

Resultando, entre otras cosas, que la forma y relieve del bajo de Levante dependen de la forma y relieve del bajo de Poniente, siendo aquél menos ancho y menos alto, allí donde el de Poniente sea más alto y esté más crecido y viceversa.

Igualmente se desprende también que siempre, y en todos los tiempos, á cada situación del bajo de Poniente ha correspondido un bajo de Levante, y como el primero ha ido avanzando sucesivamente hacia el Oeste, el segundo, ó sea el bajo de Levante, había ido marchando de la misma manera hacia Levante.

Respecto á la canal, manifiesta que está hoy, y ha estado siempre, comprendida entre los dos bajos citados de Poniente y de Levante en todas las posiciones que sucesiva y correlativamente han ido ocupando estos últimos; pues si bien, mientras estas formaciones estaban por fondos de 6,00 metros, á baja no había barra propiamente dicha, así que el bajo de Poniente entró en los fondos de 5,00 á 6,00 metros que no pudo menos de encontrar en su avance hacia el Este, entonces los dos bajos de Poniente y de Levante se juntaron y unieron por aquellos fondos de 6,00 metros primero y después por los próximos á baja, creando verdadera barra con gola, pasando la canal por todos los estados que la han creado los bajos de Poniente y de Levante, y sus fondos, anchura y movilidad, han dependido de aquéllos.

Estudia, por último, el origen y marcha de los aterramientos en la barra, considerando que las arenas provienen como primer origen del Levante de aquella, arrastrado por las rompientes que producen las corrientes de vendabal, que la invasión de arenas y la movilidad de los veriles de la canal señalan dos puntos de máxima movilidad y avance, el primero que camina en sentido N. S. en las proximidades del bajo de «La Matilla» y el segundo del N. O. á S. O. hacia el vértice de las dos alineaciones de la canal, ó sea en la región de la virada, decreciendo la movilidad á uno y otro lado de estos dos puntos singulares.

Que el primer tramo de canal paralelo á la playa hasta las inmediaciones de la boya de virada podía considerarse invariable no ejerciendo acción sobre su fondo las rompientes de todos los vientos, que se limitan á modificar ligeramente el veril Norte adelgazándolo y limpiándolo, y la influencia dominante y sensible de los fondos ahondables está representada por la acción de limpia, que es debida al predominio de las corrientes de vaciante sobre las de creciente.

(Se continuará.)

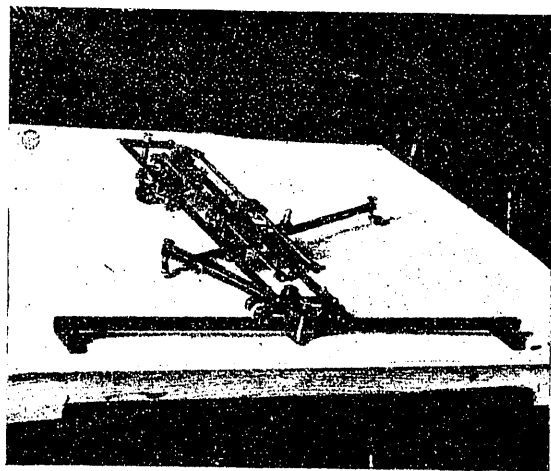


UN NUEVO PLANÍMETRO

La importancia bien reconocida que, así para numerosas aplicaciones prácticas de la ciencia, como para infinidad de estudios especulativos, presenta la operación de valuar con exactitud un área plana de contorno curvilíneo, ha estimulado constantemente á los investigadores científicos con el fin de resolver este problema, que ha recibido muy variadas soluciones.

Una de éstas, única que nos interesa en este trabajo, la suministran los integradores mecánicos. Numerosos aparatos de este género, bien conocidos en los gabinetes científicos, se han imaginado por los constructores, sencillos y económicos los unos, más complicados y costosos otros; pero todos, cual más, cual menos, de resultados un tanto inseguros, á lo que parece, por lo que la elección de un buen planímetro de toda confianza se considera generalmente acompañada de dudas y dificultades.

No es mi ánimo al presente discutir los defectos y las causas de error de los diferentes instrumentos citados que actualmente se encuentran más en uso; son sobradamente conocidas, están de tal modo en la conciencia de cuantos en el particular se interesan, que el detenerme á exponerlas y discutir las lo estimo totalmente ocioso. Solo aspiro con estas consideraciones preliminares á justificar el objeto de este artículo, ó si se quiere, el estudio que lo motiva, á propósito de un nuevo modelo que he acertado á combinar, el cual ofrece, á mi juicio, no escaso interés.



Su principio analítico es totalmente distinto de los que hasta ahora se han utilizado para los modelos ya generalizados. Puede sintetizarse en breves términos, sentando desde luego que reduce el problema de la cuadratura de un área dada al de la rectificación de una curva perfectamente definida, relacionada de modo por demás sencillo con el contorno que limita á aquélla.

