

aprobado luego en 30 de Agosto de 1879, á la suma de pesetas 6.382.959,22. Aparte fueron también valoradas las edificaciones y construcciones auxiliares (construidas muchas en terreno particular del monte Cabezo del Mar), las instalaciones, maquinaria, material flotante, etc., del contratista, y de que el Gobierno se hizo cargo, según tasación de 625.000 pesetas, aprobada por Real orden de 21 de Junio de 1875.

(Se continuará.)

FÉLIX MARTINEZ.

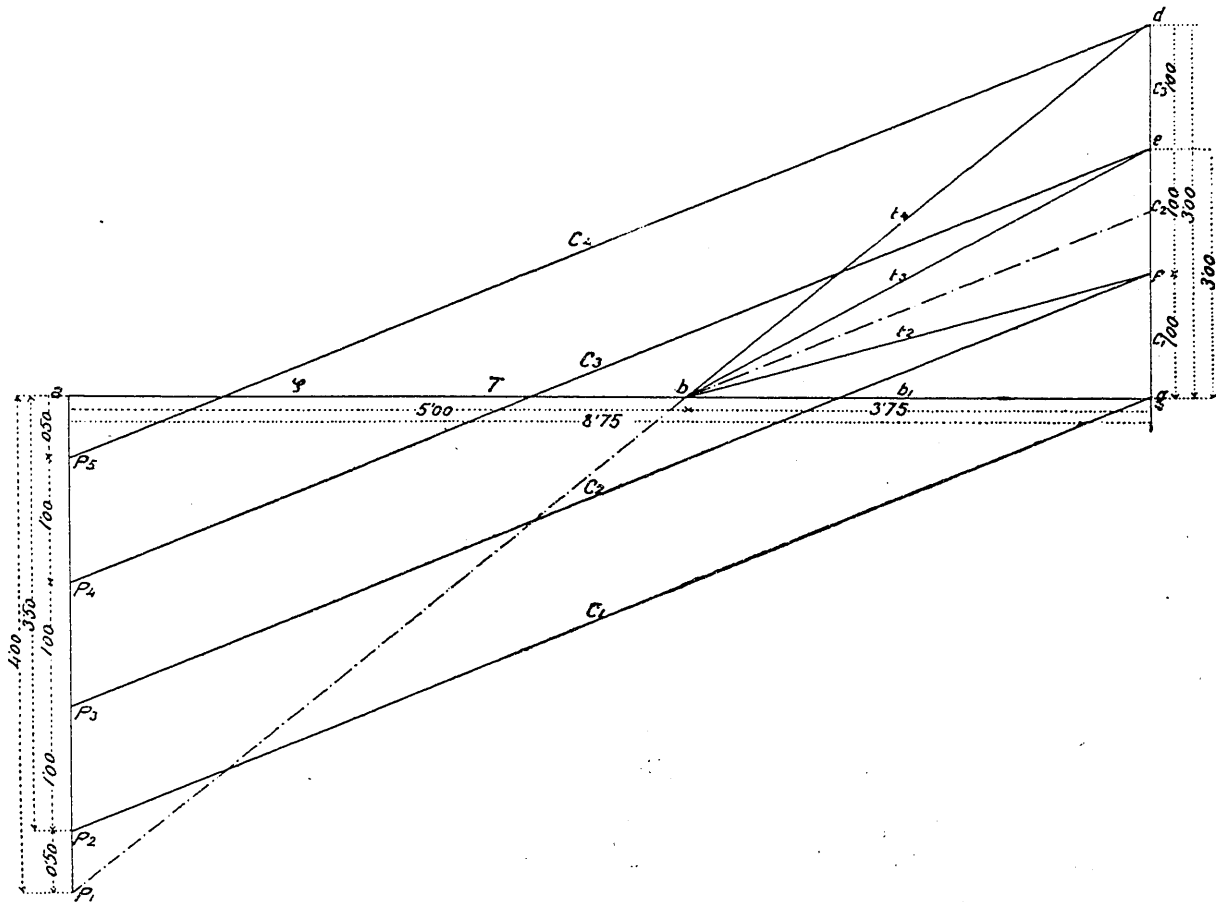
## NUEVA CUBIERTA

PROYECTADA PARA EL DEPÓSITO COMERCIAL DEL PUERTO DE BARCELONA

(Continuación.)

