

# REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

## BOLETÍN

AÑO DE 1895.

Madrid 10 de Octubre.

Núm. 28.

### MEMORIA SOBRE LAS MÁQUINAS ALGÉBRICAS

(Continuación.)

La ruleta puede montarse en el radio de una rueda dentada ó de un tambor (fig. 6).

El cálculo de monomios no ofrece dificultad ninguna y, cuando hay solo dos variables, se ejecuta por medio de la máquina representada esquemáticamente en la fig. 7. Como

Fig. 6

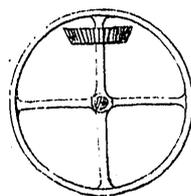
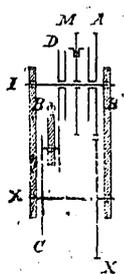


Fig. 7.



no es mi ánimo entrar en detalles de construcción, represento los diferentes mecanismos de esta máquina y de otras descritas más adelante de una manera convencional, siempre la misma. Sobre dos bancadas B, B' van los dos árboles paralelos X, I; fijos en el primero se ven un aritmóforo X y una rueda dentada C y locos en el I, tres cañones; el de la derecha lleva un aritmóforo A y una rueda cónica, el de la izquierda una rueda recta D y otra rueda cónica, y el del centro el tambor de un aritmóforo M, en uno de cuyos radios se monta una ruleta que engrana con las ruedas có-

DESPLAZAMIENTOS ANGULARES	Unidades angulares.	Desplazamientos numéricos.
$X_a = h\pi \log. X$ . . . . .	$= h\pi \times \log. X$	
$A_a = h'\pi \log. A$ . . . . .	$= h'\pi \times \log. A$	
$D_a = m \frac{h'}{h} X_a = mh'\pi \log. X$ . . . . .	$= h'\pi \times m \log. X$	
$M_a = \frac{1}{2}(A_a + D_a) = \frac{1}{2}(h'\pi \log. A + mh'\pi \log. X) = \frac{1}{2}h'\pi \times (\log. A + m \log. X)$		

nicas, constituyendo un tren epicycloidal. El movimiento se transmite de la rueda C á la D por medio de dos piñones montados sobre un mismo eje que va en la bancada auxiliar  $\Phi$ . Este eje con sus dos piñones constituye lo que llamaré en adelante un *tren exponencial* y establece entre la rueda C y D una relación de

velocidades constante,  $m \frac{h'}{h}$ .

Fig. 8.

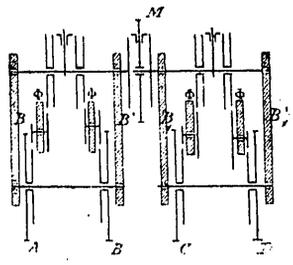
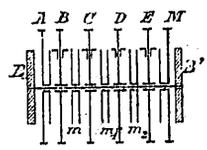


Fig. 8'



DESPLAZAMIENTOS ANGULARES	Unidades angulares.	Desplazamientos numéricos.
$A_a = 2k\pi \log. A$	$= 2k\pi \times \log. A$	
$B_a = -k\pi \log. B$	$= -k\pi \times \log. B$	
$m_a = 2B_a - A_a = -2k\pi (\log. B + \log. A)$	$= -2k\pi \times \log. (A. B)$	
$C_a = k\pi \log. c$	$= k\pi \times \log. C$	
$m_{1a} = 2C_a - m_a = 2k\pi [\log. C + \log. A. B]$	$= 2k\pi \times \log. (A. B. C)$	
$D_a = -k\pi \log. D$	$= -k\pi \times \log. D$	
$m_{2a} = 2D_a - m_{1a} = -2k\pi [\log. D + \log. A. B. C]$	$= -2k\pi \times \log. (A. B. C. D)$	
$E_a = k\pi \log. E$	$= k\pi \times \log. E$	
$M_a = 2E_a - m_{2a} = 2k\pi [\log. E + \log. A. B. C. D]$	$= 2k\pi \times \log. (A. B. C. D. E)$	

Acompaña á la figura 7 un cuadro de tres columnas. Expresa la primera los desplazamientos angulares en función de las variables independientes A, X, la segunda columna indica las unidades angulares y la tercera, los desplazamientos numéricos, que se deducen, según ya dije, de los angulares,

dividiendo cada uno de estos últimos por la unidad correspondiente.

Las columnas relativas á las unidades angulares y á los desplazamientos numéricos no son necesarias, pero las juzgo útiles, para darse más claramente idea de la composición de la máquina.

Es fácil hacer que el aparato sirva

para calcular otro monomio cualquiera de la misma forma, pero en el cual el valor  $m$  sea distinto. Bastará que pueda alterarse la relación de velocidades entre C y D, desmontando el tren exponencial y sustituyéndole por otro; operación análoga á muchas que se realizan de continuo, lo mismo en las máquinas industriales que en los aparatos de precisión.

