

ladoras y grandes cortes en rocas que apenas dejan espacio en determinados puntos á pequeñas porciones de vega sostenidas por la sedimentación de las aguas. Es, pues, en la región inferior, cerca de la desembocadura, entre este río y el Guadalquivir, donde el terreno ofrece condiciones para el riego, y bajo este concepto, así como para prevenir las crecidas, conviene estudiar los puntos de embalse que se presentan en el río Bembezar.

Son tres los puntos principales que reúnen condiciones para este objeto. El primero, situado en el kilómetro 68, es una cerrada de más de un kilómetro, conocida por el nombre de los Cabriles, formada por rocas cuarcitas alternadas con las pizarras, que constituyen la formación general. El segundo punto de embalse se presenta inmediatamente después de la confluencia del Benajárfes, en el kilómetro 81, y es una angostura del cauce, en una longitud de 200 metros, formada por rocas de pizarras con crestones de roca caliza que parecen ser correspondientes al terreno carbonífero. Por último, en el kilómetro 112 se presenta la cerrada de los Angeles, constituida por rocas calizas que se extienden hasta la desembocadura del Guadalbacarejo, y desde la cual ensancha el valle y aparecen las fértiles vegas de Moratalla y Escalonias, de que hemos hablado. Respecto á las ventajas que pueda presentar cada uno de estos puntos, comparados entre sí para establecer un embalse, objeto es éste de un detenido estudio sobre el terreno, que habrá de hacerse en su día, cuando se trate de realizar el plan general de embalses á que nos hemos referido.

No obstante, daremos algunos datos relativos á la cerrada de los Angeles, que por su situación y proximidad á las vegas parece sitio preferente al objeto que nos ocupa.

(Se continuará.)

REVISTA EXTRANJERA

Las economías en las fábricas de electricidad.

De un artículo de Mr. Jules Buse, publicado en la *Revue pratique de l'électricité*, tomamos las siguientes notas.

Para muchos, la explotación de una distribución de energía eléctrica no es un buen negocio; muchas empresas industriales de este género han dado resultados comerciales deplorables. ¿Y por qué? Las razones son muchas; unas veces, el capital empleado es demasiado grande y el interés y la amortización absorben los beneficios; otras veces, el capital ha costado muy caro; frecuentemente, los que se proponen explotar el negocio son más industriales que electricistas, disponen de capital, pero carecen de conocimientos técnicos y principalmente prácticos; y, finalmente, ocurre muchas veces que se hacen mal entendidas economías en la instalación; se compran máquinas baratas, que luego resultan caras; se encarga la instalación á un contraísta de infima clase que se encarga de ella á precios irrisorios, por lo bajos, pero que se desquita en la calidad de los aparatos y de los materiales que emplea.

Existen saltos de agua en gran número, que se irán aprovechando. Gracias á las corrientes alternativas y polifásicas, la electricidad se transportará económicamente á grandes distancias, y pocas serán las poblaciones y aun pueblos pequeños que, dentro de poco, carezcan de su distribución de energía eléctrica.

En este artículo no hablaremos del costo de energía hidráulica, que varía con una multitud de circunstancias; trataremos solamente de la producción de fuerza motriz por medio de máquinas de vapor y del transporte de energía eléctrica por medio de corrientes alternativas.

En lo que al gasto de carbón concierne, la cifra es muy variable; si en algunas localidades se obtiene la hulla á 10 francos la tonelada, en otras hay que pagar por ella 30 ó 35 francos; pero en todos los casos el combustible es una de las partidas más importantes de los gastos totales de producción de fuerza motriz, y es preciso, por lo tanto, utilizar el carbón lo más completa y económicamente posible.

Las calderas antiguas, aquellos larguísimos cilindros, deben abandonarse; sólo deben emplearse las calderas tubulares, que permiten elevar la presión rápidamente y ofrecen más seguridad.

Si admitimos que uno de los tipos antiguos de calderas cuesta 55 francos por caballo, y que una tubular cuesta 90 francos por caballo, al recomendar ésta parecerá que preconizamos un gasto superior en un 60 por 100 al estrictamente necesario; pero admitamos que la caldera más cara nos da una economía de combustible solamente de 10 por 100; si quemamos 5 toneladas de hulla diariamente, á 30 francos, al cabo del año habremos economizado 5.000 francos por lo menos, es

decir, que este beneficio, no sólo compensará el gasto suplementario de instalación, sino que la caldera amortizará en muy poco tiempo y llegará á dar beneficio.

No hay exageración en lo que precede. Lo que nosotros decimos, está confirmado por la práctica; no son los objetos baratos los más ventajosos.

Siempre, por economía mal entendida, se comete una grave falta en la elección de máquina de vapor; se instala una máquina ordinaria que cuesta, supongamos, 42,50 francos por caballo, en lugar de una buena máquina *compound*, que costaría 55 francos por caballo, porque no se quiere pagar este aumento de costo de 30 por 100. Seguramente, existen buenas máquinas de vapor del tipo ordinario de un solo cilindro, que dan el caballo de vapor con un gasto de 16,5 gramos, pero una máquina *compound* sin condensación no necesitará más que 11,8 gramos por caballo, lo cual representa un aprovechamiento que es un 27 por 100 más elevado; estas cifras bastan para decidir en la elección de máquina de vapor.

Los precios que hemos indicado para calderas y máquinas, deben entenderse para tipos de 100 caballos; las de más fuerza costarán relativamente más baratas, pero persistimos en ser adversarios de las unidades de gran potencia para las estaciones centrales; siendo variable el régimen, en lugar de una sola máquina, es preferible poder disponer de la misma fuerza fraccionada en varios grupos, para irlos poniendo en marcha á medida que el consumo aumenta.

Algunos nos acusarán aquí de forzar las cifras. En efecto, hay aparente economía en comprar una sola máquina de 500 caballos con su correspondiente dinamo, en lugar de cinco máquinas de 100 caballos y cinco dinamos. Economía aparente decimos, porque no tendremos necesidad de los 500 caballos sino durante un tiempo muy corto, una ó dos horas cada día, como lo demuestran los diagramas de las estaciones centrales; durante el resto del día, la máquina de 500 caballos no marchará con carga completa, y á pesar de todas las expansiones y de todos los perfeccionamientos, el consumo específico de vapor por caballo no será el mismo, será mayor que cuando la máquina marcha con toda su carga, es decir, que por lo menos durante 2.000 horas al año se estará quemando carbón inútilmente, se derrochará dinero. Con cinco máquinas de 100 caballos, en lugar de una sola de 500, la marcha puede arreglarse de modo que los grupos electrógenos funcionen siempre con carga completa.

Debemos observar, además, que si se dispone de agua abundante, será muy ventajoso emplear una máquina *compound* con condensación; en este caso, el gasto por caballo y hora será solamente de 9,513 gramos de vapor, lo cual, sobre el aprovechamiento más arriba indicado, nos da un aumento de 15 por 100.

Observando las cifras citadas, se ve que la caldera que hubiera bastado para producir el vapor necesario para una máquina monocilíndrica de 100 caballos, será suficiente para alimentar una *compound* de 126 caballos, sin condensación, ó de 146 con condensación.

Resumiendo lo que precede: si admitimos que el carbón nos cuesta á 30 francos la tonelada, puesto en la fábrica, que su potencia de vaporización sea de 3.624 gramos de agua de alimentación por cada 453 gramos de hulla, podremos decir que con la máquina monocilíndrica sin condensación el gasto por caballo y hora será de 2.033 gramos de hulla, mientras que con la máquina *compound* con condensación no gastaremos por caballo y hora más que 1.178 gramos, es decir, que obtendremos una economía de 42 por 100 en el combustible.

No nos detendremos á hablar del enlace de la máquina con el dinamo; no cabe duda de que la transmisión, ya sea por correas, ya por cables, absorbe una parte de la fuerza, 5 por 100 según unos, y más según otros. Es evidente que, desde el punto de vista de la economía, el árbol motor debe acoplarse directamente al árbol del dinamo.

Tratemos ahora de la elección de dinamo, punto muy importante que merece toda nuestra atención. Hay que considerar primeramente si se trata ó no de alimentar simultáneamente motores y circuitos de alumbrado. En el primer caso, es recomendable un dinamo de 60 ciclos; esta periodicidad es, próximamente, la mejor para el servicio simultáneo de motores y alumbrado. Pero si se trata de alumbrado solamente, se encontrarán ventajas en los transformadores empleando un dinamo de 125 ciclos en lugar de uno de 60, á causa del aumento de inducción. Si la mayor parte de la carga ha de ser absorbida por los motores, será conveniente emplear una máquina polifásica, puesto que los motores polifásicos, hasta ahora, dan mejor resultado que los monofásicos. Estamos convencidos, sin embargo, de que antes de pocos años las máquinas monofásicas habrán hecho tales progresos que se abandonarán las polifásicas por inútiles, y entonces se simplificará mucho la distribución de luz y fuerza por corrientes alternativas.