Con efecto. Consideremos una curva cualquie-

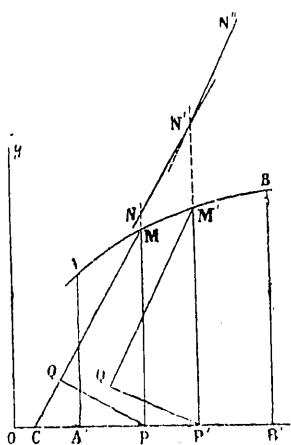


Figura 1.ª

ra AB (fig. 1), cuya ecuación en coordenadas rectangulares sea

$$y = f(x). \quad [1]$$

Tomemos la ordenada MP de uno cualquiera de sus puntos como hipotenusa de un triángulo rectángulo MPQ, y supongamos que el punto M recorre la curva arrastrando consigo al triángulo, de modo que, al deformarse éste en dicho movimiento, conserve siempre su condición de rectángulo, teniendo por hipotenusa la ordenada correspondiente, y además constante al cateto PQ = a, longitud arbitraria, si bien convenientemente elegida en proporción con la figura.

Es claro que el segundo cateto MQ, aparte de cambiar en posición y magnitud, *variará también de dirección* de modo continuo. Tomemos esta dirección variable como directriz de la tangente a una nueva curva

$$Y = F(x), \quad [2]$$

definida por esta condición y la de corresponder a iguales incrementos de x; esto es: supongamos que por un punto N, arbitrario, de la ordenada MP se traza una paralela NN' a la posición que actualmente corresponde al cateto variable MQ, é imaginemos que por el punto N' en que corta a la ordenada infinitamente próxima se traza una nueva paralela N'N'' a la posición M'Q' de aquél, y así sucesivamente. El sistema de las rectas NN', N'N'', ... queda así completamente definido, y la envolvente del mismo será la dicha curva [2].

Examinemos la relación existente entre las dos curvas consideradas. En un punto N de la [2], tendremos para expresión del coeficiente diferencial

$$\frac{dY}{dx} = \text{tang. MCP} = \text{tang. MPQ} = \frac{MQ}{QP} = \frac{\sqrt{y^2 - a^2}}{a};$$

luego el elemento de arco de dicha curva será:

$$d\sigma = dx \sqrt{1 + \frac{y^2 - a^2}{a^2}} = dx \cdot \frac{y}{a},$$

de donde resulta la siguiente sencillísima é interesante relación:

$$a d\sigma = y dx,$$

la cual, integrada entre límites convenientes, dará:

$$a(\sigma_1 - \sigma_0) = \int_{x_0}^{x_1} y dx,$$

que viene á justificar la precedente afirmación, pues dice que *el área A'ABB' es igual al producto de la constante a (que podremos llamar base de la integración), por la longitud del arco de la [2], comprendido entre las dos mismas ordenadas extremas que comprenden a dicha área*. Rectificada, pues, esta curva, ó de otro modo, valuado su arco entre los límites debidos, su producto por la base a nos dará el área buscada, y así dicha curva [2] podría denominarse *cuadratriz* de la [1]. Su ecuación en términos finitos será, como se desprende de lo expuesto,

$$Y = \frac{1}{a} \int dx \sqrt{f(x)^2 - a^2} + c,$$

y la operación que tenga por objeto trazarla será, por tanto, una verdadera integración.

Tendremos, por consiguiente, constituido un *planímetro integrador*, si por un medio puramente mecánico conseguimos trazar y valuar esta cuadratriz. Veamos ahora la combinación cinemática que permite realizar cumplidamente tal objeto.

••

Fig. 2. Fijemos sobre el dibujo en que está trazada la curva [1] una regla XX', é imaginemos otra regla móvil YY' que, apoyada perpendicularmente sobre aquélla, pueda recibir un movimiento de traslación paralela á la misma.

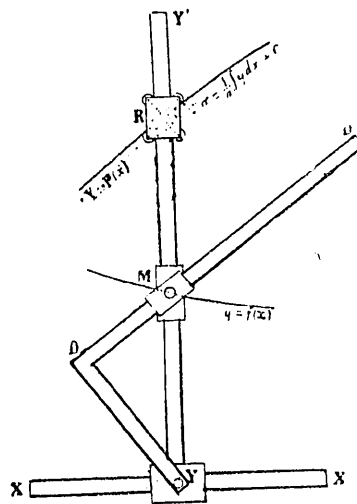


Figura 2.ª

Dispongamos una tercera regla, YDD', acodada en ángulo recto, de modo que, articulada con la YY' en su pie, pueda ser arrastrada por ésta en su movimiento. Enlacemos además ambas reglas por medio de una doble corredera M, cuyas dos partes están

asimismo articuladas entre sí; es evidente que un punzón unido invariablemente con la pieza M (por el momento lo supondremos colocado en el punto de cruce de las reglas DD' ó YY'), podrá recorrer la curva [1], haciendo que el triángulo YDM verifique las condiciones geométricas impuestas al PQM de la figura 1. La regla DD' irá así, pues, adoptando en este movimiento las posiciones que debe tomar como directriz de la tangente á la curva que deseamos trazar.