### Cálculo analítico.

Para estudiar la cercha propuesta por nosotros de un modo más general, esto es, cualesquiera que sean el número de partes iguales en que se suponga dividido el par, y la inclinación del tejado, es conveniente acudir al procedimiento analítico, que servirá, además de interesante comprobación, para garantizar los resultados gráficos.



(Fig. 2.<sup>a</sup>)

Como fundamento para el trazado general de la armadura observemos, en la figura 2.<sup>a</sup>, que las rectas  $bg$ ,  $bf$ ,  $be$  y  $bd$ , paralelas respectivamente á los tirantes  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  y  $t_4$ , forman con un plano horizontal ángulos cuyas tangentes son proporcionales á los números enteros 0, 1, 2 y 3.

Supongamos que ABC (fig. 6.<sup>a</sup>) es la cercha.

Llamemos  $L$  á su luz AB;  $n$  al número de partes iguales en que la luz queda dividida por los montantes verticales; claro es que el número de partes en que estará dividido el par AC será  $\frac{n}{2}$ .

Sea  $\varphi$  el ángulo CAB; generalmente  $\varphi$  estará determinado por su tangente.

Designemos por  $p$  la fuerza que actúa en cada nudo; por los números 1, 2, 3, .....  $m$  los extremos de los trozos en que está dividido el par por los montantes (el punto 1 coincidirá con el A); por  $a_2, a_3, \dots, a_m$  los extremos inferiores de los montantes.

Denominemos  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_m$  á los trozos del par,  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_m$  á los tirantes  $Aa_2, a_2a_3, a_3a_4, \dots, a_m a_{m+1}$ ; T al tirante principal,  $c_1, c_2, \dots, c_m$  á los montantes;  $a_2a_3, a_3a_4, \dots, a_{m+1} m + 1$ ;  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m$  á las diagonales ascendentes,  $a_2a_3, a_3a_4, \dots, a_{m+1} m + 2$ , y  $\theta'_1, \theta'_2, \dots, \theta'_m$  á las descendentes  $2a_2, 3a_3, \dots, m + 1 a_{m+2}$ .

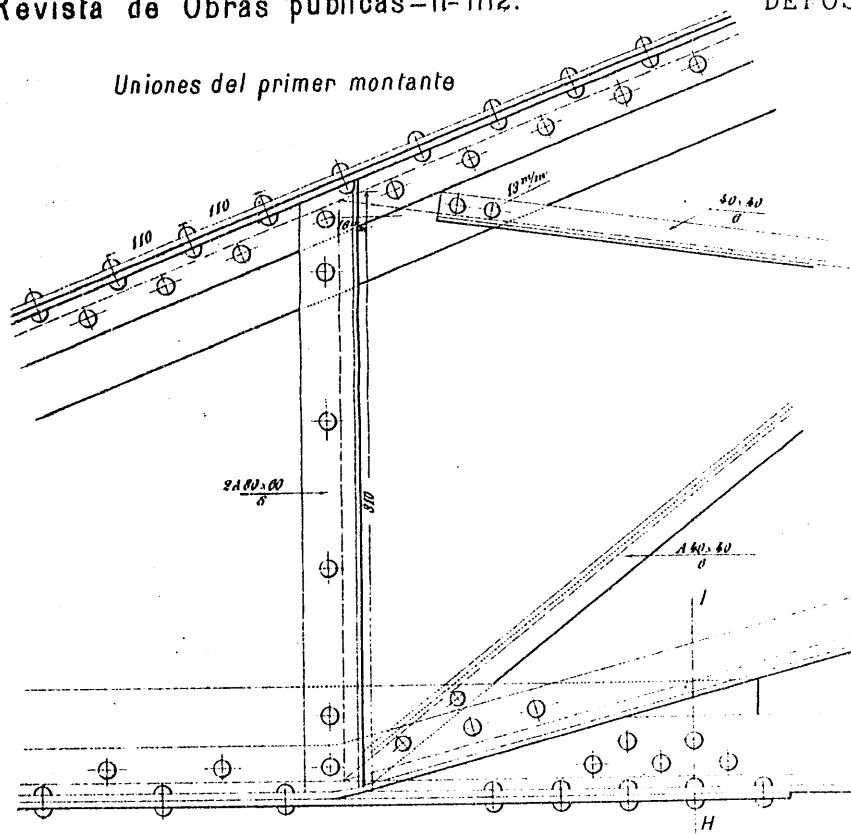
Por último, para indicar el ángulo que una pieza, por ejemplo  $tm$ , forma con el horizonte, adoptaremos el símbolo  $(\alpha tm)$ , y análogamente las notaciones  $(\lambda tm)$  y  $(\pi tm)$  para expresar la longitud de la misma pieza y el esfuerzo que sufrirá.