Aun cuando en una distribución de electricidad para el alumbrado no se crea que ha de haber pedidos de energía para motores, es prudente preverlo y adoptar el dinamo de 60 ciclos, puesto que donde se dispone de energía eléctrica para el alumbrado, es probable que en plazo más ó menos próximo se la utilice también para motores.

Los transformadores rotatorios pueden funcionar mejor con 60 ciclos que con frecuencia mayor; las velocidades son menores, y menores también las alteraciones producidas por las máquinas.

Cuando el alumbrado y la fuerza motriz son distribuidos por los mismos circuitos, ó bien cuando se trata de alumbrado solamente, la fuerza electromotriz deberá elevarse á unos 2.200 voltios, para ser transformada después á 110 ó 120, ó sea en una proporción de 20 á 1. Con estos potenciales, las pérdidas en las líneas son, próximamente, las normales.

En las líneas aéreas es preciso emplear buenos aisladores de doble y aun de triple campana, con el fin de evitar las pérdidas excesivas y los circuitos cortos. Si los circuitos son extensos, los conductores deberán estar separados 0,30 metros unos de otros, en razón al aumento de inducción producida por la separación de los conductores.

El aislamiento depende de las circunstancias locales. En las poblaciones y donde haya que evitar las perturbaciones en las redes telegráficas ó telefónicas, convendrá emplear alambres con un buen forro de caucho. En campo raso se pueden emplear alambres sin cubrir inoxidable al aire.

En una instalación de distribución por medio de corrientes alternativas, deben estudiarse cuidadosamente los transformadores; su elección y su ubicación son importantísimas, puesto que de ellas depende el éxito financiero de la empresa.

Existe la práctica corriente de instalar un transformador para cada uno de los consumidores; en este caso debe cuidarse de que la capacidad del transformador sea suficiente para el máximo de consumo, y por lo tanto, debe ser proporcional al número de lámparas.

Por otra parte, á veces es preferible instalar en algunos puntos del centro de la población estaciones secundarias. Instalando un gran transformador en un punto conveniente, es posible, empleando como circuito secundario una distribución trifilar, alimentar las lámparas situadas dentro de un radio de 400 á 500 metros, con poca pérdida en la línea y con una cantidad de cobre no exagerada.

Si con un gran transformador se sirve á varios consumidores, su capacidad no debe ser igual al número total de lámparas colocadas en las casas de los consumidores porque es poco probable que todos ellos tengan al mismo tiempo encendidas todas las lámparas; la práctica y la estadística prueban que esta eventualidad no se realiza; en el caso considerado, la capacidad de los transformadores de las estaciones secundarias no debe ser más que del 40 ó 50 por 100 del número total de lámparas, y en algunos casos se podrá bajar hasta el 30 por 100; el número exacto no se podrá determinar sino después del estudio del régimen de alumbrado de los clientes.

De este modo se reducen los gastos de adquisición de transformadores, y además hay que tener en cuenta que el precio de los grandes con relación al número de lámparas que ha de alimentar es menor que el de los de pequeña capacidad.

La reducción de los gastos de instalación es, ciertamente, cosa importante; pero, sin embargo, en este sistema no constituye el principal beneficio. Cuando se trata de una instalación que funciona día y noche y no de un servicio para el alumbrado nocturno solamente, las pérdidas de los transformadores representan una gran parte de los kilovatios producidos. Y es evidente en este caso, que cuanto se intenta para reducir las pérdidas constantes constituirá un beneficio. Una de las ventajas comerciales que debe buscarse es una buena regularización.

El gasto de energía por lámpara es un factor que merece gran atención, sobre todo en las instalaciones pequeñas, en las que el alumbrado se suministra á tanto alzado; la fábrica no debe tratar de utilizar las lámparas de mucha duración porque son las que más vatios consumen, deben usarse lámparas que consuman 2,6 ó 2,5 vatios por bujía. En los contratos de suministro á tanto alzado, debía la fábrica encargarse de la reposición de lámparas y no apurarlas mucho porque sería una economía mal entendida, pues ya es sabido que cuanto más vieja es la lámpara mayor es el consumo por bujía, y por otra parte, hoy día, á pesar de todos los perfeccionamientos de las lámparas, de las cincuenta operaciones y cuarenta pruebas necesarias para su construcción, cuestan tan baratas que se las puede reemplazar á las 500 ó 600 horas de servicio.

