

cionar el trabajo de la inteligente Redacción, á quien han tenido la honra de suceder, aplicando su acción enérgica y meditada á todas las cuestiones con que está relacionada la vida del periódico; en la resolución de todas ha alcanzado igual fortuna, de manera que, á su favor, deberemos el auxilio de la velocidad adquirida. Con agradecimiento, pues, recibimos el depósito que representa los esfuerzos acumulados de tantos y tan ilustres compañeros como nos han precedido en este sitio, á todos los cuales dedicamos un cariñoso recuerdo, protestando sinceramente poner de nuestra parte todos los medios que el más ardiente celo nos sugiera para que este monumento, representante de la unión que debe reinar entre todos los individuos del Cuerpo, no desmerezca de la importancia que otros han sabido darle.

SEÑALES MARÍTIMAS

LA SIRENA

I.

1. Sabido es que, cuando la atmósfera pierde su transparencia á causa de las nieblas, el alcance de las luces más poderosas empleadas en los faros disminuye considerablemente, privando, por consiguiente, á los navegantes de las indicaciones que debieran prestarles respecto del sitio en que se encuentran.

Cuando los recursos de la óptica son insuficientes, se acude á la acústica. Los sonidos pueden hasta cierto punto suplir la falta de las indicaciones luminosas. Esta consideración ha dado origen á las señales sonoras.

2. Estas, sin embargo, no reemplazan sino muy incompletamente á las señales luminosas.

Sus principales inconvenientes son:

- 1.º Inseguridad respecto de la dirección en que se oye el sonido, y por consiguiente acerca del punto de donde procede.
- 2.º Variaciones de intensidad para una misma distancia. La influencia del viento en la propagación de los sonidos es muy considerable, aunque no siempre en el sentido que generalmente se le atribuye.

En condiciones al parecer idénticas de la atmósfera se observan á veces

diferencias muy notables en la distancia á que un mismo sonido deja de ser percibido.

Según Tyndall, el alcance de un mismo sonido puede variar de 2,50 hasta 16,50 millas en tiempo tranquilo y sereno. Faraday opinaba que vale más no prometer nada á los navegantes que prometerles lo que luego no se ha de cumplir siempre. Según Mr. Allard, el alcance del sonido de una Sirena puede variar desde 1,30 hasta 15 millas. Según Sautter Lemonnier, la opinión de todas las personas que se han ocupado de esta cuestión es que se debe producir el mayor ruido posible y no fijar la distancia á que podrá ser percibido.

3.º Haciendo caso omiso de las causas exteriores perturbadoras, un sonido cualquiera se percibe á mayor distancia en la dirección del eje de la bocina que generalmente acompaña á estos instrumentos. Así es que el sonido no se reparte con igualdad en todo el horizonte.

Si admitiéramos los experimentos del profesor Henry acerca de la variación de intensidad de los sonidos á medida que nos separamos del eje de la bocina, encontraríamos que con tres Sirenas cuyos ejes formasen ángulos de 120° conseguiríamos repartir el sonido de una manera sensiblemente uniforme en toda la circunferencia. Esto no pasa de ser una solución teórica, que por otra parte no se realizaría constantemente en la práctica por las muchas causas que influyen para perturbar la propagación del sonido.

Se ha pensado en la posibilidad de repartir el sonido uniformemente en un ángulo dado, dando á la Sirena un movimiento de rotación alrededor de un eje vertical, de modo que su *eje acústico* recorra todo el ángulo dentro del cual se quiere propagar el sonido. Pero ha habido que desochar esta idea por las confusiones á que daría lugar la diferencia de intensidades con que un mismo buque percibiría dos grupos consecutivos de sonidos. Así, por ejemplo, en una Sirena cuyo período fuera de 30'' en 30'' podría darse el caso de que un buque percibiera un grupo de sonidos, dejara de percibir el segundo y percibiera el tercero, creyendo, por consiguiente, que se hallaba delante de una Sirena cuyo período era de 1' en 1'.

Además, si la rotación de la Sirena era completa, se perdería su efecto durante todo el tiempo en que se moviese dentro del ángulo de tierra, y, si el movimiento fuese oscilatorio dentro del ángulo del mar, los sonidos de máxima intensidad no corresponderían en la misma dirección á intervalos iguales de tiempo.