El principio que se ha seguido para trazar la cercha es, como queda indicado, que las tangentes de los ángulos que los tirantes  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_m$  formen con un plano horizontal sean proporcionales á los números enteros

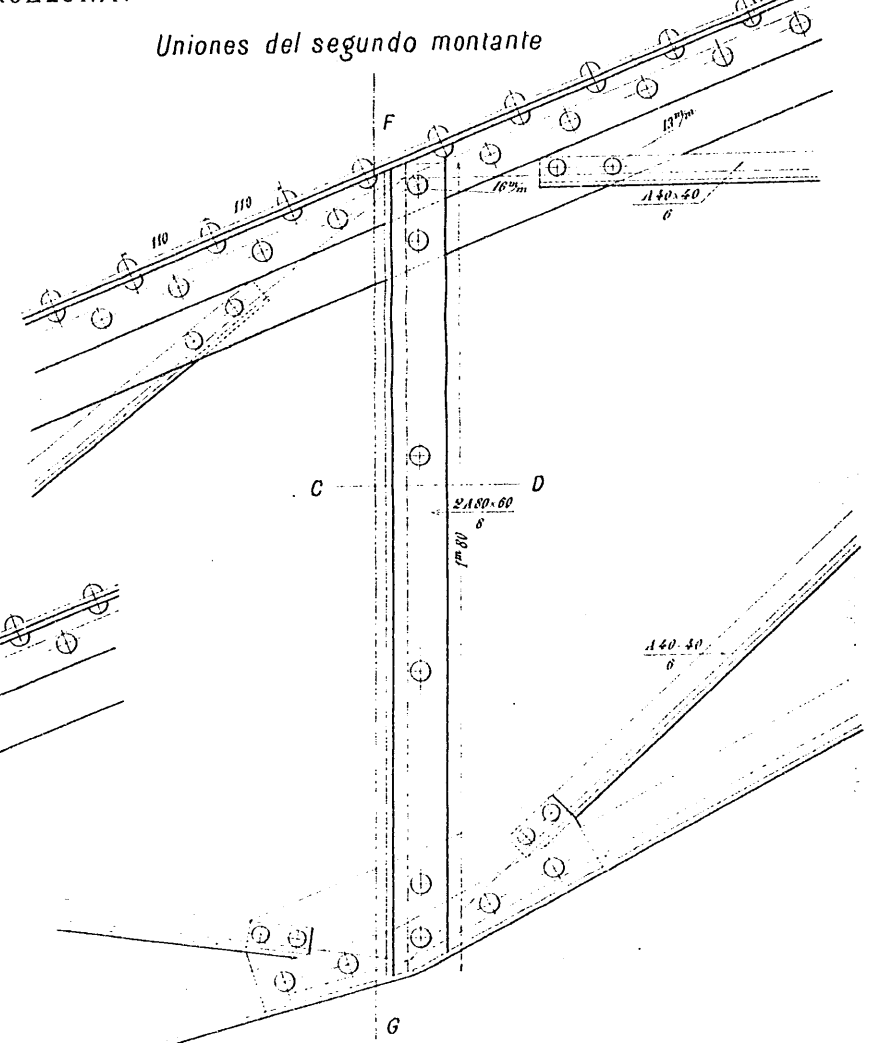
$$0, 1, 2, \dots, m - 1$$

De esta condición deducimos las siguientes ecuaciones:

