e* venga á cerrar su orificio. Desde que el nivel del agua desciende de nuevo, el flotador *e* viene á abrir el orificio superior del tubo *d*, de tal modo, que se dirige hacia abajo, por la atracción del tubo de aspiración *c*, hasta que la cámara se vuelva á llenar de nuevo hasta arriba.

2.^a En lugar de esta disposición ó paralelamente á ella, se puede instalar un tubo *f*, que se comunica con un tubo de descenso *g*. El agua que fluye por el orificio superior *h* de este tubo de descenso, arrastra al aire conducido por el tubo *f*, para llevarle á través del tubo *i*, al canal de desagüe.

3.^a Es, en fin, posible intercalar en el tubo de bajada *j* un inyector *K*, al que lleva el agua el tubo *l*, enviando la mezcla de agua y de aire al canal de desagüe, por el tubo *m*.

El tubo aspirador *i* puede regularse aparte, y, en caso de necesidad, abrirse delante de la turbina. Conviene, sin embargo, no olvidar que aquél consume constantemente agua durante la marcha de la turbina, mientras que la primera disposición de aspiración presenta la ventaja de no funcionar y de no absorber agua más que cuando se acumula aire en el vértice de la bóveda, de modo que trabaja muy económicamente. Tan pronto como el sistema de compuertas de la turbina se abre, el agua se precipita en el tubo de aspiración y aspira, al principio directamente y en seguida á través de las columnas *d*, el aire que se encuentra encima de la turbina, de tal modo, que se produce bajo la bóveda una cierta depresión, y que toda la cámara de la turbina se llena de agua en muy poco tiempo. Desde este momento, y aun antes, la turbina puede estar en plena carga. La gran masa de agua que llena la capacidad de la bóveda puede fluir hacia el sistema de compuertas de la turbina, uniformemente de todos lados, y con una velocidad inicial débil, puesto que las secciones de admisión están ampliamente calculadas.

En resumen, una turbina así instalada puede ponerse en marcha en cualquier momento, á plena carga, y marchar segura y económicamente, sin necesidad de bombas de aire gobernadas separadamente. El nivel del agua no tiene necesidad de rebasar mucho al borde inferior de la entrada de las compuertas, y puede, por ejemplo, no alcanzar más que la altura del árbol y aun todavía menos. Si, por casualidad, por la abertura, por ejemplo, de un agujero en el vértice de la bóveda se produjese una entrada de agua demasiado considerable, y que la bóveda viniese á vaciarse, ésta se llenaría automáticamente de nuevo desde que esta fuga anormal fuese suprimida.

Las tres primeras turbinas de este género se han entregado por la casa Escher Wyss en 1908, en Unterbruck (Baviera) para la Amperwerke Elektrizitäts A. G., de Munich; con ellas se utiliza un salto de 4,70 metros, suministrando cada una 650 caballos. Entre otras muchas instalaciones ulteriores, podemos mencionar, en Francia, la de Sant-Mortier, que comprende dos turbinas de 950 caballos cada una, con un salto de 7 metros, así como una tercer turbina de 2.150 caballos, con un salto de 11 metros, instalada, como las precedentes, para la Unión Electrique de Saint-Claude (Sura).

Estudio del rendimiento económico de las fábricas de electricidad.

Los resultados financieros de una fábrica de electricidad dependen de cuatro factores principales:

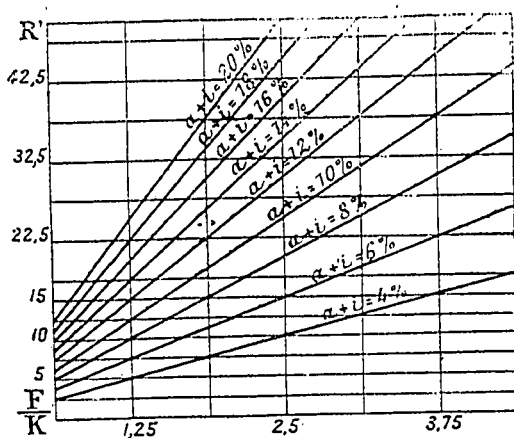
1.º Los gastos de establecimiento por kilovatio de capacidad de la fábrica, ó sea F (en francos por kilovatio).

2.º El número de kilovatios-hora producidos ó vendidos por kilovatio de capacidad de la fábrica: es decir, el coeficiente de utilización ó factor de carga, ó sea K (en kilovatios-hora por kilovatio).

3.º Los ingresos por kilovatio-hora, ó sea R (en céntimos).

4.º Los gastos para la producción de un kilovatio-hora, ó sea D (en céntimos).

Estos cuatro factores, como lo hace notar M. Reyval en la *Lumière électrique*, analizando una memoria de M. Rinkel publicada en el *Elektrot. Zeits.*, pueden tomar los valores más diversos, de modo que la comparación de los rendimientos de las diversas fábricas parece un problema complejo. Así, por ejemplo, una instalación de un precio de primer establecimiento muy elevado, pero poseyendo un buen factor de carga, puede dar resultados tan buenos ó mejores que una instalación de un precio de costo poco elevado, pero funcionando con un mal factor de carga. En el primer caso, el importe elevado de los gastos de amortización anuales se reparte entre un gran número de kilovatios-hora; en el otro caso, este importe es menos elevado, pero se reparte sobre una carga relativamente más pequeña. Se ve, pues, que la relación de los gastos de primer establecimiento al coeficiente de utilización tiene una gran influencia en los resultados financieros y que es interesante representar esta relación $\frac{F}{K}$ (es decir los gastos de primer establecimiento por kilovatio-hora, y no por kilovatio) con el auxilio de variables independientes. En los cálculos siguientes todos los números han sido, para simplificar, referidos al kilovatio-hora.



