

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

BOLETIN

AÑO DE 1894.

Madrid 20 de Septiembre.

Núm. 26.

TRACCIÓN ELÉCTRICA

(Continuación.)

La *reversibilidad* de las máquinas dinamo-eléctricas, cualidad de que ya nos ocupamos al tratar de los electro-motores, y los aparatos acumuladores, nos proporciona el medio de recoger y almacenar este trabajo perdido en calor. Si adoptamos para la batería de acumuladores, al bajar estas pendientes, una agrupación tal, que su fuerza electromotriz sea menor que la del dinamo, lo cual se consigue por medio facilísimo, en cualquier momento dado, con auxilio de conmutadores ó de un regulador, la dinamo pasará por este solo hecho de *receptriz á generatriz*, y cambiada la dirección de la corriente en el circuito, comenzará á cargar los acumuladores; proporcionándonos además la manera de recuperar parte al menos del trabajo gastado, pues la operación de la transformación del trabajo mecánico en energía eléctrica, nos cuesta siempre un interés ó un rédito, que puede calcularse en un 20 por 100, un *enfrenamiento eléctrico* que podría llamarse *recuperador de trabajo*; de modo que, solo cuando éste no bastase para *defener* la creciente aceleración de velocidad del carruaje, es cuando se recurriría al freno mecánico, y esto por cortos intervalos.

Tenemos en el viaje propuesto 52.636 metros de bajada superior á 0^m,008 por metro, que producen un desnivel de 675, según la tabla que va al principio, en que la gravedad pone á nuestra disposición un trabajo, de $675 \times 700 = 472.500$ kilográmetros, de los cuales, descontado el 20 por 100 de interés de transformación (permítaseme la frase), nos quedarán 94.500; que deducidos de los 1.613.802, hallados como precisos para el viaje dado en las condiciones de velocidad y peso señaladas, nos harán ver que el trabajo líquido á efectuar es de 1.519.302 kilográmetros.

Ahora bien; en la conversión de la energía eléctrica en trabajo mecánico hasta el árbol del electro-motor, se pierde del 15 al 20 por 100 (pondremos también el 20 por precaución); y el 10 por 100 en las transmisiones desde este árbol á las ruedas motrices del carruaje; luego de la energía que llevemos almacenada solo aprovecharemos para la tracción en las ruedas motrices del coche una fracción que valdrá:

$$0,80 \times 0,90 = 0,72.$$

Es decir; que en definitiva, solo se recupera en la tracción el 72 por 100 de la energía almacenada en los acumuladores, perdiéndose el 28; razón por la que tendremos necesidad de llevar en éstos una energía representada por un número tal que descontado del mismo

el 28 por 100 nos dé 1.519.302. Este número será $\frac{1.519.302 \times 100}{72} = 2.110.142$

kilogrametros, ó sea 7,82 caballos hora.

Como cada uno de los acumuladores tipo Peral, número 13, da 94.320 kilogrametros por segundo, al régimen normal nos bastarán 23 de estos aparatos para llevar la energía de 2.110.142 kilogrametros que nos resulta indispensable; mas conviniendo por una parte para la conservación de los acumuladores no descargarlos nunca por completo, y siendo por otra de conveniencia también el poder disponer en cualquier momento de un sobrante de energía en el viaje para el caso de un accidente imprevisto, en el que sea preciso vencer una resistencia anormal ó aumentar el peso ó carga del vehículo ó la velocidad en un trayecto cualquiera, fijaremos en 24 el número de estos aparatos.

De acuerdo con lo que expusimos anteriormente, para evitar el que los acumuladores no se descarguen todos por igual al variar la energía del motor, según el perfil del camino y las velocidades exigidas, dispondremos los 24 acumuladores de manera que podamos variar la fuerza electromotriz de la batería, siempre que sea necesario, sin que por ello deje de funcionar el número completo de acumuladores.

Con tal objeto formaremos tres pilas parciales ó series de 8 acumuladores y, por medio de un regulador ó de un juego de conmutadores, las agruparemos de los tres modos siguientes:

1.º Las tres pilas en serie ó tensión, lo cual nos dará una fuerza electromotriz de $24 \times 2 = 48$ volts.

2.º Dos pilas unidas en cantidad y la tercera enlazada á aquéllas en ten-

sión. La fuerza electromotriz será de $16 \times 2 = 32$ volts.

3.º Las tres pilas unidas en cantidad. La fuerza electromotriz será de $8 \times 2 = 16$ volts.