3. No parece, pues, muy demostrada la utilidad de las señales acústicas. Su alcance varía según el estado de la atmósfera, lo mismo que el de las señales luminosas, y según leyes menos conocidas, teniendo estas últimas la ventaja de que, mientras son perceptibles, marcan con toda seguridad el

punto de donde proceden. La única ventaja de las señales acústicas puede consistir en ser perceptibles á regular distancia, cuando las ópticas dejan de serlo por falta de transparencia en la atmósfera.

4. Se han hecho diversos experimentos con objeto de estudiar y comparar entre sí los efectos producidos por diversos instrumentos sonoros, teniendo en cuenta principalmente la distancia á que alcanza su acción.

De todos estos trabajos, los más importantes han sido los que se llevaron á cabo en los Estados Unidos y en Inglaterra, bajo la dirección del profesor M. Henry y de M. Tyndall respectivamente.

De estos estudios ha resultado que el instrumento que mejores condiciones reúne es la Sirena.

La Sirena de Cagnard de la Tour es un instrumento muy conocido, cuya descripción puede verse en todos los tratados de física. Se reduce en su esencia á un tubo, al cual se hace llegar por una de sus extremidades el vapor ó el aire comprimido. Este sale á través de un cierto número de orificios dispuestos en un disco ó placa circular, que cierra el tubo por su parte opuesta. Sobre este disco, que es fijo, hay otro disco, que puede girar sobre el eje de figura del instrumento. Este disco lleva el mismo número de orificios que el anterior y en correspondencia con los de éste. Ni unos ni otros están practicados en el espesor de los discos normalmente á las caras planas de éstos, sino con una cierta oblicuidad, con la circunstancia de que todos los orificios de una placa están inclinados en un sentido, y los de la otra están inclinados en sentido contrario.

De aquí resulta que el aire comprimido, al salir del tubo á través de los orificios de las placas, produce en la movable un efecto de reacción como el que tiene lugar en una turbina y por consiguiente le imprime un movimiento de rotación. Este movimiento hace que los orificios de salida del aire se hallen alternativamente abiertos ó cerrados, produciéndose por esta causa un sonido que es tanto más agudo, cuanto más rápido es el movimiento de rotación y cuanto mayor es el número de orificios, en una palabra, cuanto mayor es el número de vibraciones por 1" á que se somete al aire ó al vapor.

5. Este instrumento ha sufrido algunas modificaciones en su disposición para ser aplicado á la producción de las señales marítimas. Los discos planos superpuestos, han sido reemplazados por dos cilindros concéntricos, uno fijo y otro movable. Este último va generalmente dentro del otro. Ambos llevan hendiduras en igual número practicadas á lo largo de las generatrices cilíndricas. El aire comprimido ó el vapor penetra por estas hendiduras de fuera á dentro y sale por una de las bases de los cilindros que está abierta. La rotación del cilindro interior produce el sonido.

Esta reforma del tipo conocido en los gabinetes de física no parece ha-

ber tenido más objeto que el de procurar mayores dimensiones á las aberturas que dejan paso al aire, lo cual, permitiendo un consumo más considerable de éste, aumenta la intensidad del sonido, sin influir en su tono, el cual depende exclusivamente del número de vibraciones por 1".

6. No es indiferente el empleo del vapor de agua ó del aire comprimido para la producción del sonido.

Al principio el primero pareció más sencillo, porque basta con producir vapor en una caldera y ponerlo en comunicación con la Sirena, al paso que el empleo del aire comprimido requiere un depósito donde se le recoja, un cilindro compresor que lo introduzca en el depósito y una máquina que ponga en movimiento á este cilindro.

Sin embargo, la experiencia ha hecho ver que es más ventajoso el empleo del aire comprimido. En efecto, el vapor produce siempre por condensación alguna agua que perjudica á la buena conservación y manera de funcionar de los órganos productores del sonido. Además, la necesidad de dar salida á esta agua obliga á disponer horizontalmente el eje de la bocina, y, como esta pieza es de bastante longitud y necesita ser susceptible de orientación, hay necesidad de montarla sobre un carril circular, el cual á su vez necesita una base de fábrica.

Por otra parte, la intensidad del sonido producido por una Sirena de aire es superior á la del que produce una Sirena de vapor de agua de la misma dimensión, y con la misma presión y gasto de aire ó de vapor.