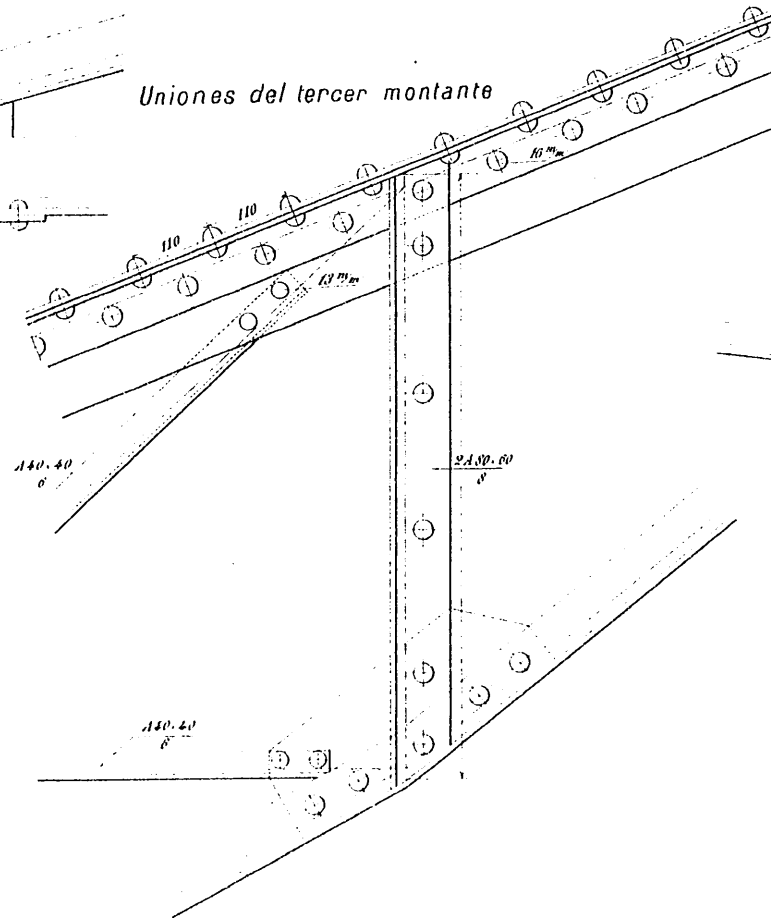
Uniones del primer montante

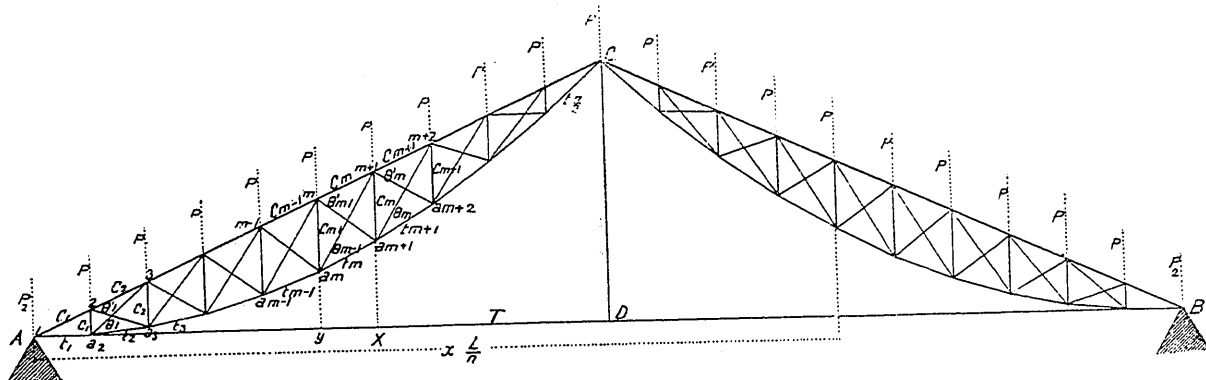


Uniones del segundo montante



Uniones del tercer montante





(Fig. 6.a)

$$\begin{aligned} \text{tang. } (\alpha t_1) &= \text{tang. } (\alpha t_2) \times 0; \\ \text{tang. } (\alpha t_2) &= \text{tang. } (\alpha t_3) \times 1; \\ \text{tang. } (\alpha t_3) &= \text{tang. } (\alpha t_4) \times 2; \end{aligned}$$

$$[1] \quad \text{tang. } (\alpha t_m) = \text{tang. } (\alpha t_2) \times (m - 1);$$

$$[2] \quad \text{tang. } \left( \alpha t \frac{n}{2} \right) = \text{tang. } (\alpha t_2) \times \left( \frac{n}{2} - 1 \right).$$