Un explotador previsor deberá llevar cada año á la reserva por lo menos el importe de la amortización, cuando pueda hacerlo, y no afectar más que la suma restante al interés del capital de primer establecimiento.

Designemos por:

a La amortización anual del capital de primer establecimiento.

i El interés del capital de primer establecimiento.

Se ve que, para obtener la amortización de $a\%$ y el interés de $i\%$, los ingresos, en céntimos, por kilovatio-hora producido, deben elevarse á

$$R = \frac{F}{K} (a + i) + D.$$

Si se hace

$\frac{F}{K} (a + i) = R'$ (céntimos por kilovatio-hora producido), se obtiene:

$$R = R' + D$$

Este valor R' se ha llevado en la figura sobre las ordenadas, en función de las abscisas $\frac{F}{K}$, para diferentes valores de $a + i$ en $\%$.

Estas curvas permiten, por lo tanto, reconocer inmediatamente para cada valor de la relación de los gastos de primer estable-

cimiento al coeficiente de utilización, el ingreso R necesario para garantizar un excedente determinado R' ; basta, en efecto, añadir al valor R' encontrado, los gastos de producción D . Inversamente, si se da el ingreso R , tienen que deducirse los gastos de producción D para obtener el excedente bruto correspondiente R' . Para las fábricas hidráulicas, se pueden expresar los gastos de producción en $\%$, de los gastos de primer establecimiento; pero, dado que los valores R' están referidos directamente al kilovatio-hora, las curvas de la figura pueden aplicarse á las fábricas de vapor.

Las curvas muestran con mucha claridad que, para pequeños valores de la relación $\frac{F}{K}$, es decir, para gastos de establecimiento poco elevados y una buena utilización, los gastos de producción y el precio de la corriente desempeñan un papel mucho más importante que para las fábricas de un precio de costo elevado y peor utilizadas. Por ejemplo, para $\frac{F}{K} = 0,25$, una diferencia de 0,5 céntimos en los gastos de producción ó en el precio de venta de la energía produce una diferencia de un 2 por 100 en el excedente bruto, mientras que para $\frac{F}{K} = 1,25$ se necesita una diferencia de 2,5 céntimos en los gastos de producción para producir el mismo excedente bruto. Por consecuencia, en las fábricas muy cargadas, es necesario prestar una atención particular á la determinación del precio de la corriente. Se estudiará cada manera de emplear ésta, según los valores dados por la experiencia para la duración del empleo y los precios posibles de la corriente. He aquí algunos datos respecto á este punto.

Las estaciones centrales de las grandes ciudades, que no proporcionan más que alumbrado y fuerza motriz y no suministran corriente á ninguna Empresa de tracción, tienen, en general, una utilización sensiblemente peor que las que abastecen al mismo tiempo servicios de tracción; en cada caso, la duración de la utilización depende del precio de la corriente. Pero el aumento de la duración de utilización arrastra, por otra parte, un aumento de la potencia de las generatrices, dado que muchos consumidores utilizan la corriente simultáneamente: las ventajas procedentes de la mejor utilización de la fábrica se reducen, por este hecho, notablemente. Se puede contar con una duración de utilización de 1.500 á 2.500 horas de la potencia de las máquinas. Un consumo elevado de corriente para las necesidades de la fuerza motriz tiene, por consecuencia, un valor relativamente poco elevado de los precios medios de la corriente; un consumo elevado para la tracción mantiene el precio en las proximidades de su valor medio; un consumo elevado para el alumbrado permite establecer precios elevados. Se puede tomar, aproximadamente, por base de comparación, las cifras siguientes:

Para una duración de utilización de 2.000 á 2.500 horas (alumbrado, fuerza motriz, tranvías), $R = 6,25$ á 12,5 céntimos por kilovatio-hora.

Para una duración de utilización de 1.750 horas $R = 12,5$ á 22,5 céntimos por kilovatio-hora.

Para una duración de utilización de 1.500 horas (tranvías), $R = 16$ á 27,5 céntimos por kilovatio-hora.

Para los tranvías de las grandes poblaciones, puede contarse con 1.700 á 2.000 horas de plena carga de las máquinas utilizadas. El precio de la corriente se mantiene, en general, entre 10 y 15 céntimos por kilovatio-hora.

Para el servicio de las grandes líneas de ferrocarriles, se pueden esperar 2.000 á 2.500 horas de utilización de la potencia de las máquinas empleadas; el precio de la corriente deberá, en general, estar comprendido entre 2,5 y 5 céntimos, si se quiere obtener una economía con relación al empleo de la tracción por vapor.

La industria electroquímica consume grandes cantidades de energía que emplea casi constantemente, de modo que se puede contar, en este caso, con un trabajo anual de 6.000 á 7.000 horas. Desgraciadamente, el precio admisible para el suministro de la corriente es aquí muy pequeño: generalmente 1,25 céntimo por kilovatio-hora, rara vez más de 2,5 céntimos.