La Sirena de vapor tiene que instalarse forzosamente en la inmediación de la caldera. La Sirena de aire puede colocarse á una distancia cualquiera del generador de aire comprimido.

Las dimensiones de la caldera destinada á alimentar directamente una Sirena tienen que ser mucho mayores que las que corresponden á la cantidad de vapor útilmente consumido, á causa de los arrastres de agua que inevitablemente resultan de la brusca disminución de la presión en el momento de abrir la válvula. Por la misma razón el consumo de carbón es superior al que se necesitaría en una caldera de la misma fuerza, que sirviera para alimentar una máquina de vapor.

De todos estos hechos, resulta que el empleo del aire comprimido y de las máquinas que sirven para producirlo como intermedias entre el motor y la Sirena no aumentan mucho, como pudiera creerse, los gastos de instalación, y en definitiva la Sirena de aire comprimido hace más ruido, es de una instalación más cómoda, de un servicio más seguro y cuesta sensiblemente lo mismo que la Sirena de vapor.

II.

7. Pasemos ahora á la descripción de las diferentes partes que constituyen una Sirena.

La primera y más principal es la Sirena propiamente dicha. Este instrumento, según anteriormente se ha indicado, no es más que una modificación de la Sirena de Cagnard de la Tour conocida en los gabinetes de física.

El dibujo número I representa el modelo que construye la casa Sautter Lemonnier et C^{ie}. Esta Sirena automática, sistema Holmes, se compone de una caja de bronce A, sujeta verticalmente por la brida B contra la válvula de admisión del aire comprimido. La caja A está cerrada por una parte por la tapa C, y por la otra por el cilindro D, el cual lleva 30 hendiduras equidistantes E, practicadas según las generatrices.

En el interior del cilindro D gira libremente el cilindro F, el cual lleva igualmente 30 hendiduras G, y va montado sobre el árbol H. Las hendiduras de los dos cilindros tienen sus labios inclinados en sentido inverso respecto del eje.

Además, en diferentes posiciones entre las hendiduras del cilindro fijo van practicados cinco pequeños agujeros I.

El árbol H gira en dos agujeros, practicados uno en el cilindro D y el otro en la tapa C y á él va unido, por medio de una clavija y de un pasador, el travesaño J del regulador de velocidad. En las extremidades del travesaño J van dos masas K, que pueden girar libremente alrededor de los ejes L, y que sirven para hacer que las piezas M vengán á rozar contra la superficie interior de la caja A.

La Sirena termina en su parte superior en un embudo N, que sostiene el pabellón de cobre O. Este se maneja por medio de las asas P, las cuales permiten orientar su embocadura en una dirección cualquiera.

8. *Manera de funcionar.*—Cuando se abre la válvula de llegada del aire comprimido, éste se precipita dentro de la caja A, de la cual no puede salir más que á través de las hendiduras E. En este momento, si las hendiduras G del cilindro móvil F se hallan enfrente de las hendiduras E, el aire se escapa, y, encontrando los labios de las hendiduras G inclinados, según hemos dicho, en sentido inverso de los de las hendiduras E, provoca el movimiento de rotación del cilindro móvil F. Las hendiduras se ocultan y reaparecen un momento después, determinando de este modo una serie de rápidas aberturas y cerraduras que producen el sonido característico de la Sirena.

Si en el momento de abrir la válvula no hubiera coincidencia entre las hendiduras, por lo menos uno de los agujeritos I se encontraría enfrente

de una de las hendiduras U , y bastaría el paso del aire á través de él para iniciar el movimiento.

En cuanto el cilindro movable ha alcanzado su velocidad normal (para lo cual basta una fracción de segundo) el regulador J entra en acción, las masas K se separan del centro bajo la acción de la fuerza centrífuga, y obligan á las piezas M á ejercer presión sobre la caja A , haciendo así oficio de freno, y manteniendo constante la velocidad durante toda la duración de los sonidos.

9. La Sirena construida por Barbier, difiere de la precedente por algunos detalles.

La inspección del dibujo basta para ver que la Sirena propiamente dicha no se pone en movimiento de una manera automática por medio del aire comprimido, sino que recibe el movimiento mecánicamente por intermedio de una correa colocada sobre la polea A' , la cual, para evitar toda fatiga al eje I , va montada sobre el arbol Y independiente.

El aire comprimido que viene del depósito, llega por un tubo R á la corona E pasando por una caja de distribución Q , la cual recibe movimiento de un sistema de palancas $O O'$ y un disco con álabes N los cuales á su vez los reciben de un doble par de ruedas y tornillos sin fin $K B$, $L M$.

Desde la corona E el aire pasa á través de los discos de la Sirena, de los cuales el uno D es fijo y el otro D' es giratorio, para llegar á la trompeta F . Como el número de vibraciones por segundo es de 400 próximamente, y como cada uno de los discos tiene 32 aberturas, el arbol I deberá dar 750 vueltas por minuto.

10. En cuanto á las aberturas longitudinales practicadas en los discos cilindricos, su sección no es paralelográfica, como sucede en las Sirenas automáticas (fig. 1) sino trapezoidal (fig. 2).

Esta última disposición es mejor bajo el punto de vista del efecto útil, porque el aire viene á chocar contra la cara exterior del cilindro giratorio según una sección $s t$ estrechada, y por consiguiente, penetra con una aceleración de velocidad, y además porque las aristas s , t , son de ángulo agudo a a , es decir, están en condiciones más favorables.

Esta disposición no solamente es más racional, sino que por medio de experimentos comparativos hechos con numerosas Sirenas de igual superficie en las aberturas, pero de formas y de secciones diversas, se ha reconocido que era también la mejor bajo el punto de vista del efecto útil.

11. Estos experimentos han sido hechos por medio de la oreja artificial imaginada por el profesor Henry. Consiste en una especie de pabellon encorvado, según se representa en la fig. 3.^a, y está cerrado en su extremidad por un diafragma tenso como la piel de un tambor; sobre este diafragma se esparcen algunos granos de esmeril fino. Cuando se produce un sonido

de cierta intensidad, la oreja artificial, sensible al movimiento de las ondas sonoras, recibe su impresión, la cual se revela por el movimiento rápido de los granos de esmeril sobre el diafragma.

Para comparar entre sí dos instrumentos sonoros bajo el punto de vista de su potencia, basta, pues, hacerlos trabajar en condiciones idénticas y alternativamente, alejando de ellos la oreja artificial hasta que la acción de los sonidos sea insensible sobre los granos de esmeril.

Midiendo las distancias respectivas de la oreja artificial á cada uno de los instrumentos sonoros, cuando esto se verifica, se puede apreciar el valor comparativo de cada instrumento, de la misma manera que se miden con el fotómetro las intensidades de dos luces distintas.

Esta oreja artificial es muy sensible, y puede ser impresionada á distancias relativamente considerables, que varían naturalmente con el tamaño de los granos de esmeril, el poder del instrumento sonoro, el estado de la atmósfera, etc.; esta distancia puede ser de 300, 400, 500 metros y aun mayor.

Según los experimentos hechos por Barbier et Fenestre, la sección trapezoidal de las aberturas produce en la intensidad un aumento de 20 por 100 próximamente sobre la que corresponde á la forma paralelográfica.

Siendo trapezoidal la sección de las aberturas (fig. 2), el fluido en presión, al pasar por ellas, no puede imprimir automáticamente á la Sirena el movimiento de rotación conveniente, siendo, por consiguiente, necesario obtener este resultado por un medio mecánico, es decir, por medio de una correa, cosa sumamente fácil puesto que disponemos de un motor, y puesto que la fuerza absorbida por este trabajo es insignificante (apenas llega á $\frac{1}{4}$ de caballo) siendo de advertir, por otra parte, que en la Sirena automática este trabajo no se evita, sino que se efectúa á expensas de la velocidad del aire.

El movimiento de rotación de la Sirena por medio de correa, no solamente es necesario, sino ventajoso, porque da mayor seguridad respecto de la manera de funcionar del instrumento. En el caso de que llegue á presentarse una resistencia accidental, por ejemplo, un poco de polvo que llegue á interponerse entre los discos, podrá alterarse la buena marcha de la Sirena, cuando su movimiento es producido directamente por el fluido, al paso que por el movimiento por correa no se producirá entorpecimiento alguno.

Por esta razón, esta última disposición ha sido adoptada exclusivamente en las Sirenas de vapor ó de aire comprimido, que prestan actualmente servicio en los Estados-Unidos y en la mayor parte de las que se han instalado en Inglaterra.