Si multiplicamos uno de los términos de cualquiera de estas igualdades por la separación horizontal entre dos montantes consecutivos, que es  $\frac{L}{n}$ , el resultado será igual á la diferencia de ordenadas entre los extremos del tirante  $t$  correspondiente á la ecuación; luego, multiplicando todos los segundos términos por dicha cantidad y sumando los resultados, debemos obtener un valor igual á la flecha CD.

Por otra parte podemos calcular el valor de esta última línea

$$CD = AD \times \text{tang. } \varphi = \frac{L}{2} \times \text{tang. } \varphi;$$

por consiguiente, tenemos la ecuación

$$\begin{aligned} \frac{L}{n} \times \text{tang. } (\alpha t_2) \times \left[ 0 + 1 + 2 + \dots + \left( \frac{n}{2} - 1 \right) \right] \\ = \frac{L}{2} \times \text{tang. } \varphi; \end{aligned}$$

simplificando y sustituyendo en vez de la suma

$$\left[ 0 + 1 + 2 + \dots + \left( \frac{n}{2} - 1 \right) \right]$$

su valor, resulta:

$$\frac{1}{n} \times \text{tang. } (\alpha t_2) \times \frac{\left( \frac{n}{2} - 1 \right) \frac{n}{2}}{2} = \frac{\text{tang. } \varphi}{2};$$

de donde podemos despejar el valor de

$$[3] \quad \text{tang. } (\alpha t_2) = \text{tang. } \varphi \times \frac{2}{\frac{n}{2} - 1}.$$

Sustituyendo este valor en las ecuaciones [1] y [2], encontramos

$$[4] \quad \text{tang. } (\alpha t_m) = \frac{2(m-1)}{\frac{n}{2} - 1} \text{ tang. } \varphi;$$

$$[5] \quad \text{tang. } \left( \alpha t \frac{n}{2} \right) = 2 \text{ tang. } \varphi.$$

Este último valor tiene la particularidad de ser independiente de  $n$ .

Una vez deducido el ángulo  $(\alpha t_m)$  por la ecuación [4], podemos hallar inmediatamente la longitud del tirante  $t_m$ , puesto que será:

$$[6] \quad (\lambda t_m) = \frac{L}{n} \times \frac{1}{\cos. (\alpha t_m)}.$$

Las longitudes de los trozos del par y la del tirante T se encuentran sin dificultad alguna, resultando directamente de la inspección de la figura 6.a

$$[7] \quad (\lambda C_m) = \frac{L}{n} \times \frac{1}{\cos. \varphi};$$

$$[8] \quad (\lambda T) = \frac{L}{n} \times (n - 2).$$

Para hallar la longitud del montante  $c_m$ , observemos que es igual á la ordenada del punto  $m + 1$  menos la del  $a_{m+1}$ , cuyos valores respectivos son los siguientes: el de la primera

$$\overline{m+1 X} = \overline{AX} \times \text{tang. } \varphi = m \frac{L}{n} \times \text{tang. } \varphi;$$

y el de la segunda, deducido de modo análogo que la fórmula [3] y sustituyendo el valor de la misma fórmula

$$\begin{aligned} [a] \quad \overline{a_{m+1} X} &= [0 + 1 + 2 + \dots + (m - 1)] \frac{L}{n} \text{ tang. } (\alpha t_2) \\ &= \frac{m(m-1)}{2} \cdot \frac{L}{n} \frac{2}{\frac{n}{2} - 1} \text{ tang. } \varphi; \end{aligned}$$

por consiguiente, restando ambos valores, tendremos el que buscamos

$$\begin{aligned} [9] \quad (\lambda c_m) &= \frac{L}{n} \left\{ m - \frac{(m-1)m}{\frac{n}{2} - 1} \right\} \times \text{tang. } \varphi \\ &= \frac{m \left( \frac{n}{2} - m \right)}{n \left( \frac{n}{2} - 1 \right)} L \text{ tang. } \varphi. \end{aligned}$$

Los datos correspondientes á las indicaciones y á las longitudes de las diagonales  $\theta$ , se obtienen observando que una ascendente  $\theta_m$  tiene por extremos los puntos  $a_{m+1}$  y

$m + 2$ , siendo su proyección horizontal igual á la magnitud  $\frac{L}{n}$ ; luego  $\text{tang. } (\alpha\theta_m)$  puede encontrarse dividiendo la diferencia de las ordenadas correspondientes á los antedichos puntos por la línea  $\frac{L}{n}$ , y la longitud  $(\lambda\theta_m)$  partiendo  $\frac{L}{n}$  por el coseno del ángulo hallado. Del mismo modo se calculan análogos datos referentes á  $\theta'_m$  teniendo en cuenta que sus extremos respectivos son los puntos  $m + 1$  y  $a_{m+2}$ . Veamos los valores que resultan procediendo así:

La ordenada del punto  $m + 2$  es

$$\frac{L}{n} (m + 1) \text{ tang. } \varphi,$$

la del  $a_{m+1}$  la hemos encontrado anteriormente [x] y vale

$$\frac{L}{n} \cdot \frac{m(m-1)}{\frac{n}{2} - 1} \text{ tang. } \varphi;$$

luego, según lo dicho,

$$[10] \quad \text{tang. } (\alpha\theta_m) = \frac{L}{n} \text{ tang. } \varphi \left( m + 1 - \frac{m(m-1)}{\frac{n}{2} - 1} \right)$$

$$: \frac{L}{n} = \text{tang. } \varphi \left[ m + 1 - \frac{m(m-1)}{\frac{n}{2} - 1} \right].$$

De modo análogo tenemos que la ordenada de  $m + 1$  es

$$\frac{L}{n} m \text{ tang. } \varphi,$$

la de  $a_{m+2}$  se encuentra sustituyendo en [x]  $m + 1$  en lugar de  $m$ , y vale

$$\frac{L}{n} \cdot \frac{(m+1)m}{\frac{n}{2} - 1} \text{ tang. } \varphi;$$

por consiguiente

$$[11] \quad \text{tang. } (\alpha\theta'_m) = \frac{L}{n} \text{ tang. } \varphi \left[ m - \frac{(m+1)m}{\frac{n}{2} - 1} \right]$$

$$: \frac{L}{n} = \text{tang. } \varphi \left[ m - \frac{m(m+1)}{\frac{n}{2} - 1} \right].$$

Conocidos estos ángulos podemos inmediatamente encontrar las longitudes

$$[12] \quad (\lambda\theta_m) = \frac{L}{n} \cdot \frac{1}{\cos. (\alpha\theta_m)},$$

y

$$[13] \quad (\lambda\theta'_m) = \frac{L}{n} \cdot \frac{1}{\cos. (\alpha\theta'_m)};$$

con las cuales hemos concluido de hallar los datos referentes á magnitudes y ángulos de los elementos de la cercha.

Para calcular los esfuerzos de las piezas supondremos, en primer lugar, que las fuerzas exteriores que actúen sobre la cercha sean todas verticales; la existencia de fuerzas oblicuas hemos visto que sólo influye en el esfuerzo de los

pareces. En segundo término haremos la hipótesis de que las reacciones sean también verticales.

Esta última condición es realizable en la práctica montando sobre rodillos uno de los extremos de la cercha; pero si así no se hace debemos advertir que las únicas piezas que podrán soportar esfuerzos distintos de los que se calculen, serán los tirantes que están en la dirección AB. Para demostrarlo proyectemos horizontalmente todas las fuerzas exteriores que actúan en la armadura, la suma de las proyecciones ha de ser cero; pero como por hipótesis las cargas han de ser verticales, su proyección resultará siempre nula; luego las proyecciones de las dos reacciones serán iguales y de sentido contrario, y, por consiguiente, las componentes verticales de dichas reacciones equilibrarán por sí solas á las cargas de la armadura, y las horizontales se equilibrarán entre sí mediante la acción de la línea de tirantes AB.

