

cidad es superior á 5 kilómetros. Lo mismo sucede para los pasos por las curvas y cuando se adelanta, por ejemplo, un barco de motor.

Consecuencias que sobre los postes de una conducción eléctrica ejerce el arranque de la línea entre dos de ellos.

El asunto ha sido tratado, especialmente desde el punto de vista estático, por muchos autores, pero pocos se han preocupado seriamente de las acciones dinámicas que el arranque de una tirada lleva consigo y de las consecuencias que produce sobre los postes.

En esta nota queremos llamar la atención de los técnicos sobre un método gráfico, mediante el cual este interesante problema puede ser racionalmente planteado y resuelto con singular sencillez, y para ello extractamos á continuación un artículo del Ingeniero Gustavo Colonnetti publicado en el *Giornale del Genio Civile*.

Empezaremos, como hace el autor, por precisar de qué modo se desenvuelve el fenómeno que queremos estudiar. Para ello consideremos una serie de tiradas consecutivas (fig. 1.^a), y supongamos que en una de ellas acaece el accidente que viene á

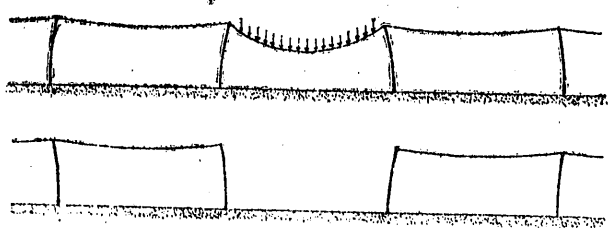


Fig. 1.^a

determinar el arranque: unas veces será una carga excepcionalmente grande de nieve ó de viento, acompañada forzosamente de un importante descenso de temperatura; otras veces será el choque de un árbol que cae sobre la tirada gravitando sobre ella con su peso; poco importa, sin embargo, para nosotros el conocimiento de esta eventualidad; lo que sí viene á ser cierto es que debe comenzar por determinar un incremento en la tensión de la tirada.

El hilo ó los hilos que la componen actuarán, indudablemente, con una tensión tal, que perderán en todos los casos el acostumbrado mayor ó menor margen de seguridad; su tensión máxima prevista será siempre notablemente más baja que la que puede causar la rotura.

Durante este excepcional incremento de la tensión de una tirada, ¿qué ocurrirá á los postes que la limitan?

Es evidente que éstos, bajo la acción de la nueva fuerza en juego, deberán deformarse inclinándose hacia el interior de la tirada misma, hasta que las reacciones elásticas que en ellas vengan á engendrarse, unidas á las crecientes tensiones de las tiradas adyacentes, resulten suficientes para equilibrar la acción de la tirada sobrecargada.

Se sigue de aquí que, en el momento en que los hilos de esta tirada lleguen á romperse, los postes que la limitan vendrán inmediatamente á encontrarse libres de las relativas tensiones, bajo la acción simultánea de las reacciones elásticas que tienden á anular la precedente deformación y de las tensiones de las tiradas adyacentes en virtud de las cuales deberán aquéllos inclinarse en sentido contrario.

Tales postes iniciarán entonces una serie nueva de oscilaciones en torno á sus posiciones de equilibrio, durante las cuales su resistencia estará expuesta á una dura prueba.

El problema de su capacidad para resistir en esta excepcional eventualidad se reduce natural y completamente á la determinación de la deformación máxima que se verifica durante el período dinámico del fenómeno.

Consideremos ahora un poste determinado y supongamos, para fijar las ideas, que el arranque se verifica en la tirada inmediatamente á la izquierda de aquél.

Supongamos para mayor sencillez que las dos tiradas que en aquél terminan estén ambas contenidas en un mismo plano vertical, y que en él se halle también uno de los ejes principales centrales de inercia de cada sección recta del poste; en esta hipótesis el mismo plano contendrá también las varias deformaciones del poste que nos parecerá conveniente considerar.

Nos limitaremos ahora á la determinación de los cambios de lugar de su extremo superior y supondremos, por razones sobre las cuales sería ocioso insistir, que las componentes verticales de estos cambios de lugar se verifiquen siempre frente á las respectivas componentes horizontales (flechas).

Esto supuesto, he aquí cómo conviene proceder:

Sobre dos ejes coordenados ortogonales Ox y Oy (fig. 2.^a) se representarán, respectivamente, los cambios de lugar horizontales del extremo del poste y las componentes también horizontales de las fuerzas á él aplicadas.

Se sabe ahora representar gráficamente el comportamiento elástico del poste mediante una recta $A_1 B_1$ que pase por el origen O , cuya inclinación sobre el eje de las abscisas medirá la intensidad de la fuerza que al extremo superior de dicho poste se debe aplicar según una horizontal contenida en el plano de las tiradas, si se quiere que el extremo mismo sufra en la misma dirección un cambio de lugar igual á la unidad de longitud.

Menos sencilla resulta la representación del comportamiento de las tiradas, esto es, de la relación que liga los cambios de lugar horizontales del extremo del poste con las componentes de las tensiones de los hilos. Pero, sin embargo, el problema se sabrá siempre resolver con la aproximación deseada, ya se tengan ó no en cuenta las deformaciones de los otros postes de la conducción. Se llega en todos los casos á una curva cuya forma (para la tirada de la derecha) es la de $A_1 B_1$, con ordenadas lentamente decrecientes para cambios de lugar vueltos hacia el interior de la tirada, y rápidamente crecientes para cambios de lugar vueltos hacia el exterior.

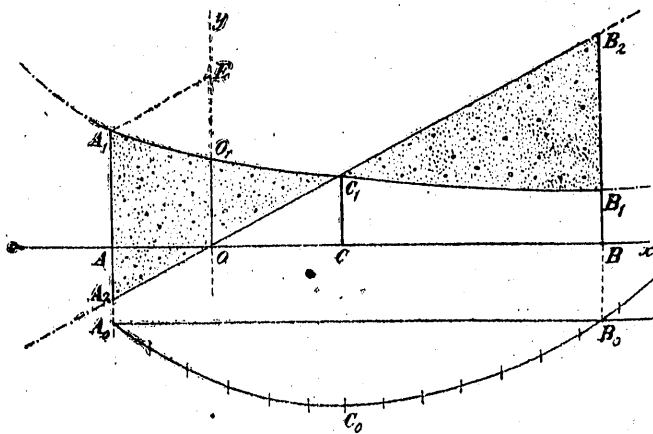


Fig. 2.^a

La ordenada OO_1 , que esta curva presenta en correspondencia con el origen, medirá la tensión horizontal de la tirada de la derecha en la hipótesis que el poste no haya sufrido ninguna deformación. Porque en estas condiciones, encontrándose en equilibrio, ocurre, naturalmente, que una tensión horizontal igual se desarrollará en la tirada de la izquierda.

Sea EO (generalmente bastante mayor que O_1O) la tensión horizontal que esta última tirada tiene cuando está á punto de romperse.

Trazando por E una paralela á la recta $A_1 B_1$ hasta que encuentre en A_1 á la curva $A_1 B_1$ se obtiene inmediatamente en OA el cambio de lugar del extremo del poste en el instante inmediatamente precedente á la rotura: la suma algebraica de las dos tensiones horizontales AA_1 de la tirada de la derecha y $A_1 A_2 = EO$ de la tirada de la izquierda es, indudablemente,

te, igual á la fuerza AA_1 , que se requiere para producir la flecha OA .

Acaecido el arranque de la tirada de la izquierda, queda en acción la sola tensión de la derecha; la nueva posición de equilibrio se obtendrá ahora todavía con más sencillez, poniendo que la componente horizontal de esta tensión tenía aquel valor que justifica el nuevo cambio de lugar del extremo del poste, lo que equivale á decir que este cambio de lugar es medido por la abscisa OC del punto C_1 de intersección de la curva $A_1 B_1$ con la recta $A_2 B_2$.

El sistema se presentará en esta su nueva posición de equilibrio con una cierta fuerza viva, equivalente al trabajo desarrollado durante el movimiento, trabajo que es medido en la figura 2.^a por el área del triángulo mixtilíneo $A_1 A_2 C_1$.

Este sistema sobrepasará, por lo tanto, la señalada configuración de equilibrio prosiguiendo su movimiento hasta que su fuerza viva sea anulada, esto es, hasta que todo el trabajo desarrollado sea transformado en energía potencial elástica.

El cambio máximo de lugar OB del extremo del poste en movimiento debe así satisfacer á la condición de que el área del triángulo mixtilíneo $C_1 B_1 B_2$ sea igual á la del triángulo mixtilíneo $A_1 A_2 C_1$; la posición del punto B se determina inmediatamente por medio de una simple integración gráfica; en correspondencia con tal punto debe verdaderamente anularse la ordenada de la línea integral $A_0 C_0 B_0$ del área comprendida entre la ordenada inicial $A_1 A_2$, la curva $A_1 B_1$ y la recta $A_2 B_2$.

Basta observar la figura para convencerse que las consecuencias del arranque de una tirada serán, para los postes que la limitan, tanto menos graves cuanto mayor sea la inclinación sobre el eje x de las curvas características de las tiradas adyacentes; se viene así á justificar el uso, impuesto en tiempos recientes también en algunas disposiciones oficiales, de flanquear las tiradas cuyo arranque por cualquier causa se temía con tiradas de amplitud mucho más reducida.

Puede también suponerse que el poste soporte las solicitaciones derivadas del arranque completo de una tirada por la resistencia del material que lo constituya.

Ahora bien, debe advertirse que en la práctica esto no se verifica más que rara vez: criterios de economía se imponen al constructor y le inducen á calcular el poste en la hipótesis de cargas bastante menos desfavorables de las que hemos considerado; cuando éstas excepcionalmente se verifican, el poste podrá entonces quedar dañado; pero se considera preferible esta concesión, á la necesidad de aumentar de un modo notable las secciones resistentes, y, por lo tanto, el coste de la obra.

El procedimiento gráfico que acabamos de exponer no cae

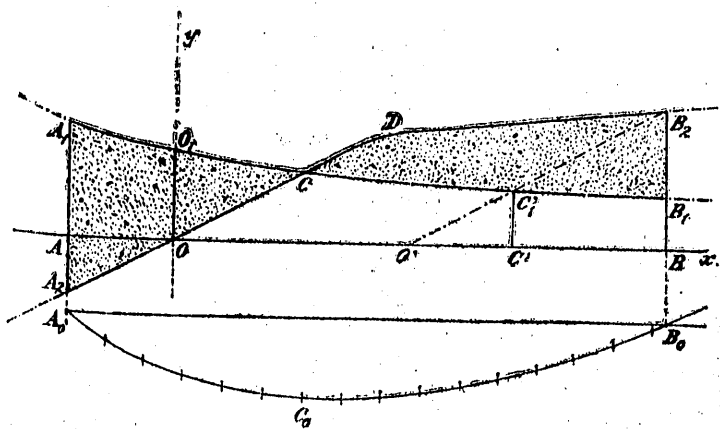


Fig. 3.^a

por ello en defecto, antes bien se presta á algunas consideraciones del mayor interés.

Naturalmente, al aplicarlo es necesario tener presente que la recta $A_2 O$ (fig. 3.^a) no representa el comportamiento del poste indefinidamente, sino solamente hasta cierto punto D , en correspondencia del cual el material resistente presenta un primer

indicio de debilidad, ó por lo menos una primera deformación permanente. A partir de este punto la línea DB_2 representativa del comportamiento del poste se presentará, según los casos, más ó menos deprimida; á veces podrá tomar una dirección paralela al eje de las abscisas.

A partir de aquí nada tiene que cambiarse del razonamiento que nos ha conducido á la determinación de la flecha máxima OB ; algunas veces cambia radicalmente la marcha sucesiva del fenómeno á causa de las modificaciones que se producen en el proceso de deformación permanente.

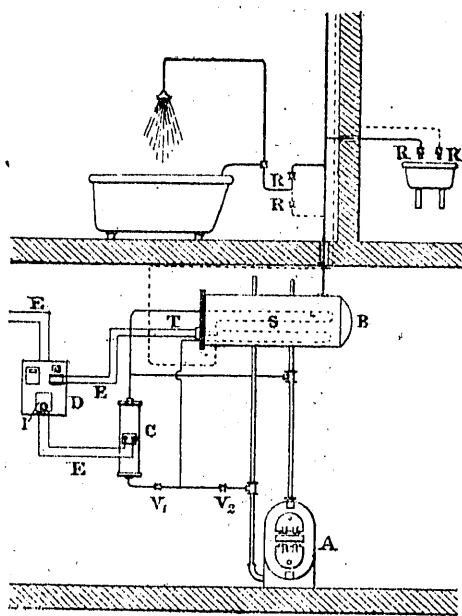
Teniendo en cuenta, sin embargo, que esta deformación no altera, generalmente, de un modo apreciable el módulo de elasticidad del material, se puede (donde no haya adquirido valores excesivos) presumir que el comportamiento sucesivo del poste venga con grandísima aproximación representado en la figura 3.^a por una recta $B_2 O'$ paralela á la $A_2 O$.

OO' será, por lo tanto, la flecha permanente producida en el poste por la sollicitación considerada; en cuanto á la flecha característica de la nueva configuración de equilibrio, que el mismo poste asumirá en definitiva bajo la acción de la tensión de la tirada de la derecha, se puede, por las razones mismas expuestas anteriormente, concluir que estará medida por OO' .

No hay que decir que todo esto sucede mientras la flecha OB no sobrepasa los límites más allá de los cuales la componente vertical de la tensión de la tirada pudiera contribuir de modo poco tranquilizador á aumentar las sollicitación á la flexión á que el poste está sujeto, y que vendrían á agravar las ya críticas condiciones.

Calefacción eléctrica del agua, combinada con la calefacción central.

En la mayor parte de los edificios que tienen calefacción central por medio de una caldera de vapor ó de agua caliente, se tiende cada vez más á instalar una distribución de agua caliente, para los tocadores y baños, con la ayuda de un depósito de



A, caldera; B, calentador de agua; C, cuerpo de calefacción eléctrica; D, cuadro de distribución; E, cables eléctricos; I, interruptor cronométrico; R, llaves; T, termómetro, y S, serpentín de calefacción.

agua calentada por medio de un serpentín recorrido por el vapor ó el agua caliente de la caldera. Ésta, á menos que la cantidad de agua caliente que se ha de suministrar sea muy importante, puede proporcionar ella sola en invierno la calefacción de las habitaciones y la del agua de los baños. En verano es preferible servirse de una pequeña caldera especial para los baños.

En las regiones en que es barato el suministro de energía eléctrica, es interesante observar que durante el verano es fácil