12. Otra ventaja (al menos bajo el punto de vista teórico) tenemos po-

der señalar en el tipo de Sirena de Barbier, á saber: la posibilidad de variar la intensidad del sonido sin alterar su tono.

En efecto, la intensidad del sonido depende de la velocidad de salida del aire por las hendiduras, y aumenta, aunque lentamente, cuando aumenta la presión. El tono del sonido depende del número de hendiduras de los discos y de la velocidad de su rotación.

Ahora bien; en la Sirena de Barbier es posible aumentar ó disminuir la presión del aire sin alterar la velocidad de rotación del disco y recíprocamente.

Este resultado no puede conseguirse con la Sirena automática de Sautter, en la cual, al aumentar ó disminuir la presión del aire, para variar en el mismo sentido la intensidad del sonido, se modifica de igual manera la velocidad de rotación del disco de la Sirena, alterando, por consiguiente, su tono.

(Se continuará)

F. LIZARRAGA.

ESTUDIO DE LAS HIPÓTESIS

QUE SIRVEN DE BASE AL CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE LOS PUENTES COLGADOS RÍGIDOS Y DE PIEZAS AMOVIBLES.

I. — Generalidades.

Los primeros puentes colgados en que se iniciaron las reformas encaminadas á comunicarles rigidez, cuya carencia era el principal inconveniente del sistema, fueron, según Mr. Malézieux, los construidos por Roebling en los Estados Unidos por los años de 1845 á 1855. En la misma época se hallaban ya muy generalizados en Europa, pero cayeron en completo descrédito del público á consecuencia de los siniestros que ocasionaron. Sin embargo, es muy de notar que ninguna de aquellas catástrofes puede imputarse al sistema, siendo fácil comprobarlo en numerosos ejemplos, en que se señala claramente la causa de la rotura, que provino siempre de defectos de construcción, de descuidos ó de un empleo del material mal entendido. En apoyo de esta afirmación podemos citar la ruina de los puentes de Broughton, en Inglaterra; los de Longues-sur- l' Allier, de Basse-Chaîne, de Augers, arruinado en 1838, y posteriormente en 1850, el de la Roche-Bernard y el de Mirabel en Francia; el de Burceña y tres de los cuatro construidos por la sociedad de puentes colgados, de los que sólo queda el de Santa Isabel en España.

Pero lo que con más evidencia demuestra que no deben atribuirse al

Fig.^a 1.^a

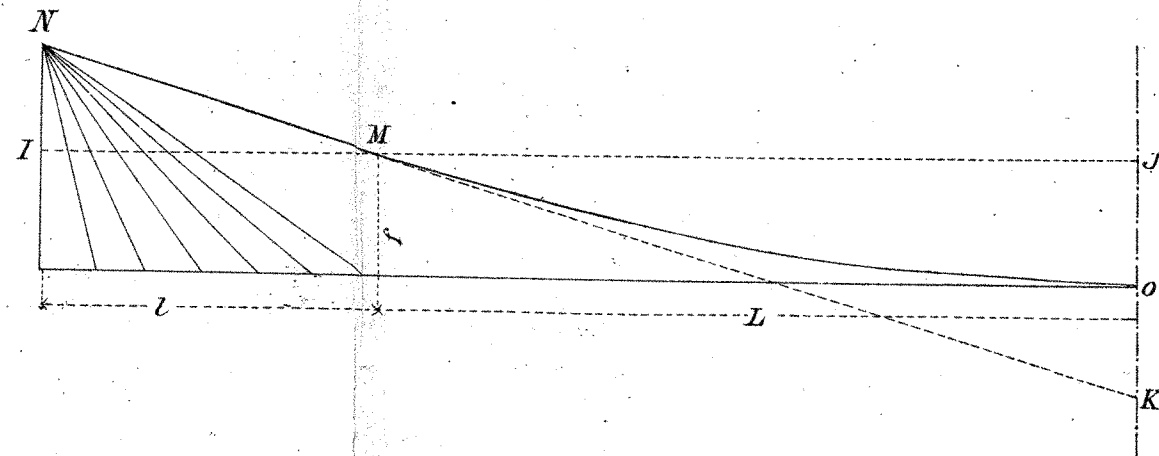


Fig.^a 2.^a

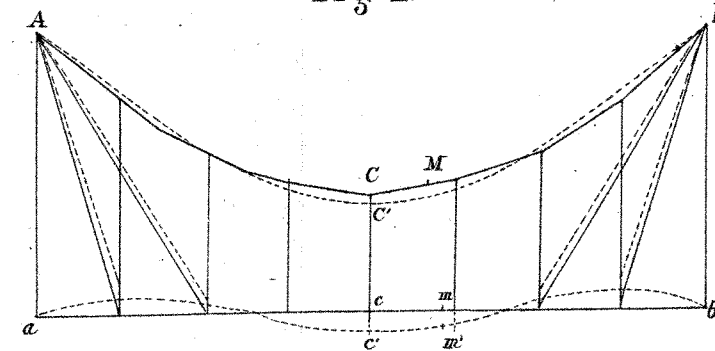


Fig.^a 3.^a

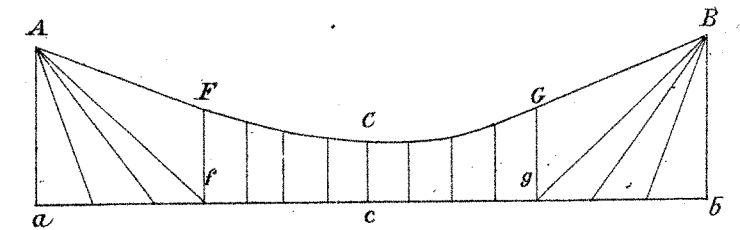


Fig.^a 4.^a

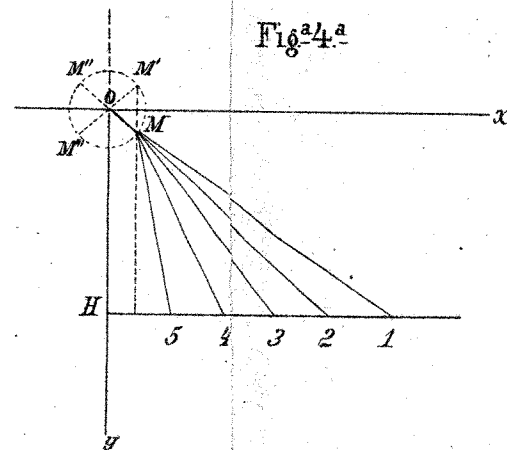


Fig.^a 5.^a

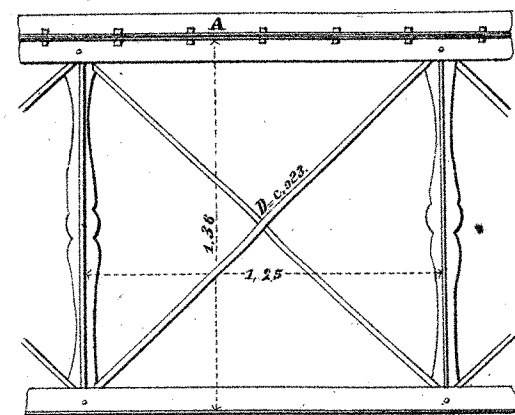


Fig.^a 6.^a

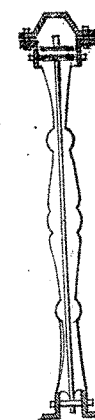


Fig.^a 7.^a

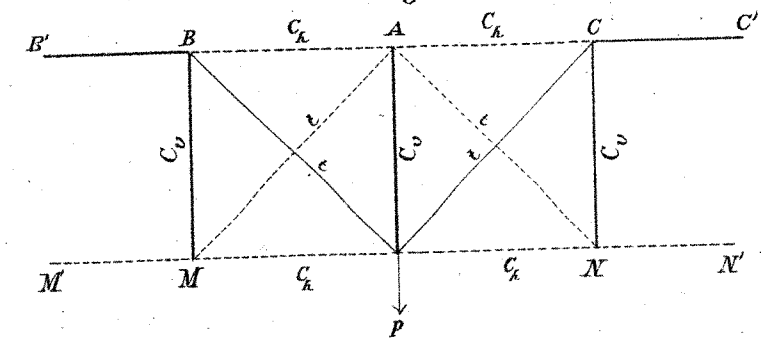


Fig.^a 8.^a