Dentro de las dos hipótesis sentadas debemos ahora estudiar el equilibrio del sistema, comenzando por el caso general de cargas igualmente distribuidas.

Sea  $p$  el peso que actuará en cada uno de los nudos 2, 3 .....; sobre los apoyos A y B, es decir, en el nudo 1 y en su simétrico, se supone que sólo gravitará el  $\frac{p}{2}$ . La carga total que sostendrá la cercha valdrá  $np$ , y las reacciones de los apoyos  $p \frac{n}{2}$ .

La tensión del tirante principal T la encontraremos suponiendo que se corta por el plano vertical  $\overline{CD}$ , y estableciendo la ecuación que se deduce de igualar á cero la suma de los momentos, respecto al punto C, de las fuerzas en equilibrio que actúan sobre la semicercha ACD; dichas fuerzas son: 1.ª, en A, la reacción del apoyo, que vale  $\frac{np}{2}$ ; 2.ª, en el punto medio de AC, la resultante de las cargas, que vale la misma cantidad; 3.ª en D, la tensión  $(\pi T)$  (\*), y 4.ª, en C, una fuerza de cuyo valor no necesitamos ocuparnos, puesto que su momento será nulo.

La ecuación de los momentos será

$$\frac{np}{2} \times \overline{DA} - \frac{np}{2} \times \frac{\overline{DA}}{2} - (\pi T) \times \overline{DA} \times \text{tang. } \varphi = 0;$$

pero como

$$\overline{DA} = \frac{L}{2};$$

tenemos

$$\frac{np}{8} L = (\pi T) \frac{L}{2} \text{ tang. } \varphi;$$

y deducimos

$$[14] \quad (\pi T) = \frac{np}{4 \text{ tang. } \varphi}.$$

Para el cálculo de las otras piezas observemos que con uno sólo de los dos sistemas de diagonales, el de las ascendentes  $\theta$ , por ejemplo, la armadura queda perfectamente triangulada siendo imposibles las deformaciones; nuestro principal objeto al proyectar ambas diagonales, ha sido, además de conseguir mayor rigidez, el evitar que puedan

(\*) Pudiera objetársenos que ignoramos si será ó no tensión el esfuerzo del tirante T; pero si la hipótesis fuese inexacta nos lo acusaría el cálculo dándonos un valor negativo para la fuerza buscada.

estar sometidas á compresión. Por consiguiente, para encontrar los esfuerzos de las piezas, debemos prescindir de las diagonales de uno de los sistemas, resolviendo de este modo la indeterminación que en otro caso presentarían las ecuaciones.

(Se continuará.)

FERNANDO ROJO Y SOJO.

REVISTA EXTRANJERA

Acumuladores ligeros, sistema G. R. Blot.

La limitada capacidad de los acumuladores usuales, ó dicho de otro modo, el gran peso que exigen para obtener la potencia necesaria para la tracción eléctrica, es causa de que no prospere el empleo de acumuladores para esta aplicación especial y de que sean preferidos para los tranvías eléctricos los sistemas de distribución por cables aéreos ó subterráneos. Pero cuando se trata de vehículos automóviles para carretera, estos sistemas no son aplicables, lo cual explica los esfuerzos que realizan en la actualidad muchos fabricantes para llegar á obtener la potencia necesaria, reduciendo todo lo posible el peso de los acumuladores.

Uno de los sistemas recién inventados y que mejores resultados ha dado es el de acumuladores de G. R. Blot, que su inventor llama acumuladores de lanzaderas.

Cuando los acumuladores se han de instalar en una fábrica y no hay necesidad de moverlos, el inconveniente del peso excesivo es secundario en cierto modo, y generalmente se da la preferencia á los del tipo Faure. En cambio, cuando el peso de la batería ejerce una influencia preponderante, como en las aplicaciones á la tracción, es preferible el tipo Planté, porque si bien su formación es larga y costosa, proporcionan más elasticidad en el régimen de carga y descarga y poseen mayor capacidad que los del género Faure.

Los acumuladores de lanzaderas, sistema Blot, son del tipo Planté. Según el inventor, las cualidades especiales que caracterizan á este sistema son:

1.º La homogeneidad eléctrica, que da por resultado una buena conductibilidad permanente.

