

disputa lo más importante. 2.º De los *Datos estadísticos*, para tener términos de comparación con otras obras ejecutadas, no ya sólo teniendo en cuenta el coste y duración, sino también el número de operarios de todas clases empleados en las obras, el consumo de dinamita, carbón, cales, arenas, piedra y materiales de todas clases, etc., etc.; y 3.º De las *Conclusiones* que el examen de los resultados obtenidos en esta y otras obras arroja, no sólo desde el punto de vista económico, sino también en el técnico, en el empleo de las perforadoras y compresores, en la colocación de la galería de dirección, etc., etc.

De estos tres puntos nos ocuparemos, pues, respectivamente, en los capítulos XXIII, XXIV y XXV.

Creemos suficiente lo expuesto para dar á comprender el criterio que nos ha guiado en la disposición del plan de esta obra.

MOTORES EMPLEADOS EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

En la Naturaleza nada se pierde y nada se crea: todo se transforma.

I.

Son rápidos los adelantos que de día en día se suceden en la construcción de los generadores de electricidad llamados máquinas dinamo-eléctricas: actualmente la electricidad se fabrica por procedimientos industriales y se pone al alcance de los consumidores, ni más ni menos que si se tratara del gas y agua, con los que ya estamos familiarizados, y cuyo consumo diario es anotado por contadores especiales establecidos en las casas.

Las instalaciones para el aprovechamiento de la electricidad en el alumbrado se hacen de una manera más cómoda y con mayor economía que si se tratara del alumbrado ordinario por medio del gas, obteniéndose la luz dando una vuelta al conmutador, sin ningún riesgo en el manejo y uso de la corriente eléctrica, desapareciendo en absoluto las catástrofes que con el empleo del gas se han registrado en muchas ocasiones.

La forma con que la electricidad hace su ingreso en las casas no puede ser más aceptable: dos conductores metálicos parten de la fábrica, sirviendo para dar paso á través de su masa á millares de caballos de vapor, cuya fuerza van repartiendo por todo el circuito, y cuyo aprovechamiento no se reduce tan solo al alumbrado público y privado, sino que puede utilizarse también para dar movimiento á los centenares de máquinas de todas especies que se encuentran en el recinto de las poblaciones, tales como máqui-

nas de coser, sierras, ventiladores, bombas de incendio, ascensores, etcétera, etc., y también puede dedicarse esta energía á la carga de acumuladores para mover toda clase de vehículos y suprimir por completo la tracción animal en las ciudades.

De los dos conductores que hemos visto salir de la fábrica y que pudiéramos llamar principales, se ramifican otros de menor importancia ó secundarios, para conducir la corriente eléctrica á las diversas zonas ó cuarteles de la población, y de éstos arrancan á su vez los hilos que directamente penetran en las casas, pasando por el intermedio del contador, el cual indica hora por hora la cantidad de electricidad consumida.

Una vez que estos dos hilos han hecho entrega á los mecanismos del contador para que registren la cantidad de energía eléctrica que se consume, recorren juntos todas las habitaciones de la casa, derivando en cada una de ellas pares de hilos cuyo remate ó término es una lámpara de incandescencia en la mayoría de los casos, que se compone de un globo de cristal dentro del que se ha hecho el vacío, conteniendo un filamento de carbón sumamente delgado, cuyos extremos están en contacto con los hilos de cobre que llegan hasta la lámpara.

La corriente que marcha á través de los conductores, encuentra en el tenue hilo ó filamento de carbón una resistencia y se produce viva claridad nacida en la breve lucha que sostienen por un lado la energía de la corriente y por otro la resistencia del filamento, venciendo siempre aquélla, que más poderosa y tenaz, enrojece y destruye al cabo de algún tiempo el hilo de carbón; pero la corriente eléctrica pierde algunas fuerzas en la contienda, fuerzas que son anotadas escrupulosamente por el contador y representan la energía consumida en la producción de la luz.

La máxima duración de los filamentos de las lámparas es de *mil* horas cuando la energía consumida para dar la intensidad de una bujía es de *seis milésimas* de caballo de vapor en cada *segundo* de tiempo.

Los filamentos que se emplean en las lámparas son muy diversos, pues cada fabricante tiene procedimientos y detalles especiales, llegando algunos á guardar la más absoluta reserva sobre la construcción de sus lámparas.

Edisson emplea fibras de bambú carbonizado; *Gerard*, cok reducido á polvo muy fino, mezclado con goma, comprimiendo después la pasta y pasándola por la hilera; *Swon*, hilos de algodón tratados por inmersiones bastante prolongadas en ácido sulfúrico, carbonizándolos después; *Lane Fox* emplea fibras de abedul, que limpia previamente en una disolución concentrada de potasa, calentando después las fibras en moldes de plombagina; *Cruto*, usa hilos de platino que coloca dentro de la ampolla de la lámpara que contiene bicarburo de hidrógeno, y hace pasar una corriente eléctrica á través del hilo, que al descomponer el gas encerrado en la

ampolla, produce la combinación del platino y carbono; *Woodhouse* y *Rawson* emplean un filamento, cuya composición parece ser un hilo de algodón endurecido por un depósito de hidrocarburo descompuesto por la corriente; *Maxim*, corta papel bristol en forma de una M y lo carboniza entre dos placas de fundición.

Los filamentos que acabamos de indicar son los más usados actualmente en las instalaciones de alumbrado eléctrico.

Hemos dicho que para la producción de la luz se necesita una determinada cantidad de energía que los conductores conducen á través de su masa; esta cantidad de electricidad se obtiene industrialmente por medio de una máquina, compuesta en su esencia de un carrete de alambres y de un imán.

Sabemos que al acercar uno de los polos de un imán á un conductor metálico, se produce en éste una corriente eléctrica que dura un tiempo muy corto, pero que puede apreciarse colocando en el circuito del alambre un golomómetro; otro tanto sucede al separar el polo del imán. Esta segunda corriente recorre el alambre en sentido inverso que la primera engendrada al acercar el imán.

En este fenómeno, en apariencia tan sencillo, está fundada la producción industrial de la electricidad.

El alambre donde se desarrolla la corriente forma una serie de bobinas que comunican unas con otras, y á cuyo conjunto se puede dar un movimiento de giro alrededor de un eje horizontal, de modo que se vayan presentando sucesivamente delante de los polos de un imán, formándose, según acabamos de ver, una serie de corrientes eléctricas que se reúnen todas en un colector, dando lugar á una corriente general, cuya intensidad depende de la fuerza del imán y de la rapidez con que éste se presenta delante de las bobinas, llamadas *inducidas* á causa de producirse la corriente por la inducción de los imanes sobre los carretes; para obtener la corriente lo que hace falta es el movimiento relativo, y el mismo efecto se produce si las bobinas se mueven enfrente de los imanes, permaneciendo éstos fijos.

Vemos, pues, que la producción de la corriente se efectúa siempre que, por un procedimiento cualquiera, consigamos hacer girar rápidamente las bobinas inducidas presentándolas sucesivamente delante de los polos del imán; hace falta, por lo tanto, disponer de una fuerza de suficiente energía para que las bobinas se muevan y éstas engendrarán la corriente eléctrica, que ha de ser conducida por los alambres hasta el filamento de las lámparas, que espera pacientemente la llegada de la electricidad para producir la luz.

¿Queremos electricidad? Pues es preciso hacer un esfuerzo y mantener el movimiento de la bobina; la luz cuesta, por lo tanto, un desarrollo de

energía en cantidad más ó menos grande, según la potencia de las lámparas; cuanto mayor es la intensidad luminosa que deseamos obtener, tanto mayor será el esfuerzo que hay que desarrollar para dar movimiento á las bobinas, puesto que éstas han de girar más deprisa y presentarse mayor número de veces delante del imán inductor.

El gasto de la energía necesaria para producir luz en una lámpara eléctrica se expresa en kilográmetros y caballos de vapor, de la misma manera que si de máquinas térmicas ó hidráulicas se tratara; estas son las unidades hoy día en uso para medir el trabajo de las máquinas, y como la electricidad no es más que una expresión de la energía, como lo es el calor y también la luz, parece natural emplear para conocer el trabajo de las máquinas eléctricas las unidades ya conocidas.

Tenemos, por lo tanto, que admitir que la producción de luz eléctrica exige un determinado número de kilográmetros ó caballos de vapor de fuerza, según sea la intensidad luminosa y el sistema de lámpara empleado; para producir este trabajo en el interior de las habitaciones y poner incandescente el filamento de las lámparas, se requiere otro trabajo equivalente en la máquina eléctrica que pueda poner en movimiento la bobina ó carrete inducido que en presencia del imán ha de engendrar la corriente.

Gastamos caballos de vapor en dar movimiento á la dinamo para obtener caballos de vapor en el filamento de las lámparas; ¡nada se da gratis en la Naturaleza! Toda transformación de energía necesita un trabajo; tenemos, pues, que buscar una fuerza que pueda desarrollarlo y mueva la máquina generadora de electricidad.

Diversos son los motores que pueden emplearse para este objeto: máquinas de gas, de petróleo, de aire caliente, de aire comprimido, de vapor ó hidráulicos, y en ocasiones los molinos de viento.

Las máquinas pertenecientes á las tres primeras categorías se emplean en alumbrados de pequeña importancia y en instalaciones aisladas.

Estas máquinas tienen en su favor el pequeño espacio que ocupan, por ser de reducidas dimensiones; no necesitan caldera como las de vapor y ofrecen bastante seguridad. Para evitar la marcha irregular que ofrecen los motores de un solo cilindro, se suele duplicar el volante disponiendo también volantes en las transmisiones; hoy día se construyen motores de dos cilindros conjugados, que dan una velocidad absolutamente constante; pero no sirven estos motores para las instalaciones en que se requiere una gran fuerza motriz por resultar á precio elevado el caballo-hora, y por las dificultades inherentes á poner en marcha estas máquinas, operación que hay que practicar á brazo, á menos de tener un motor de pequeñas dimensiones dedicado exclusivamente á este objeto.

Para evitar el empleo del gas del alumbrado, cuyo precio suele ser

excesivo en algunas poblaciones, Mr. Dowson, de Manchester, ha combinado un aparato para fabricar económicamente gas, mediante la reacción de una corriente de vapor de agua sobre una masa de carbón incandescente; el aparato de Mr. Dowson comprende una caldera para la obtención del vapor, un transformador que convierte el vapor de agua en gas, un purificador y un gasómetro; según el inventor, bastan 20 kilogramos de hulla y cuatro litros de agua para obtener 100 metros cúbicos de gas; éste se compone de una mezcla de hidrógeno, óxido de carbono y nitrógeno. Los resultados que el inventor da como ciertos nos parecen algo exagerados.

Resulta, sin embargo, que el calor producido por la inflamación del gas Dowson no es más que la quinta parte del que se obtiene por el gas ordinario de hulla, de modo que se necesita un volumen cinco veces mayor para obtener la misma potencia calorífica.

Los motores comprendidos en la cuarta categoría, fundados en la fuerza elástica del aire comprimido, requieren para que la producción resulte económica, que haya previamente establecida una fábrica de compresión de aire, distribuyéndose éste á domicilio por medio de una cañería análoga á la del gas ordinario. Mr. Victor Popp ha establecido en París una fábrica en estas condiciones, conduciendo el aire comprimido hasta el centro de la población, que es donde el consumo tiene lugar principalmente, por medio de una cañería de 10 kilómetros de longitud.

Las máquinas que utilizan el aire comprimido como motor son muy ventajosas; no producen humo, ocupan poco espacio, necesitan poca fuerza para ponerlas en marcha, se prestan á tenerlas siempre más limpias que las de gas y petróleo y no pueden ocasionar incendios.

Las máquinas cuyo movimiento está basado en la fuerza del vapor de agua son las más empleadas en todas las aplicaciones industriales, pues hecha excepción de los motores hidráulicos, son las que producen el trabajo con más economía.

Dejamos para otro día el desarrollo de los cálculos sobre el rendimiento de la potencia calorífica de la hulla en la producción de luz eléctrica, y podrá apreciarse la enorme cantidad de energía que absorben los mecanismos de transmisión, máquinas eléctricas, conductores y lámparas.

Cádiz.

ENRIQUE MARTÍNEZ

Ingeniero de Caminos.

MADRID: 1892.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE GREGORIO JUSTE.

Calle de Pizarro, número 15, bajo