

cuya primera columna van indicados en milímetros los distintos sobreanchos de vía.

SOBREANCHO DE LA VÍA — Milímetros.	CARRIL IZQUIERDO		CARRIL DERECHO	
	Soportes.	Grapas.	Soportes.	Grapas.
	Número.	Número.	Número.	Número.
0	4	0	1	3
3	3	1	1	3
6	4	0	3	1
9	4	0	4	0
12	3	1	4	0
15	1	3	3	1
18	1	3	4	0
21	0	4	4	0

Las traviesas son de acero laminado, y los taladros para su unión á los carriles se hacen en frío; tienen una longitud constante de 2^m,70, su forma es de artesa invertida y su sección transversal se indica en las figuras adjuntas.

Está recomendada especialmente su aplicación en los países en donde las condiciones climatológicas de las zonas atravesadas por el ferrocarril determinan una destrucción rápida de la madera.

En Alemania, Bélgica y Suiza se está desarrollando rápidamente su empleo con muy buen resultado, hasta el punto que durante los años 1883 á 1888 empleó en obra en sus líneas la Compañía de los ferrocarriles de Suiza Occidental y del Simplon 126.900 traviesas metálicas, sin haber retirado más que 43 por causa de rotura, ó sea 0,33 por 1.000; y resulta de una declaración hecha por dicha Compañía en 1889, que si hubiese empleado en las mismas épocas una cantidad igual de traviesas de madera, hubiera retirado seguramente de 20 á 25.000, según sus experiencias anteriores.

M. B.

Valencia 12 de Mayo de 1898.

TAQUÍMETRO SALAZAR, AUTOREDUCTOR SIN LIMBOS

TEORÍA ELEMENTAL DE ERRORES

Nos dice el proyecto que, teóricamente, nuestro taquímetro no lleva consigo, en cuanto á la obtención de los resultados, otras causas de error que la debida á su apreciación.

En la práctica, sin embargo, no puede admitirse esto porque es difícil, sino imposible, que la construcción del instrumento se realice exenta de errores de ajuste en las diferentes piezas de su mecanismo, errores que necesariamente tienen que influir en sus resultados. Nuestro proyecto, pues, no sería bueno si al desarrollarlo no se hubiese todo tenido en cuenta y estudiado como consecuencia y en relación con los errores de ajuste dichos, la forma y dimensiones en todas y cada una de las piezas del mecanismo, al objeto de armonizar las exigencias de la comodidad (tamaño, peso, facilidad en el manejo, etc.) con las capitalísimas de la exactitud necesaria y suficiente que el instrumento debe ofrecer para que el topógrafo pueda sancionarlo y admitirlo.

Resultado de este previo estudio ha sido el disponer nuestro taquímetro en la forma y dimensiones dichas en el proyecto.

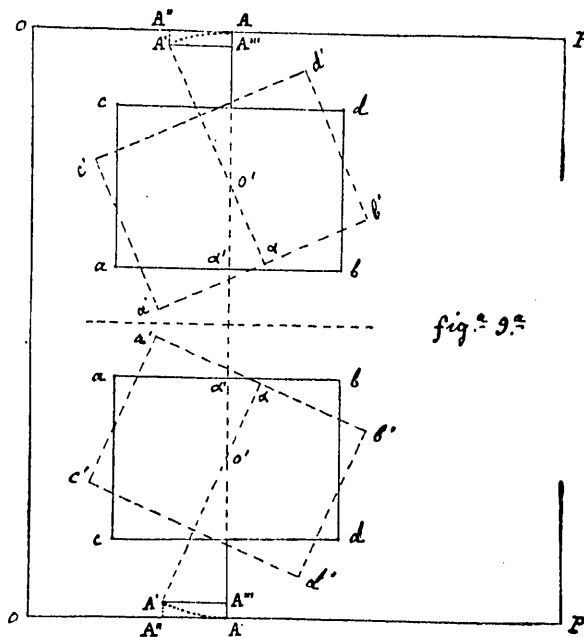
Tócanos ahora demostrar que el proyecto responde á nuestro propósito, y lo haremos poniendo de manifiesto no sólo que serán tolerables los errores que el instrumento estudiado ha de dar, si que también el cómo en ellos influye la forma y dimensiones de las piezas de su mecanismo, y por tanto, cómo y en qué sentido pudieran éstas ser modificadas si fuera así exigido por inconvenientes que su construcción presentase, ó porque, contra lo que no creemos, se le pidiera mayor precisión que la que hemos juzgado conveniente darle.

Por efecto de la disposición del mecanismo, las únicas causas de error en el instrumento son, prescindiendo de las de apreciación:

- I. Falta de un exacto ajuste entre las piezas del retículo que luego diremos.
- II. El mismo defecto entre las cajas y reglas del sistema para la obtención de las reducidas.
- III. El mismo defecto entre las ídem ídem del de la obtención de los senos y cosenos.

I.

La figura 9.^a nos pone de manifiesto que la falta de un exacto ajuste entre los bastidores *abcd* y las ranuras en que resbalan puede producir:



- 1.º Acortamiento del brazo OA y alargamiento del AP en las palancas OP ó viceversa.
- 2.º Aproximación de los centros O' de los bastidores á las dichas palancas; y
- 3.º Variación del punto de cruce α á α' de los hilos móviles del retículo con el vertical de la cruz filar.

Estas causas sumadas pueden producir en los valores de *m* un cierto error que vamos á estudiar.

A este efecto nos colocaremos en el caso más desfavorable que puede ocurrir, esto es, en el de que los bastidores *abcd*, por el vacío ó error de ajuste en sus ranuras, giren en sentido contrario, produciendo ambos el acortamiento ó alargamiento de los brazos OA.

Por la primera condición, el error será por exceso ó

por defecto

$$\pm \Sigma = \mp m \pm m' = \mp m \pm m \frac{OA''}{OA}$$

siendo OA'' el nuevo valor del brazo OA y m' el falso valor de m .

Esta expresión nos dice que Σ será tanto menor cuanto menor sea m y cuanto más se aproxime á la unidad el valor de la relación $\frac{OA''}{OA}$.

En el taquímetro proyectado $m > \frac{0,000975}{0,0039}$; $OA = 0,027$,

y admitiendo para el error de ajuste el de media décima de milímetro (0,00005); y teniendo en cuenta que

$$ac = bd = 0,02 \quad \text{y que} \quad O'A = 0,015,$$

deducimos

$$OA'' = OA \pm AA'' = 0,027 \pm 0,0000375 = \begin{matrix} + 0,0270375 \\ - 0,0269625 \end{matrix}$$

y resultará en el caso más desfavorable (alargamiento de OA)

$$+ \Sigma = -0,0039 + 0,0039 \frac{0,0270375}{0,027} = 0,00000547$$

Por la segunda condición, el error será siempre por exceso y valdrá

$$\Sigma' = AA''' = O'A - O'A''' = 0,015 - \sqrt{0,015^2 - 0,0000375^2} = 0,000003$$

y finalmente, por la condición tercera el error será siempre por defecto y valdrá muy aproximadamente los $\frac{2}{3}$ del anterior Σ'

$$- \Sigma'' = 0,000002$$

luego

$$\Sigma = \Sigma + \Sigma' - \Sigma'' = 0,00000647$$

Resulta, pues, en definitiva que por el error de ajuste indicado podremos cometer con el instrumento proyectado un error máximo para m representado por la expresada cantidad, pero solo en el excepcionalísimo caso de visar bajo el mayor valor de m , esto es, visando á 25 metros con cantidad de mira ó distancia entre tablillas de 0,50; á 50 metros, con la de 1; á 100, con la de 2, y á 200, con la de 4. Y siendo la variación de los hilos del retículo de 0,00002 por cada centímetro de mira cuando ésta se coloca á 100 metros, fácilmente deducimos que dicho error máximo será, en distancia horizontal, el de 0,162 por 100; y el error remanente será, en definitiva, según el cálculo de probabilidades, de 11 centímetros por 100 metros

$$\frac{0,162}{\sqrt{2}} = 0,11$$

porque son dos los bastidores que pueden producirlo.

En todos los demás casos, es decir, cuando operemos con valores menores de m , los errores serán menores, llegando á casi anularse en el límite inferior de m .

Respecto de las reducidas z' , salta á la vista por lo dicho que jamás con tal motivo habrá de llegar el error cometido á un centímetro.

Hemos supuesto, y creemos con fundamento, que un buen constructor no cometerá en dicho ajuste mayor error de 0,00005; pero si así no fuese y nos viéramos obligados

á admitirlo mayor, bastaría hacer que la relación $\frac{OA''}{OA}$

se aproximase á la unidad lo bastante para que el instrumento no diera nunca mayor error que el consignado de 11 centímetros por 100, y para esto no hay más que alargar los brazos OA y AP lo necesario, sacrificando algún tanto las condiciones de comodidad del instrumento.

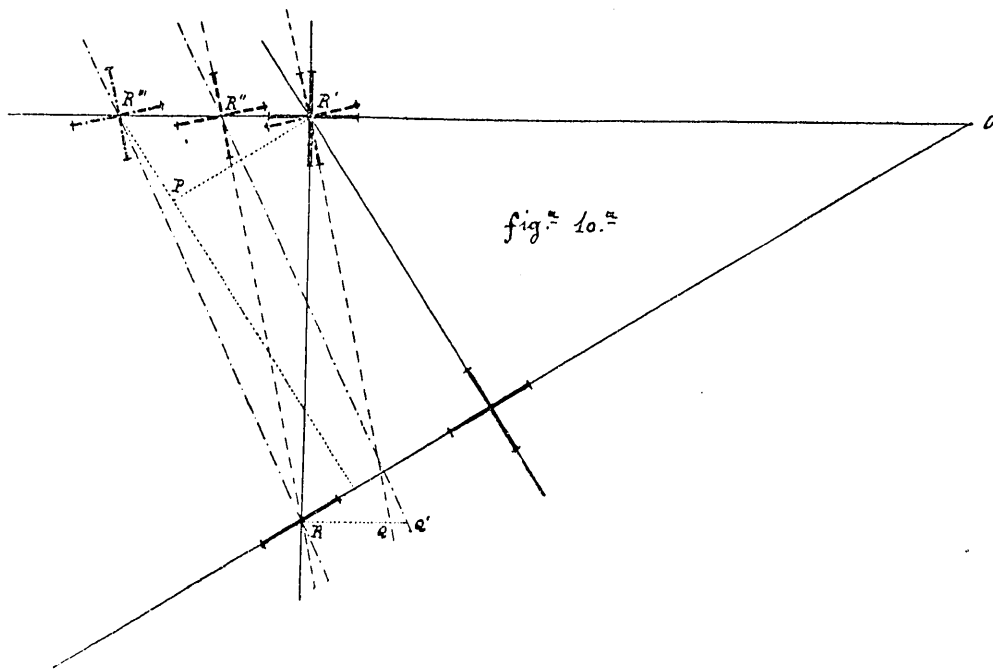
Y otro error no cabe en el retículo, pues merced á la disposición y medios de rectificación que se ha dado á las piezas de su mecanismo, desaparecen los que pudieran resultar por falta de ajuste en los ejes O (falta que no debe existir), por los desgastes y por las ligeras torceduras de las palancas. Las dilataciones no tendrán en él influencia sensible.

La circunstancia de tener este retículo los hilos móviles en plano distinto que los de la cruz filar, parece á primera vista un inconveniente; pero á poco que en ello se piense vemos que ni teórica ni prácticamente puede producirse por tal concepto causa alguna de error, pues como todo topógrafo sabe muy bien, las imágenes producidas por el objetivo de un anteojo no se forman en un plano, sino que tienen lugar en un espacio de algún espesor, dentro del cual pueden tener cabida unos y otros hilos si bien se colocan en planos sumamente próximos; de modo que probablemente ni aun el error de paralaje se hará sensible. Además, aun dado caso de que la separación de los planos donde van los hilos móviles y los de la cruz filar fuese apreciable y sensible, como en los trabajos propios del taquímetro, ésta no sirve más que para hacer la puntería y calado de la mira, haríamos que la imagen de ésta viniese claramente al plano de los hilos móviles, que pondríamos con el microscopio del ocular á toda su limpidez y finura, no importando nada el que los de la cruz filar no se destacasen con tanta precisión; y viceversa, haríamos esto mismo con los hilos de la cruz filar cuando empleáramos el taquímetro como nivel, prescindiendo entonces de los hilos móviles para usar principalmente el hilo axial horizontal. Pero repetimos que la proximidad de los planos donde van colocados los hilos no puede producir causa alguna de error.

II.

En cuanto á los errores por falta de un exacto ajuste en las piezas del mecanismo para la obtención de las reducidas, la figura 10 nos pone de manifiesto todo el sistema, y prescindiendo de los errores de ajuste de los ejes nn (que es el O de la figura 10) porque éstos pueden y deben ser exactos, vemos:

1.º Que la caja núm. 27 puede producir errores ya sobre el valor del ángulo del compás cuyos lados dan movimiento á los hilos del retículo, ya sobre las piezas que sirven para la obtención de las reducidas; pero como fácilmente puede verse calculándolos, son de tan escasísima importancia, debido á que el eje de giro KK y sobre todo el de los rodillos rr se separan muy poco del centro de la caja, que no hay para qué tenerlos en cuenta. Además que estos casi inapreciables errores no influyen sobre el resto del mecanismo, es decir, no agrandan los que pasamos á estudiar.