Para asegurar el contacto íntimo de la materia activa con la placa de plomo correspondiente, se ha preferido el género Planté puro.

2.º La pequeña densidad de corriente realizada gracias á la extensa superficie que presentan las lanzaderas á la acción química. El metro cuadrado de placa, constituido por cintas de plomo de medio milímetro de espesor, pesa solamente tres kilogramos, de donde resulta que, con el régimen de un ampere por kilogramo de electrodo, la densidad de la corriente es de 0,033 amperes por decímetro cuadrado.

M. d'Arsonval y el laboratorio de electricidad, en París, y M. Preece en Londres, han estudiado estos acumuladores y conseguido su descarga con un régimen muy forzado, sin deterioros sensibles en el aparato. Se ha conseguido un gasto de 26 amperes por kilogramo de placa. Se han dejado en corto circuito algunos elementos durante veinticuatro horas, volviéndolos luego á cargar, y se ha repetido hasta treinta veces esta operación, sin

que se haya observado ninguna deformación y sin que hayan aparecido depósitos en el fondo del vaso.

Otros experimentos han hecho ver que la carga se conserva por mucho tiempo. Tres meses después de cargados, los elementos conservaban la carga casi íntegra, y al cabo de cuatro meses sólo experimentaban una pérdida de  $\frac{1}{3}$ .

Con el régimen normal de un ampere por kilogramo, la capacidad es de 10 ampere-horas por kilogramo de electrodo; aumenta con el tiempo y puede llegar á 14 ampere-horas.

El órgano esencial del acumulador Blot consiste en la lanzadera B (figuras 1 y 2), formada por dos cintas de plomo arrolla-

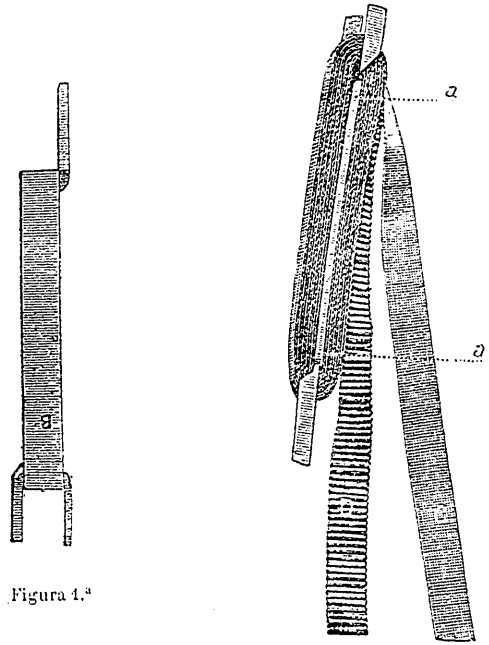


Figura 1.ª

Fig. 2.ª

das sobre el alma *aa* de plomo antimoniado, no atacable; la D está estampada formando celdillas y la C simplemente estriada;

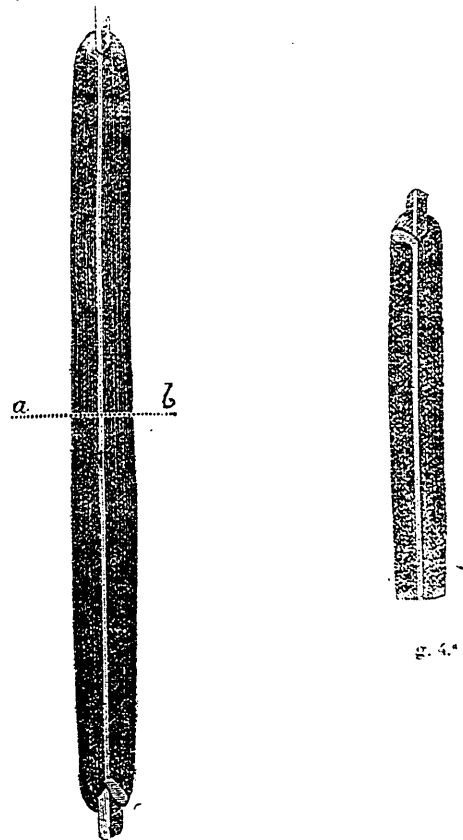


Fig. 3.ª

Fig. 4.ª