Antes de poner en servicio un transformador hay que probarlo cuidadosamente para la regularidad, haciéndole funcionar de vacío, con

un cuarto de carga, con media carga y con carga completa; es preciso conocer las pérdidas tanto en el núcleo como en el cobre.

Para hacer la recepción de los transformadores en buenas condiciones, es necesario inscribir en varias columnas los resultados obtenidos ó indicar las fechas de las diversas pruebas, para asegurarnos de este modo de su rendimiento y rechazar aquel ó aquellos cuyos resultados no concuerden con las cifras indicadas por el constructor.

Las pruebas á que se someten los transformadores antes de ponerlos en servicio, tienen por objeto determinar tres cosas: la pérdida en el cobre y la regularidad en la tensión. Estas operaciones pueden hacerse de una manera tan sencilla como práctica, y que no requiere más aparatos que un amperímetro para corrientes alternativas, un voltímetro y un vatímetro.

Estos ensayos los haremos en la fábrica de electricidad ó en la estación secundaria de distribución; en ambos casos disponemos del cuadro de distribución. Empezamos por buscar la pérdida en el hierro.

De una generatriz *A* parte un circuito primario con una corriente de 2.000 voltios; en este circuito enlazamos en derivación un transformador ya probado y recibido *B*; en el circuito secundario á 100 voltios de este transformador, colocamos un vatímetro *C*, y los conductores los enlazamos á los terminales secundarios del transformador *D* que vamos á probar, dejando abierto el circuito primario de 2.000 voltios de este transformador.

Cuando lanzamos la corriente para hacer la prueba, el vatímetro registrará el número de vatios absorbidos por el núcleo del inductor; la cantidad de corriente que circula por los conductores que enlazan el vatímetro con el circuito secundario es tan pequeña, que no se tiene en cuenta; la energía absorbida por el empalme del vatímetro es una fracción despreciable, y puede considerarse como formando parte de la pérdida en el núcleo.

Esta prueba, como las otras dos de que hablaremos en seguida, debe repetirse frecuentemente; es decir, que los aparatos deben funcionar durante cierto tiempo, diez ó doce horas por lo menos; las indicaciones de los aparatos de medida, vatímetro, amperímetro y voltímetro, deben observarse y anotarse cada cinco ó diez minutos, y tomar la media de todas las indicaciones.

En el ensayo para determinar la pérdida en el cobre, procederemos de la siguiente manera.

Sea una generatriz *A* de la que parte un circuito primario á 2.000 voltios; sobre este circuito reunimos en derivación los terminales primarios del transformador *B*, probado y recibido. En uno de los conductores del circuito secundario á 100 voltios de este transformador, intercalamos una resistencia que pueda variarse á voluntad, y después un vatímetro *C*, y las dos extremidades de este circuito se unen á los terminales primarios del transformador *D*, que vamos á probar. La resistencia variable intercalada en el circuito secundario antes del vatímetro, nos permite regular el gasto de corriente; maniobrando esta resistencia, la corriente que circule en el circuito secundario del transformador *D*, puede tener el valor exacto necesario. El circuito secundario del transformador *D* se cierra en un amperímetro; las indicaciones de este aparato nos darán la capacidad exacta en amperes del transformador que estamos probando; en este caso, la cantidad de corriente utilizada antes de llegar el transformador es tan pequeña que puede despreciarse, y el número de vatios indicado por el vatímetro corresponderá á la pérdida en el cobre.

Para los ensayos de regularidad de la tensión no se emplea el transformador *B*, ya probado. El transformador *D*, que se va á probar, tiene sus terminales primarios enlazados al circuito primario de 2.000 voltios. En el circuito secundario, á 100 voltios de este transformador, intercalaremos un voltímetro, y después un cierto número de lámparas incandescentes en derivación, y de tal manera que podamos ponerlas juntas ó separadamente, dentro ó fuera de circuito. Probaremos primero con el circuito secundario de vacío, después con un cuarto de carga, con media carga y con carga completa, y alguna vez con más que la carga. En los cinco casos anotaremos las indicaciones del voltímetro; estas cifras nos darán el valor de la regularidad de la tensión de la corriente suministrada por el transformador que se prueba. Estos ensayos han de ser muy repetidos.

No podremos entrar aquí en todos los detalles de una distribución por corrientes alternativas, nos hemos limitado á la parte esencial, á la producción, el transporte y la utilización de la corriente eléctrica; si nos hemos extendido algo al tratar de los transformadores, es debido á que estos aparatos constituyen la parte esencial, y principalmente hemos querido indicar los medios de hacer fácil y rápidamente las pruebas para la recepción de estos aparatos.