Enlacemos también á la regla YY' otra correa R (un pequeño tren ó carrito), que pueda deslizarse con toda facilidad á lo largo de dicha regla; coloquemos en este tren una armadura giratoria alrededor de un eje perpendicular al plano del dibujo, en la cual esté montada una ruedecilla de borde afilado, cuyo eje sea paralelo al mismo plano, dotada de un contador ordinario de las vueltas que haya de dar.

Relacionemos, en fin, los sistemas M y R por medio de un mecanismo cualquiera (de los muy diversos que ofrece la cinemática aplicada) capaz de imponer á la armadura de la ruedecilla una orientación tal, que en todo momento sea el plano de ésta paralelo á la dirección DD' , dejando siempre completamente indeterminada la distancia MR.

Con estos elementos quedará constituido el instrumento perseguido. En efecto; si hacemos que la rueda apoye con presión conveniente su borde sobre el papel ó plano del dibujo, al recorrer el punzón la curva [1], el tren R, que supondremos al principio en una posición cualquiera, deberá participar del movimiento de traslación paralelo á las X que corresponda tomar á la regla Y; mas para ello, habrá que vencer la reacción de rozamiento que se originará en el punto de contacto de la rueda con el papel. Ahora bien; esta reacción será siempre oblicua al plano de la rueda, por consecuencia de la disposición dada á los elementos geométrico-cinemáticos del aparato; de donde resultará una descomposición de dicha reacción en componente tangencial á la rueda y componente normal á su plano. La primera determinará la rotación de la rueda alrededor de su eje; mientras que la segunda se comunicará á los puntos de apoyo del tren sobre la regla Y que le conduce.

Mas también esta última componente actuará oblicuamente sobre la regla, originándose otra descomposición en acción normal á ésta, y acción paralela á la misma. La normal será en cada momento equilibrada por la fuerza comunicada al aparato para su arrastre; pero la paralela sólo encontrará como acción que tienda á equilibrarla el rozamiento que se origine por el deslizamiento del tren á lo largo de la regla. Si, pues, este rozamiento es sumamente pequeño, en tanto que el de la rueda sobre el papel (y con él sus componentes) alcance un valor suficientemente grande, nada habrá que se oponga á la acción de la última componente considerada, la cual determinará así otra traslación del tren, paralela á la regla Y, con velocidad tal que, compuesta con la paralela á X, dé

una resultante dirigida en el plano de la rueda.

Es decir; que el movimiento del tren R será en cada momento una traslación paralela á la posición correspondiente de la regla DD' , por ser esta la dirección en que la suma total de los rozamientos desarrollados alcanzará el valor mínimo. Por consiguiente, la rueda se moverá *rodando con movimiento cicloidal simple*, sin que exista deslizamiento alguno de su borde sobre el papel, y en definitiva, el lugar de sus puntos de contacto con éste no será otra cosa que la curva [2] ó cuadratriz, pues que sus tangentes son respectivamente paralelas á las posiciones correspondientes de la directriz.

En fin, como la misma rueda ha ido girando y aplicando su borde sobre la cuadratriz al tiempo de trazarla, bastará apreciar el número de vueltas dadas durante la operación, para obtener, conocido el radio, la longitud $\sigma_1 - \sigma_0$ del arco de cuadratriz descrito, y con ello la integral $\frac{1}{a} \int_{\sigma_0}^{\sigma_1} y dx$ que nos proponíamos valuar.

Hasta aquí la descripción *teórico-esquemática* de la combinación adecuada á nuestro objeto. Con ella á la vista, nos será fácil exponer y discurrir las diversas disposiciones prácticas imaginables para el instrumento, así como los resultados obtenidos con los modelos ya realizados, lo cual será objeto de nuevos artículos.

Zaragoza y Octubre de 1896.

JOSÉ RUIZ CASTIZO,

Catedrático de Mecánica racional.

¿LE HAREMOS INGENIERO?

Traducción de un artículo del *Figaro* francés es el siguiente, que forma parte de la serie que con el título *Nos Hls*, publica en aquel periódico Hugues Le Roux, estudiando el problema de la elección de carrera. Prescindiendo de este objeto es interesante su lectura, pues revela la necesidad que en Francia, como en España, se siente de reformar la enseñanza ampliándola en sentido práctico.

¿Le haremos Ingeniero? No dirijo esta pregunta al gran industrial con fábricas propias en plena prosperidad, conocedor de las angustias que produce la concurrencia mercantil, y que piensa:

El mejor medio para que un negocio creado por mi padre, y continuado con mis esfuerzos, se mantenga al menos durante tres generaciones, es no confiarle á manos ajenas. Mi hijo irá á la Escuela Central y en su día será su propio ingeniero.

Discurso laudable de un padre, que comprende que riqueza alguna exime al hombre de la ley del trabajo. ¿Mas cuántos son los afortunados que pueden hacer este razonamiento?

Así es que me encaro con el padre que dice: