

rencia de fase (como en las corrientes alternas) entre el movimiento impulsor y el del líquido.

Dispongamos ahora las dos ruedas, que para abreviar llamaremos A y B, en la región central del vaso, y próximas la una á la otra. Si la rueda B la dejamos libre, é iniciamos un movimiento de giro en la rueda A, este movimiento se comunicará á la masa líquida que la rodea, y como el movimiento de rotación de esta masa emplea algún tiempo en propagarse de unas capas á otras, las paletas de la rueda B más próximas á la rueda A, recibirán primero que las demás el impulso de la masa líquida, y se puede asegurar que dicha rueda, en virtud de esta impulsión, girará en los primeros momentos en sentido contrario al de la rueda A.

En cambio, si después de girar la rueda A durante algún tiempo, el movimiento de esta rueda cesa de pronto, como la masa líquida continuará girando en el mismo sentido, la acción que dicha masa ejercerá sobre la rueda B dará por resultado hacerla girar en igual sentido.

Las particularidades de la descarga oscilante en un conductor aislado ó en dos conductores próximos pueden también manifestarse en el aparato que describimos, porque estando suspendidas las ruedas de paletas por medio de resortes ó por simples alambres que pueden someterse á una torsión, se encuentran dichas ruedas en condiciones parecidas á las del aparato de A. Garbasso, antes mencionado, con la ventaja de que la resistencia del líquido al movimiento de las paletas, cambiando la superficie de éstas ó la naturaleza de aquél, puede hacerse variar entre límites más extensos.

Por último, se prestaría, además, el aparato que hemos indicado á la reproducción de las atracciones y repulsiones entre dos corrientes eléctricas, según sean del mismo sentido ó de sentido contrario. Bastaría para ello imprimir al mismo tiempo á las dos ruedas A y B movimientos de giro de una ú otra especie. Si, por ejemplo, las dos ruedas girasen en el mismo sentido, sus acciones sobre la masa líquida que las rodea se sumarían, originándose una fuerte circulación alrededor del sistema formado por las dos ruedas, cuyo influjo sobre éstas tendería á llevarlas hacia el centro del vaso y á aproximarlas, por lo tanto, una de otra.

Por el contrario, si las ruedas girasen en opuesto sentido, se producirían dos corrientes líquidas también opuestas, pero que, en realidad, serían concordantes en el espacio que separa las dos ruedas, y la masa líquida, al ser impelida á pasar por entre dichas ruedas, tendería á alejarlas una de otra.

Según ha podido verse, los efectos que acabamos de describir son análogos á los obtenidos con los aparatos antes mencionados, y aun los de atracción y repulsión entre dos corrientes no podían obtenerse con aquéllas; por otra parte, reproduciría este aparato

los referidos fenómenos valiéndose de mecanismos que no afirmaremos sean más semejantes á los naturales (1), pero sí que son más sencillos y comprensibles que los primeros.

(Continuará.)

Estaciones centrales y de distribución.

DESARROLLO DEL CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

POR EL

INGENIERO DIRECTOR SIEGEL

(Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen.)

Como medida del desarrollo del actual consumo de energía eléctrica puede tomarse, bien sea la potencia de producción de las instalaciones mecánicas productoras de electricidad, bien la potencia total de las redes que alimentan las instalaciones de utilización, ó bien, igualmente, el número de unidades de energía consumidas, es decir, de kilovatios-hora. El primer método da una idea del posible desarrollo actual del medio de producción, mientras que el último da el consumo efectivo.

En el cuadro I, se enumeran las cantidades que indican en globo la potencia de las fábricas eléctricas de Alemania, desde 1891 hasta 1913. En este cuadro, como en los siguientes, se entiende por fábricas públicas, á las que venden la corriente, y privadas, las que producen la corriente para sus propias necesidades.

CUADRO I

Potencia, en globo, de las máquinas de las fábricas eléctricas de Alemania

AÑOS	POTENCIA EN MILLONES DE KILOVATIOS		
	Fábricas públicas.	Fábricas privadas.	TOTAL.
1891.....	0,01	0,05	0,06
1900.....	0,20	1,40	1,60
1905.....	0,52	3,00	3,52
1907.....	0,73	3,90	4,63
1909.....	0,98	5,10	6,08
1911.....	1,27	6,70	7,97
1913.....	1,90	8,30	10,20

Según el cuadro II, que da el número y la potencia de las redes centrales eléctricas públicas, se ve que durante el período de 1895 á 1913, el número de fábricas se ha multiplicado por 27; el de localidades surtidas por 75; el de lámparas de incandescencia alimentadas por 50; el de lámparas de arco por 20; la potencia de los motores fijos por 300, y la potencia total de las redes por 100.

CUADRO II

Número de fábricas y potencia proporcionada por las centrales públicas de Alemania.

AÑOS	Número de fábricas.	Número de localidades á que surten.	Número de lámparas de incandescencia alimentadas. — Millares.	Potencia representada por las lámparas de incandescencia. — Millares de kilovatios.	Número de lámparas de arco alimentadas. — Millares.	Potencia representada por las lámparas de arco alimentadas. — Millares de kilovatios.	Potencia de los motores fijos. — 1.000 caballos.	Potencia de los motores de tracción. — 1.000 caballos.	Potencia de los aparatos. — 1.000 kilovatios.	Potencia total. — 1.000 kilovatios.
1895	148	170	494	25	12	6	6	»	»	36
1900	652	800	2.624	131	50	25	106	»	»	252
1905	1.175	2.000	6.302	315	122	61	310	»	»	655
1907	1.530	3.300	9.737	487	179	89	583	»	»	1.101
1909	1.970	4.600	12.808	640	235	129	897	287	38	1.873
1911	2.526	10.500	16.209	810	246	135	1.207	418	73	2.478
1913	4.040	12.650	24.554	1.228	232	128	1.643	417	83	3.726

(1) El aparato descrito debería considerarse en realidad como un modelo mecánico correspondiente á la teoría de los torbellinos, de que hablaremos más adelante.

Este rápido desarrollo general de la electricidad no es, por lo demás, particularmente exclusivo á Alemania; se observa en casi todos los países civilizados, como puede verse en el cuadro III, que da el desarrollo de las centrales eléctricas públicas en algunos países en que se han hecho estadísticas.

CUADRO III

Desarrollo de las centrales públicas en algunos países.

PAÍSES	Años.	Número de fábricas.	Potencia de las máquinas. — Kilovatios.	Potencia de las redes. — Kilovatios.
Austria (toda la Monarquía).....	1907	446	168.850	»
	1909	571	285.350	»
	1911	740	378.736	461.555
	1913	854	457.010	568.595
	1903	259	120.000	»
Suiza.....	1905	494	160.000	»
	1907	607	200.000	»
	1909	675	290.000	»
	1913	1.000	434.000	»
Francia.....	1901	700	130.000	»
	1911	1.869	900.000	»
	1894	30	32.000	»
	1899	100	113.000	»
Inglaterra.....	1904	225	455.000	»
	1907	284	756.000	»
	1908	292	811.000	840.000
	1909	311	851.000	1.181.000
	1910	310	908.000	1.244.000
	1911	393	962.000	1.395.000
Estados Unidos....	1902	3.620	1.831.000	»
	1907	4.712	4.032.000	»
	1912	6.128	9.476.000	»

La importancia de la utilización efectiva de la energía eléctrica, como ya hemos dicho, se da por el número de kilovatios consumidos. Sin embargo, en la apreciación de estas cantidades es preciso no olvidar que las aplicaciones de la electricidad son muy variadas y que su alcance real no corresponde de ningún modo á las cantidades de consumo bruto.

Estos datos pueden apreciarse en el cuadro IV.

CUADRO IV

Kilovatios-hora vendidos en Alemania.

AÑOS	Número de habitantes de Alemania. — Millones.	FÁBRICAS PRIVADAS		FÁBRICAS PÚBLICAS		TOTAL DE AMBAS		PARA ALUMBRADO		PARA FUERZA MOTRIZ	
		Millones de kilovatios.-hora Total.	Kilovats.-hora por cabeza.	Millones de kilovatios.-hora Total.	Kilovats.-hora por cabeza.	Millones de kilovatios.-hora Total.	Kilovats.-hora por cabeza.	Millones de kilovatios.-hora Total.	Kilovats.-hora por cabeza.	Millones de kilovatios.-hora Total.	Kilovats.-hora por cabeza.
1891	49,76	30	0,6	7	0,14	37	0,74	20	0,40	17	0,34
1900	56,00	1.050	19,6	140	2,50	1.200	21,40	200	3,60	1.000	17,90
1906	61,15	3.100	50,0	620	10,00	3.720	61,00	400	6,55	3.320	54,50
1911	65,36	6.900	106,0	1.200	18,50	8.100	124,00	600	9,24	7.500	115,00
1913	66,84	9.600	143,0	1.700	25,40	11.300	169,00	750	11,20	10.550	158,00

Puede admitirse que en los años para los que este cuadro da las indicaciones, el consumo por bujía-hora ha sido, respectivamente, de 2,5, 2,5, 2, 1,15 y 1 vatio-hora, y el consumo por caballo-hora de un kilovatio-hora. Por consecuencia, las centrales eléctricas han proporcionado en los distintos años, y por cabeza, 400, 3.600, 6.550, 9.240 y 11.200 bujías-hora, y 0,34, 18, 54, 115 y 158 caballos-hora. El aumento del consumo de energía eléctrica resalta particularmente al compararlo con el del desarrollo de otros orígenes de energía, especialmente con el del consumo de hulla (cuadro V).

CUADRO V					
Comparación entre el consumo de trabajo eléctrico y de hulla.					
AÑOS	Número de personas empleadas en la industria. — Millones.	PARA FUERZA MOTRIZ PROPORCIONADA EN KILOVATIOS-HORA		CONSUMO DE HULLA. EN LA INDUSTRIA	
		Millones.	Por obrero kilovats.-hora	Millones de toneladas.	Por obrero toneladas.
1891	7,15	17	2,38	34	4,75
1900	9,00	1.000	111,00	59	6,55
1906	10,50	3.320	316,00	76	7,22
1911	11,80	7.500	635,00	93	7,90
1913	12,40	10.550	850,00	102	8,20

Se ve particularmente en el cuadro V el enorme aumento de producción de fuerza motriz por obrero empleado en la industria. De 1900 á 1913 este aumento es en la electricidad aproximadamente del 770 por 100, mientras que en la hulla sólo llega al 25 por 100.

Admitiendo que el consumo total de hulla haya sido empleado en la producción de fuerza motriz (lo que, sin embargo, no es exacto, puesto que grandes cantidades de hulla se han consumido en la producción de vapor y de calor) y admitiendo además que en los años indicados se haya quemado 2,5, 2, 1,8, 1,6, 1,5 kilogramos de hulla, respectivamente, y consumido 1, 0,95, 0,9, 0,85 y 0,80 kilovatios-hora para producir un caballo-hora, se ha puesto en estas condiciones á la disposición de cada obrero industrial las cantidades que indica el cuadro VI.

CUADRO VI

AÑOS	Con la electricidad. Kilovatios-hora.	Con la hulla. Kilovatios-hora.
1891.....	2,38	1.350
1900.....	117	3.270
1906.....	351	4.010
1911.....	747	4.930
1913.....	1.060	5.460

Sin embargo, estas cifras no deben tomarse como si las cantidades de energía eléctrica fuesen añadidas á las potencias pro-

porcionadas por la hulla; por el contrario, cada día se emplea de más en más esta última para la producción de electricidad. Si por lo demás el consumo de hulla por individuo empleado en la industria no ha aumentado en mayor cantidad, á pesar del potente desarrollo de la actividad industrial en estos últimos años, se debe á la continua mejora del rendimiento de las instalaciones de fuerza motriz (cuya mejora se ha tenido en cuenta precisamente en los cálculos anteriores) y también al empleo creciente de otros orígenes de energía, como son el agua y el petróleo.

Si se compara entre cierto número de grandes poblaciones de Alemania el consumo de energía eléctrica por habitante, con el consumo de gas, tanto para el alumbrado como para la fuerza motriz, se comprueba:

- 1.º Que el consumo de electricidad por individuo en sus dos formas de energía ha aumentado enormemente.
- 2.º Que el consumo de gas para fuerza motriz, por individuo y en globo, ha seguido un retroceso constante; y
- 3.º Que el consumo de gas para el alumbrado aumenta ge-

neralmente como cantidad en globo, pero disminuye mucho por habitante.

En lo que se refiere al petróleo, á pesar del aumento de la cifra total de población y de las necesidades del alumbrado, su consumo no ha variado sensiblemente.

Este conjunto de resultados demuestra que no cesa de continuar extendiéndose el consumo de energía eléctrica, aunque las proporciones vayan disminuyendo.

H.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

La presa de cemento armado del Big Bear Valley (California, Estados Unidos).

El valle del Big Bear está situado á una altitud media de 2.050 metros, cerca de la cresta de la cadena de los montes San Bernardino, en California, 48 kilómetros, próximamente, al Este de Redlands y está cerrado desde 1884, para crear un depósito destinado á abastecer de agua á la población de Redlands y á sus inmediaciones y á proveer de riegos á una vasta región consagrada al cultivo de frutos, principalmente limones.

La presa, construida en la fecha mencionada por F. E. Brown, se componía de un muro que tenía en proyección horizontal la forma de un arco de 90 metros de radio y 140 de longitud, incrustado entre las dos vertientes del valle y notable por su débil espesor. Se componía de bloques de granito, con juntas de mortero de cemento. La altura total era de 19,50 metros y el espesor de 6 metros en la base y 0,95 en la coronación. Como la capacidad del depósito había venido á ser insuficiente

Se eligió, además, una forma particular y un sistema de construcción, como puede verse en las figuras 1.ª á 5.ª. La presa se compone, en efecto, de una serie de bóvedas inclinadas, cuyos arranques se enlazan á muros transversales ó contrafuertes. La obra comprende así 11 contrafuertes paralelos, separados 10 metros de eje á eje y de forma triangular, teniendo una escarpa de $\frac{1}{2}$ la longitud de su arista agua abajo, mientras que su arista agua arriba está formada de una parte vertical de 4,25 metros de altura, en la parte superior, y de una parte con escarpa de $\frac{1}{6},33$, en la inferior.

La altura máxima de estos contrafuertes es de 28 metros próximamente, sobre los cimientos, en tanto que su espesor, que es de 45 centímetros en su vértice, aumenta progresivamente hasta su base, para llegar, aproximadamente, á 1,20 metros. Los intervalos comprimidos entre estos contrafuertes están cerrados, en la cara agua arriba de la presa, por diez bóvedas rebajadas é inclinadas que se apoyan, en sus arranques, sobre las caras verticales y oblicuas anteriores de los contrafuertes. El

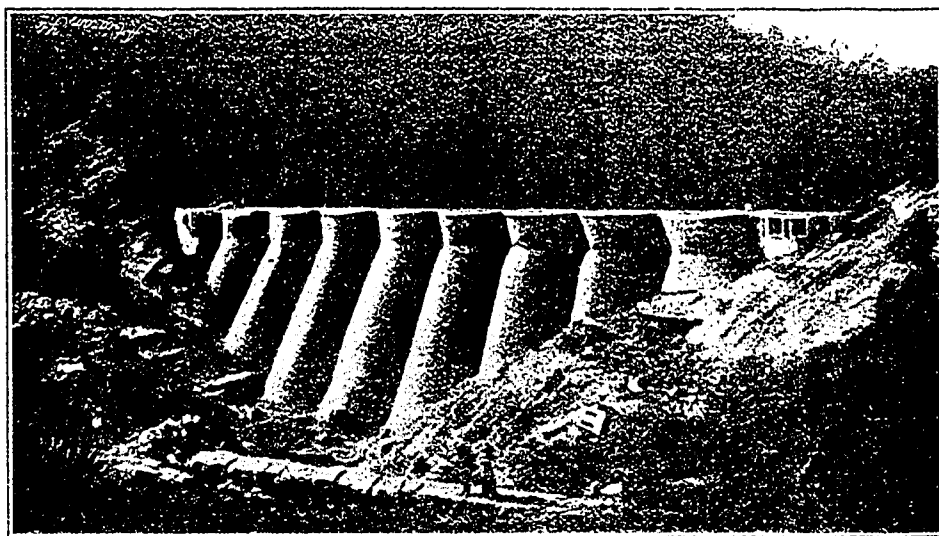


Fig. 1.ª

en estos últimos años, y como era imposible dar mayor elevación á la antigua presa, cuya resistencia se consideraba insuficiente, se resolvió construir, un poco agua abajo de aquélla, una nueva presa.

Se renunció al empleo de la mampostería ordinaria para la nueva obra, principalmente porque no se disponía de piedras en cantidad suficiente, y se adoptó el cemento armado.

extradós de estas bóvedas, construidas de cemento armado, es cilíndrico, de 5,18 metros de radio en toda su longitud; forma un arco de una abertura constante de $140^{\circ},6$, con una flecha de 3,41 metros. El espesor de la bóveda varía de 30 centímetros en la parte superior á 66, próximamente, en la inferior.

Para dar más estabilidad á los contrafuertes, se los ha arriostado transversalmente por tres vigas en T horizontales, regu-