

# REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

## BOLETIN

AÑO DE 1891.

Madrid 30 de Septiembre.

Núm. 27.

### TRACCIÓN ELÉCTRICA

(Continuación.)

De este agrupamiento se pasa al segundo ó de *semilensión* por intermedio de una serie de resistencias *crecientes*. Este agrupamiento debe ser el más usado. Nos proporciona una energía eléctrica que puede llegar hasta 838 wats y una energía mecánica en las ruedas del carruaje de 60 kilográmetros, capaz para los arranques en todas las pendientes de la línea, y para obtener velocidades muy superiores á las fijadas como límite, que no debemos traspasar ante la consideración de que, haciéndolo, pudiera agotarse la energía almacenada antes de haber terminado el viaje.

De este agrupamiento se pasará á la apertura del circuito por una segunda serie de resistencias *crecientes*.

Se marchará á *circuito abierto* en los descensos próximos á 0,008 en que no se necesita trabajo para mover el carruaje.

En los descensos superiores á 0,009 se pasará al tercer agrupamiento de *recuperación de trabajo* por el intermedio de otra serie de resistencias *decrecientes* hasta cero, para acrecer gradualmente la intensidad de la corriente de carga y la acción de este *enfrenamiento eléctrico*, pues, según hemos indicado, siendo la fuerza electromotriz

de la batería en este agrupamiento menor que la del motor, y movido éste á su vez por el descenso del carruaje, se convierte en dinamo *generatriz* y envía su corriente á la batería, que recuperará parte de su energía gastada.

Pudiendo calcularse en 450 kilogramos el peso de los 24 acumuladores, el peso total del carruaje puede repartirse del modo siguiente:

|                                          |                |
|------------------------------------------|----------------|
| Carruaje.....                            | 70 kilogramos. |
| Acumuladores.....                        | 450       »    |
| Motor, regulador,<br>transmisiones, etc. | 50       »     |
| Dos personas.....                        | 130       »    |
| Total.....                               | 706       »    |

El importe de los acumuladores puede llegar á  $24 \times 59 = 1.416$  pesetas.

El del motor, transmisiones, regulador, resistencias, etc., á unas 1.500 pesetas.

Hemos fijado ya anteriormente, de acuerdo con Mr. Reynier, que en la conversión del trabajo mecánico en energía eléctrica solo se obtiene el 80 por 100, perdiéndose el 20; que en la conversión de la energía eléctrica de los acumuladores en trabajo mecánico hasta el árbol del electromotor solo se aprovecha otro 80 por 100 de la energía eléctrica almacenada y, finalmente, que desde dicho árbol hasta las ruedas motrices del vehiculo se pierde un 10

por 100; de lo cual resulta en definitiva que solo se aprovecha en las ruedas motrices del carruaje una fracción del trabajo mecánico dado por la máquina de vapor, que vale

$$0,80 \times 0,80 \times 0,90 = 0,57.$$

Luego para un viaje como el de nuestro ejemplo, que hemos visto exige 7,83 caballos-hora, la máquina de vapor habrá de gastar 13,72.

Si valuamos en 0,10 pesetas el coste del caballo-hora de vapor, comprendiendo el interés y amortización de la maquinaria, dinamos cargadoras, local y mano de obra, haciendo por nosotros mismos la carga de nuestros acumuladores, la fuerza motriz para el viaje redondo propuesto nos costará

$$13,72 \times 0,10 = 1,37 \text{ pesetas,}$$

ó sea á 0,18 pesetas el caballo-hora eléctrico.

Según la tarifa de la compañía general Madrileña de Electricidad en Ma-

drid, el precio de los 100 wats-hora es de 0,12 pesetas. Por consiguiente, cargando nuestros acumuladores con el fluido que suministra y distribuye esta Compañía, nos costará cada viaje de ida y vuelta á Talavera 7,08 pesetas, 0,03 por kilómetro ó 0,013 por persona y kilómetro.

#### OTRO CASO

Producir la tracción eléctrica por acumuladores de un vehículo de 4 ruedas, cuyo peso total sea de 500 kilogramos, á una velocidad media de 8 metros por segundo en la línea férrea de Madrid á Griñón, para un viaje de ida y vuelta entre estas estaciones.

La longitud del viaje es de

$$28.680 \times 2 = 57.360 \text{ metros.}$$

La altura á que hay que elevar el carruaje es de 204 metros, repartida del modo siguiente:

|                                      |               |                     |
|--------------------------------------|---------------|---------------------|
| Pendientes ascendentes de 0,007..    | 2.999 metros. | Desnivel 21 metros. |
| Idem id. de 0,008..                  | 875 "         | id. 7 "             |
| Idem id. de 0,009..                  | 1.440 "       | id. 13 "            |
| Idem id. de 0,010..                  | 1.300 "       | id. 13 "            |
| Idem id. de 0,012..                  | 6.083 "       | id. 73 "            |
| Idem id. de 0,015..                  | 2.253 "       | id. 77 "            |
| TOTAL.....                           | 14.950        | 204                 |
| Las pendientes descendentes serán... | 14.950        |                     |
| y los trozos horizontales...         | 27.460        |                     |
| TOTAL.....                           | 57.360        |                     |

Las velocidades parciales pueden ser:

En los trozos horizontales, de 7 metros por segundo.

En las pendientes ascendentes hasta 0,007, de 5 metros por id.

En las pendientes ascendentes de 0,008 á 0,015, de 3 metros por id.

En las pendientes descendentes hasta 0,010, de 12 por id.

En las pendientes descendentes de 0,010 á 0,015, 17 por id.

Deberán hacerse 10 paradas; 2 en cada una de las estaciones comprendidas y se supone que pueda haber necesidad de hacer otras 2 en los trayectos intermedios.

El trabajo de tracción se compondrá:

1.º Del trabajo necesario para ven-

cor las resistencias pasivas, que es

$$500 \times 42.411 \times 0,008 = 169.644 \text{ kilográmetros.} \quad (a)$$

2.º Trabajo de elevación:

$$500 \times 204 = 10.200 \text{ kilográms.} \quad (b)$$

3.º Fuerza viva que hay que imprimir al carruaje para darle las velocidades fijadas, y es:

$$(F = \frac{1}{2} MV^2)$$

$$\text{Para 5 arran-} \left| \begin{array}{l} 50 \times 7^2 \\ \hline 2 \end{array} \right| \times 5 = 6.125 \\ \text{cadas á 7 ms. por segundo.}$$

$$\text{Para 5 id. á 5 ms. por id.} \left| \begin{array}{l} 50 \times 5^2 \\ \hline 2 \end{array} \right| \times 5 = 3.125$$

$$\text{Para 2 id. á 3 ms. por id.} \left| \begin{array}{l} 50 \times 3^2 \\ \hline 2 \end{array} \right| \times 2 = 450$$

$$\text{TOTAL.....} 9.700 \text{ kilográmetros.} \quad (c)$$

Total de las partidas (a), (b), (c), 281.344 kilográmetros.

Descontando de estos 281.344 kilográmetros los 70.400 que recuperaremos al bajar los 11.076 metros que tenemos de inclinación superior á 0,008, que nos proporcionan un desnivel de 176 metros, tendremos que efectuar un trabajo líquido de 170.265 kilográmetros.

Mas como de la fuerza que empleemos no se aprovechará en las ruedas motrices del vehiculo sino el 72 por 100, habrá que disponer en realidad de

$$\frac{170.265 \times 100}{72} = 236.479 \text{ kilográmts.}$$

Esta energía podremos llevarla en 3 acumuladores Peral del núm. 13, que nos darán

$$94.320 \times 3 = 282.960 \text{ kilográmetros,}$$

ó en 4 del núm. 12, que almacenarán

$$72.720 \times 4 = 290.880 \text{ kilográmetros,}$$

ó en 5 del núm. 11, que encerrarán  $51.120 \times 5 = 255.600$  kilográmetros, etc., etc.

Con cualquiera de este número de acumuladores deberíamos tener más que suficiente para efectuar el viaje propuesto; pero nos falta saber si la energía que almacenan podemos gastarla en la medida necesaria, pues hemos visto que los acumuladores tienen respecto de la energía de su corriente de descarga un límite que no se puede salvar sin peligro para la conservación del aparato mismo.

Para saber lo que deseamos, veamos primero cuál es la mayor energía que habrá necesidad de gastar por segundo en las principales inclinaciones de la línea á las velocidades exigidas.

Trozos horizontales, á 7 metros:

$$500 \times 7 \times 0,008 = 28 \text{ kilográmts.}$$

Pendientes ascendentes de 0,007 á 5 metros:

$$\begin{array}{l} 500 \times 5 \times 0,008 = 20 \\ 500 \times 0,035 = 17,50 \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} 37,50 \text{ kilo-} \\ \text{grámts.} \end{array}$$

Pendientes ascendentes de 0,015 á 3 metros:

$$\begin{array}{l} 500 \times 3 \times 0,008 = 12 \\ 500 \times 0,045 = 22,50 \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} 34,50 \text{ kilo-} \\ \text{grámts.} \end{array}$$

(Se continuará.)

## ORIENTACION Y REFERENCIAS

(Continuación.)

Para llevar á cabo dichas correcciones emplea Moinot estados dispuestos como el que incluimos á continuación y que llama cuadro de coordenadas, porque después de hechas las debidas rectificaciones azimutales, dispone, en efecto, en él, el resultado de los cálculos para las coordenadas horizontales de los vértices del polígono.