2.º Que la armadura 24-25 puede tomar un pequeño giro alrededor de su centro, y además que la regla 26 puede oscilar en su caja.

(Se concluirá.)

ANTONIO SALAZAR.

REVISTA EXTRANJERA

Deformación de las piezas comprimidas y estabilidad de las construcciones metálicas.

M. A. Bérard ha presentado á la Academia de ciencias de París una nota, extracto de un estudio muy interesante acerca de este problema de importancia capital para el ingeniero. Damos á continuación la traducción de dicha nota.

Es sabido que las vigas de los puentes perecen generalmente, no por flexión simple que se opera en el mismo plano de la viga, sino más bien á consecuencia de un alabeo en el cual las cabezas comprimidas se doblan perpendicularmente á este plano.

Es fácil ver que las partes comprimidas de las cabezas se hallan en la misma situación que una pieza comprimida por sus extremos, la cual permanece recta mientras la carga no excede de cierto límite, pero se dobla, ó más exactamente, se puede doblar cuando este límite es rebasado.

Las vigas de puentes presentan así cierta inestabilidad contra la cual es indispensable ponerse en guardia.

Pero las teorías actuales no dan indicaciones respecto á este particular más que en el caso sencillo de que acabamos de hablar, tanto que las únicas obras cuya estabilidad puede asegurarse con toda certeza son los sistemas articulados preconizados con tanta razón por M. Maurice Lévy.

Importa, pues, llenar este vacío, conocido desde hace tiempo por los ingenieros, puesto que se hallan en la imposibilidad de decidir si el alabeo es de temer ó no y de calcular, en caso necesario, el arriostramiento destinado á evitarlo.

Además, es tanto más necesario en este caso un estudio teórico, cuanto que las pruebas de recepción no siempre ponen en evidencia la inestabilidad particular de que se trata.

En efecto, aun siendo real esta inestabilidad, la obra, calculada por los métodos ordinarios, se halla en estado de resistir á

todas las cargas previstas mientras se hallan satisfechas las hipótesis que han servido de base al cálculo; y solamente cuando circunstancias particulares han provocado un principio de deformación de las partes inestables, es cuando esta inestabilidad puede aparecer.

Considerando las cabezas comprimidas como piezas aisladas, el problema se reduce, en definitiva, á estudiar las condiciones de flexión de una pieza sometida, según su longitud, á esfuerzos de compresión variables de un punto á otro, y que se encuentra al mismo tiempo sostenida lateralmente por acciones elásticas que tienden á oponerse á su flexión.

Como, por otra parte, la acción del alma previene toda flexión de las cabezas en el plano de la viga, no hay necesidad

de considerar más que la flexión de estas piezas en el plano perpendicular, lo que reduce el problema á un estudio de flexión plana.

Tratada por el método ordinario, la cuestión, aun reducida á estos términos, sería imposible de resolver; pero se llega, como lo demostramos en este trabajo, á obtener indicaciones ampliamente suficientes para la práctica, invirtiendo en cierto modo el problema y remontando á la expresión misma del trabajo de deformación que indica la manera como varía el trabajo de las diversas fuerzas cuando la pieza experimenta una deformación dada.

Entre los resultados que se desprenden de este estudio, los más sencillos son los siguientes:

1.º En una pieza comprimida al modo de la cabeza superior de una viga de longitud L , cargada de un peso repartido uniformemente y no sostenida lateralmente, es de temer la flexión si la compresión máxima alcanza el límite

$$N = 20 \frac{EI}{L^2}$$

2.º Si, por el contrario, la pieza está sostenida lateralmente por acciones elásticas tales que una separación y de un elemento ds engendre una fuerza $qyds$, la compresión máxima desde la cual es temible la flexión, tiene por valor

$$N = 20 \frac{EI}{L^2} + \frac{1}{5} q L^2 \quad \text{si } q L^2 + 2N < 100 \frac{EI}{L^2}$$

y

$$N = \frac{20}{7} \sqrt{\frac{EI}{L^2} (q L^2 + 2N)} \quad \text{si } q L^2 + 2N > 100 \frac{EI}{L^2}.$$

Estas últimas fórmulas dan el medio de fijar la rigidez que debe exigirse al arriostramiento para asegurar la estabilidad de la pieza cuando su rigidez propia no basta para prevenir la flexión.

Dado el grado de precisión que exigen los cálculos de este género, el simple empleo de las fórmulas precedentes podría bastar para guiar á los Ingenieros, permitiéndoles, en la mayor parte de los casos, establecer de un modo racional los arriostramientos necesarios.