Debe tenerse presente que en los tres agrupamientos citados, la energía de la corriente de descarga de la batería permanece la misma, ó que, en otros términos, el número de wats de esta corriente, que es el producto de I por E , no ha variado. En efecto; al plegar sobre sí mismas en el tercer agrupamiento, por ejemplo, las tres pilas que teníamos desplegadas ó unidas, una tras otra en el primero, dividimos por 3 el número de elementos en serie de la batería y quedaron enlazados respectivamente entre sí los tres polos positivos y los tres negativos de aquéllas, formándose, por tanto, de cada tres acumuladores uno solo de un tamaño tres veces mayor. Por el primer hecho quedó dividido por 3 el factor E , que representa la fuerza electromotriz ó los volts, y por el segundo quedó multiplicado por 3 el factor I , que representa la intensidad ó los amperes de la corriente; luego el producto de los factores I , E , ó sea el número de wats, no ha variado, y por tanto, hemos conseguido lo que nos proponíamos, que era variar la fuerza electromotriz de la corriente sin variar el número de acumuladores en funcionamiento á fin de que todos se descarguen por igual.

Al conseguir esto, hemos hecho lo que realizan ciertos aparatos, cuyo objeto es transformar una energía eléctrica en otra de la misma clase, por lo cual se llaman *transformadores*, aunque sin la pérdida que estos aparatos llevan consigo; hemos rebajado la altura ó el nivel de la corriente, pero he-

mos aumentado su grueso ó su masa; ya no subirá tanto, no irá tan lejos, pero su intensidad será mayor. Para no gastar sino la precisa, intercalaremos en el circuito, además de la resistencia del motor, otras resistencias crecientes ó variables al pasar de uno á otro de los agrupamientos señalados.

Teniendo en cuenta que la mayor energía que debe desarrollar por segundo el electromotor es la que se necesita para la arrancada del carruaje en una pendiente ascendente de 0^m,015, que es el mayor desnivel de la línea, y que esta energía es de 64,40 kilográmetros, nos bastará con un motor de la fuerza de un caballo.

La fuerza electromotriz del motor podremos fijarla en 28 volts para que se halle comprendida (como valor) entre la de la batería y la mitad de ésta, excepto en los períodos de *recuperación de trabajo*, en que necesariamente la fuerza electromotriz de la dinamo ha de ser mayor que la de la batería colocada en el tercer agrupamiento, pues de lo contrario ésta no se cargaría.

El motor será de circuito principal ó excitado por esta misma corriente, su consumo en amperes de 19,53 y de 937,4 wats, su resistencia de 2,5 ohms y su rendimiento de 0,80.

Deberá ser de doble transmisión, una para cada rueda motriz del carruaje, verificándose por cadena y ruedas dentadas como en los velocípedos actuales.

Hé aquí ahora el uso de los tres agrupamientos dispuestos:

El primero, todo *en tensión*, nos proporciona una energía eléctrica, al régimen normal, de 19,53 amperes $\times$ 48 volts = 937,4 wats, y una energía mecánica en las ruedas motrices del

carruaje de 75 kilográmetros. Se empleará, á través de una serie de resistencias *decrecientes* hasta cero, con objeto de evitar las sacudidas, para las arrancadas en las pendientes de 0,015, que exigen un esfuerzo de 64,40 kilográmetros, y para vencer resistencias mecánicas imprevistas y obtener velocidades anormales necesarias en cualquier momento dado. Este agrupamiento fatiga los acumuladores y no debe emplearse sino en los casos señalados.

(Se continuará.)

ORIENTACION Y REFERENCIAS

(Continuación.)

El sistema mixto participa en su disposición de los dos anteriores. Se escoge un punto intermedio entre cada dos estaciones consecutivas, visible desde ellas, pudiendo la distancia que las separa ser igual á la del sistema precedente; es decir, doble de la máxima adoptada para las observaciones de precisión; pero se necesita en este caso, como en el primero, que cada dos estaciones contiguas sean también visibles una de otra, á fin de poderse observar mutuamente, aunque sea en condiciones de lectura de mira de menor claridad.

Para verificar la orientación exacta del instrumento, que suponemos es un taquímetro, y en el caso en que se adopte el primer sistema de enlace ó el tercero; es decir, uno de los dos en que desde cada estación pueden verse las dos contiguas, se procederá como sigue. Después de situar, como es debido, el instrumento en la estación del