

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

La fábrica termoeléctrica de Windsor (ESTADOS UNIDOS)

La producción y la distribución de la energía eléctrica son constantemente el objeto de medidas de centralización destinadas a asegurar una explotación económica. Pero en muchos casos, estas medidas están contrariadas por la existencia de una multiplicidad de fábricas y de redes, explotadas en condiciones muy diferentes para que se pueda pensar en poner en común su explotación sin modificaciones más ó menos profundas y más ó menos costosas. Sea como fuere, no cabe duda que ha de verse, dentro de pocos años, edificar fábricas ó grupos de fábricas que realicen de un modo feliz el ideal de centralización que empieza á germinar en la actualidad. Este ideal acaba de encontrar ya su justificación en una nueva instalación americana, concebida desde todos los puntos de vista para poder realizar la economía más completa.

Esta instalación, cuya descripción en sus grandes líneas hace M. L. P. en *Le Génie Civil*, tomándola de la publicada por el *Electric Railway Journal*, tendrá una potencia que no será inferior á 200.000 kilovatios: está situada en Windsor, en una región servida por las redes eléctricas de la West Penn Power C.^o y de la American Gas and Electric C.^o Esta central de vapor, que debe rivalizar en baratura con las fábricas hidroeléctricas mejor provistas de material, está económicamente colocada para el abastecimiento de agua y de carbón, y el lugar que ocupa es igualmente favorable con relación al centro de gravedad de las redes que consumirán su energía. Ofrece, en fin, un cierto número de ventajas económicas, de las que las principales consisten en la excepcional potencia de sus grupos generadores de energía, en la variedad de las cargas que soporta simultánea ó sucesivamente y que la aseguran, tomando el término consagrado por el uso en los Estados unidos y aun en Europa, un factor de diversidad excepcionalmente favorable.

Vamos á examinar sumariamente, siguiendo al autor del artículo que extractamos, algunas de estas ventajas antes de describir la instalación. Hay una que es particularmente curiosa y que merece muy particularmente llamar la atención de los lectores sujetos al régimen de cambio de hora. En efecto, la fábrica está situada á la proximidad de la línea de demarcación de dos haces de horarios distintos; de modo que hay, entre las horas de las

zonas servidas por las redes dependientes de la fábrica, una desacuñación por lo menos igual á la que arbitrariamente se impone entre la hora de invierno y la del verano, desacuñación que no deja de subsistir entre las redes y que se traduce por una desacuñación muy sensible entre sus diagramas de carga.

Ya estas cargas ofrecen, por el hecho de su diversidad, las ventajas de una superposición que tiene por efecto uniformar los valores y atenuar las variaciones de potencia: una gran parte de ésta es empleada en el abastecimiento de los tranvías, en la red de la West Penn Power C.^o, que presenta un desarrollo de más de 500 kilómetros y que utiliza más de 400 carruajes. Redes análogas surcan las zonas adyacentes de los tres Estados vecinos que pertenecen, como ya hemos dicho, á haces horarios diferentes y ofrecen prácticamente horarios, por lo tanto, desacuñados.

La carga corresponde, además, á servicios importantes de alumbrado y á servicios de fuerza motriz industrial de la mayor variedad.

El consumo de las dos Compañías que explotan en común la fábrica de Windsor son, en su conjunto, muy diferentes la una de la otra; cada una recibe de la fábrica su energía eléctrica por el intermedio de una estación instalada al aire libre, y constituida de manera de medir con precisión la energía recibida y elevar su tensión, antes de transmitirla á la red correspondiente.

Los terrenos ocupados por la fábrica de vapor y por sus dependencias tienen una extensión de 24 hectáreas; están directamente inmediatos al río Ohío, cuyas aguas utiliza la fábrica, y distan menos de 600 metros de una mina de carbón, que le proporciona la mayor parte del combustible necesario, estando suministrado el complemento por el Pennsylvania Railroad y sus ramales.

La Central tiene ahora en servicio dos grupos turboalternadores, de 30.000 kilovatios, y hay el propósito de proseguir la terminación, instalando otros cuatro grupos de potencia igual ó superior. Dos grupos suplementarios funcionarán ya este año.

El edificio afecto á las máquinas (fig. 1.^a) tiene una superficie de 84 metros por 86, próximamente.

Cada unidad de vapor de 30.000 kilovatios comprende un grupo turboalternador y cuatro calderas. Estas cuatro calderas representan dos baterías distintas de dos generadores, dispuestas frente á frente á una y otra parte de la nave central, que sirve á la sala de calefacción. Esta sala flanquea uno de los grandes lados de la sala de máquinas, y el cuadro de distribución flanquea el otro lado.

Los pisos principales de estas diferentes salas están todos al mismo nivel, á una altura que llega á cerca de 12 metros sobre

el suelo exterior, desnivel impuesto por el régimen irregular del río Ohio.

Esta uniformidad de nivel de los pisos ofrece grandes facilidades para la explotación, y el desnivel tan marcado ha presentado tan sólo el inconveniente de necesitar el empleo de una infraestructura metálica bastante costosa (fig. 1.^a).

Se ha construido ésta por medio de caballetes y tableros de acero, de un modelo tan uniforme como ha sido posible, obteniéndose la ventaja de alojar, en el vasto subsuelo reservado, depósitos de cenizas y carbón de una gran capacidad. Dos mil toneladas de carbón pueden así encontrar espacio debajo de la sala de calderas; del cual se las extrae por un transportador, que las vierte á voluntad en las diversas tolvas de alimentación de las calderas.

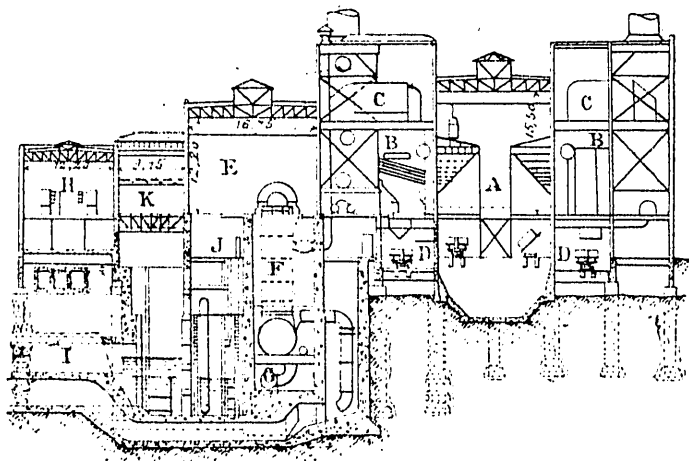


Fig. 1.^a

A, sala de calderas; B, calderas; C, economizadores; D, evacuación de cenizas; E, sala de turbinas; F, condensadores; G, bomba; H, aparatos; I, toma de agua; J, cilindro hidráulico; K, sala de los aparatos de gobierno.

La descarga del combustible en el subsuelo se hace directamente por los vagones que lo llevan de la mina, vagones del gálibo de los ferrocarriles que circulan en la fábrica por vías de la anchura normal. Los vagones de todas las redes de los ferrocarriles pueden, pues, llevar hasta los depósitos el carbón de cualquier procedencia en caso de que sea insuficiente la producción de la mina próxima de Richmond.

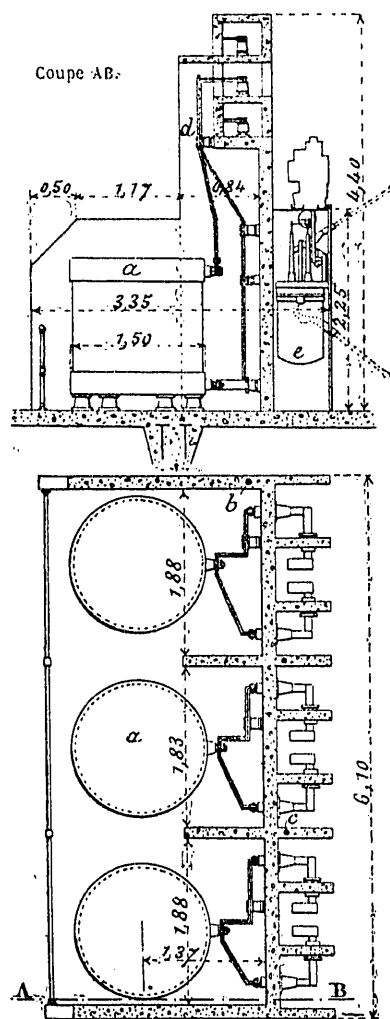
Un último detalle bastará para mostrar el cuidado con que, económicamente, se ha realizado toda la instalación; la potencia excepcional de los grupos turboalternadores arrastran una disipación de energía considerable bajo forma de calor, unas mangas de aire recogen el aire caliente de las máquinas y lo llevan al hogar de las calderas.

A causa del bajo precio de coste de la energía eléctrica producida por grupos turboalternadores tan potentes, se ha decidido gobernar casi todos los aparatos auxiliares de la fábrica de vapor y de la calefacción por medio de motores eléctricos. Estos motores son de 100 á 200 caballos para el servicio del condensador y de menor potencia para los otros servicios auxiliares. Las bombas de alimentación de la sala de calderas son prácticamente los únicos auxiliares para los cuales se ha dejado subsistir el gobierno de vapor.

Los alternadores desarrollan cada uno 30.000 kilovatios á la tensión de 11.000 voltios y á la frecuencia de 60 periodos por segundo. Las barras ómnibus del cuadro de distribución se duplican cada una por una barra ómnibus de reserva, pero se ha tenido cuidado de no realizar para las barras ómnibus de reserva la conexión en bucle que se ha realizado para las barras principales y se decidirá ulteriormente si es ó no ventajoso aplicar á los dos tipos de barras la misma solución. Cada alternador tiene su

sección propia de barras ómnibus, y para limitar el cambio de corriente de una á otra sección se interpone en los puntos de unión una bobina de reactancia de un valor de 5 por 100 próximamente (figuras 2.^a y 3.^a), reactancia que se puede, si es necesario, poner en cortocircuito por medio de un interruptor en paralelo con la bobina. Siempre que los alternadores se ponen en paralelo sobre las barras ómnibus, se mantienen separadas las secciones correspondientes de las barras ómnibus por medio de estas bobinas de reactancia, y como en este caso el cierre del interruptor en paralelo con la bobina ofrecería el inconveniente de suprimir la protección que se obtiene con las bobinas, se ha establecido un registro automático de la posición dada á estos interruptores.

Los interruptores de unión entre los alternadores y las barras ómnibus son interruptores de aceite de una capacidad de 2.000 amperios, instalados en una estación de interrupción de hormigón; en el subsuelo de este local están instaladas las reactancias



Figs. 2.^a y 3.^a

a, reactancias; b, c, barras de puesta á tierra; d, barras ómnibus; e, interruptores de aceite.

de protección de los *feeders* á 11.000 voltios, los transformadores de potencial y los pararrayos, así como las baterías llamadas á suministrar la corriente de gobierno y eventualmente la corriente de excitación. La energía necesaria á la excitación de cada uno de los grupos principales de 30.000 kilovatios se pide normalmente á una excitatriz establecida en el extremo de un árbol y teniendo una potencia de 210 kilovatios que le permite suministrar en caso de necesidad la corriente de excitación de dos grupos. Es para un socorro eventual muy improbable que las baterías de acumuladores en el subsuelo puedan ser llamadas á suministrar corriente de excitación; la seguridad respecto á este punto es ya muy

grande, por el hecho de que la fábrica comprende además un grupo transformador de 150 kilovatios á 250 voltios.

Los inductores de los alternadores pueden unirse todos á un juego de barras ómnibus que recorren toda la longitud del cuadro. A esta red de excitación se unen otros circuitos inductores que pertenecen á motores de aparatos auxiliares.

Para los servicios auxiliares se ha establecido un transformador de 1.800 kilovoltamperios que reduce la tensión de 11.000 voltios á 550; los auxiliares de corrientes alternas consumen hasta 1.500 kilovoltamperios. A este consumo viene á añadirse el de los motores auxiliares de corriente continua, ó sean todos los motores de elevación y de transporte, motores de grúas, de montacargas y de transportadores de carbón, así como motores de gobierno de las rejillas de carga automática, todos de corriente continua, funcionando á 600 voltios en un circuito alimentado por un motor generador especial.

Conviene hacer notar el cuidado con que se ha establecido la protección de los transformadores, á los que se ha provisto de aparatos de registro de temperatura y de aparatos de alarma que funcionan en caso de un calentamiento exagerado.

Como la tensión de 11.000 voltios no basta para servir económicamente la extensión del país sobre la cual se reparte la energía producida, se eleva una parte de la energía á la tensión de 25.000 voltios y otra parte á 66.000 para la red de la West-Pennsylvania; una parte de estas líneas será explotada también ulteriormente á 130.000 voltios, mientras que, para la red de la American Gas and Electric C.^o, una parte de las líneas está á 66.000 voltios y la otra á 130.000.

Las trasformaciones necesarias se hacen en subestaciones al aire libre, cuyas disposiciones recuerdan en todos sus puntos á las que ya hemos descrito en esta Revista.

Termina el artículo que extractamos diciendo que será de gran interés conocer los resultados de explotación de esta fábrica, cuando haya estado largo tiempo en servicio para justificar un dictamen respecto á su economía en marcha.

La destilación del alquitrán y el aprovechamiento de sus elementos

por

E. PIERNET

Ingeniero L. E. N., licenciado en Ciencias.

Las dificultades de aprovisionamiento de combustible y la elevación constante del precio de venta de este último han obligado á las distintas industrias que lo utilizan á procurar su máximo rendimiento. El autor examina en particular la posibilidad de conseguir un origen de fuerza motriz suplementaria, por medio del aprovechamiento completo del alquitrán, subproducto de la destilación de la hulla.

La tendencia general actual parece que se inclina á dar la preferencia á la destilación de todas las hullas que contienen una proporción suficiente de materias volátiles, sobre el aprovechamiento directo del combustible en bruto. Nosotros consideramos que es de mucha importancia el aprovechamiento de los subproductos, tanto más, cuanto que, aun en las instalaciones mejor organizadas, una gran parte de estos subproductos recuperados por la destilación se escapan por la chimenea en las fábricas que utilizan directamente el combustible en bruto.

I. *Subproductos combustibles que provienen de la destilación del alquitrán.*—Vamos á examinar de cerca los procedimientos por medio de los cuales se puede sacar todo el partido posible de la des-

tilación del alquitrán. Por procedimientos relativamente sencillos, esta destilación conduce fácilmente á la producción de

a) Aceites llamados ligeros, como el benceno, el tolueno y el xileno.

b) Aceites llamados medios y pesados; y de

c) Un residuo, brea ó pez que contiene frecuentemente el cuarenta por ciento de carbón puro.

II. *Aprovechamiento de estos subproductos.*—La mayoría de los aceites ligeros producidos pueden, sin sufrir ningún tratamiento secundario, ser utilizados directamente para la alimentación de los motores de esencia, en vez de los aceites de petróleo; tal sucede, por ejemplo, con el benzol. Los aceites pesados podrán utilizarse para alimentar los motores semi-Diesel ó Diesel. Por otra parte, se conoce la importancia actual del tolueno, cuyo compuesto nitrado, el trinitroloeno, es un explosivo de efecto muy fuerte.

La brea, residuo de la destilación del alquitrán, es por sí misma utilizable directamente como combustible, gracias al empleo de los quemadores Omega. Como más adelante veremos, la brea puede emplearse, bien sea para caldear directamente los hornos para destilar el alquitrán en el procedimiento de destilación Sulzer, bien sea para producir el vapor necesario en el procedimiento llamado de la superposición de las densidades.

Por lo que precede vemos, por consiguiente, que una fábrica generadora de electricidad, que ofrece la destilación del combustible que debe utilizar, puede hallar un origen importante de energía empleando, por un lado, en los motores llamados de esencia, una parte de los aceites ligeros que provienen de la destilación del alquitrán, y por otro lado los aceites pesados en los motores Diesel ó semi-Diesel. La brea que proviene de la destilación será por sí misma una rueda en el ciclo y servirá como complemento, en el empleo de quemadores especiales, al combustible necesario en la destilación del alquitrán. En un artículo de Potter (1) se dice que los aceites pesados no pueden ser utilizados más que con máquinas de quemador, del tipo Diesel ó semi-Diesel, que funcionan á una compresión de unos 21 kilogramos por centímetro cuadrado. Los motores Diesel permiten realizar una gran economía de combustible y funcionan con los aceites más pesados; el rendimiento térmico de estos motores es, aproximadamente, del 30 por 100. A pesar de estas ventajas, el motor Diesel se utiliza muy poco en América, porque allí abunda el combustible líquido y porque se prefiere emplear aceites más ligeros, que provienen de la destilación del petróleo, en los motores de ciclo Otto, cuyo precio de coste es tres ó cuatro veces menor que el del motor Diesel, pero cuyo rendimiento térmico no es superior al 20 por 100. En Europa, donde los aceites de petróleo son más escasos y más caros que en América, nos es más conveniente utilizar los aceites pesados, directamente en los motores Diesel ó semi-Diesel. Es, por lo demás, un modo de obrar que ya antes de la guerra tendía á generalizarse y que después ha tomado mucho más incremento.

III. *Dos métodos sencillos para operar la destilación del alquitrán.*—Veamos ahora, con bastante detalle, dos sencillos métodos que, sin grandes instalaciones costosas, permiten separar los elementos más principales del alquitrán: aceites ligeros, pesados y la brea.

a) Un primer procedimiento, llamado procedimiento Sulzer, ha sido descrito por W. Solton (2). Recordaremos el principio en pocas palabras.

(1) *Electrical World* del 9 de Junio de 1917, tomo LXIX, núm. 23, páginas 1100-110.

(2) *Bulletin technique de la Suisse romande* del 11 de Agosto de 1917, tomo XVI.