La fig. 8 indica la representación cinemática de la fórmula

$$M = A^m \times B^n \times C^p \times D^q,$$

y la 8', con el cuadro que la acompaña, da una solución muy sencilla para sumar un número cualquiera de desplazamientos numéricos y—agregando los trenes exponenciales necesarios—para representar cualquier monomio.

Estas mismas combinaciones de movimientos sirven para representar toda ecuación que pueda ponerse en la forma

$$f(\alpha) = f_1(x) + f_2(y) + f_3(z) \dots,$$

haciendo

$$\alpha_n = f(\alpha); \quad x_n = f_1(x); \quad y_n = f_2(y); \\ z_n = f_3(z); \dots$$

pero la construcción de los aritmóforos presentaría con frecuencia dificultades prácticas insuperables, fáciles de prever teniendo en cuenta las consideraciones expuestas en el capítulo anterior.

#### Suma de monomios.

Ordinariamente, cuando se quiere hallar la suma de varias cantidades cuyos logaritmos se conocen, se calculan primero todos los sumandos y se procede luego á adicionarlos; pero, esta ope-

ración no puede construirse cinemáticamente, porque para construirla sería forzoso representar los sumandos y la suma por desplazamientos proporcionales á las magnitudes de estas cantidades, y ya he demostrado la imposibilidad de semejante representación.

Es preciso deducir directamente de los logaritmos de los sumandos el logaritmo de la suma, imitando el método de cálculo que se sigue cuando se emplean los logaritmos de Gauss.

Tenemos

$$\log. (M + M') = \log. \left[ M' \left( \frac{M}{M'} + 1 \right) \right] \\ = \log. M' + \log. \left( \frac{M}{M'} + 1 \right).$$

Log.  $M'$  es un valor ya construido,

log.  $\frac{M}{M'}$  puede fácilmente construirse,

restando, por medio de un tren epicicloidial, log.  $M'$  de log.  $M$ , de suerte que, si se encuentra manera de cons-

truir log.  $\left( \frac{M}{M'} + 1 \right)$  en función de

log.  $\frac{M}{M'}$ , bastará sumar log.  $M'$  y

log.  $\left( \frac{M}{M'} + 1 \right)$  para obtener

$$\log. (M + M').$$

Hace falta, en una palabra, sustituir las tablas de logaritmos de Gauss por un mecanismo que establezca la relación

$$(2) \quad V'_n = \log. (10^{V_n} + 1)$$

de donde se saca

$$(3) \quad V'_\alpha = k' \pi \log. (10 + 1)$$

$$\frac{V_\alpha}{k\pi}$$

$$\frac{dV'_a}{dV_a} = \frac{h'}{k} \frac{10}{\frac{V_a}{h\pi} + 1}$$

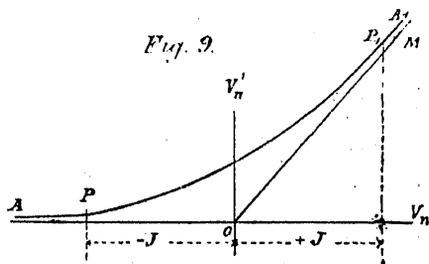
ó sea poniendo  $\frac{h'}{k} = i$

$$(4) \frac{dV'_a}{dV_a} = i \frac{10}{\frac{V_a}{h\pi} + 1} = i \frac{V}{V + 1}$$

Esto es, teóricamente, muy sencillo, porque se trata de transformar un movimiento en otro, y ya se sabe que puede siempre conseguirse, pero ninguno de los medios conocidos daría una solución práctica. Todos ellos, aparte de otros defectos que pudieran tener, limitarían las oscilaciones de los desplazamientos  $V_a$  y  $V'_a$  en términos inadmisibles.

Sería preciso construir la ecuación (3) por medio de un mecanismo sin fin y no existe, ni es fácil imaginar un órgano de esta especie, que establezca entre dos móviles una relación de velocidades (4) variable y no periódica.

Pero el problema puede simplificarse. La ecuación de los desplazamientos numéricos (2) representa una curva, AA<sub>1</sub> (fig. 9), con dos asíntotas



(la parte negativa del eje  $V_n$  y la línea OM bisectriz del ángulo  $V'_nOV_n$ ) y podrá suponerse, cometiendo un error tan pequeño como se quiera, que se confunde con ellas á partir de dos puntos P y P<sub>1</sub>, cuyas abscisas valgan  $-J$  y  $+J$  respectivamente (1).

Al modificar así la relación entre los desplazamientos numéricos, se modifica también la ecuación de los desplazamientos angulares (3) y su derivada (4). La curva representada por esta última se confundirá con sus asíntotas (la parte negativa del eje  $V_a$  y la horizontal cuya ordenada vale  $i$ ) á partir de los valores  $+J$  y  $-J$  de  $V_n$ . La relación de velocidades será cero para todos los valores de  $V_n$  menores que  $-J$ , variará de cero á  $i$  mientras  $V_n$  varía de  $-J$  á  $+J$  y será igual á  $i$  para todos los valores de  $V_n$  mayores que  $+J$ . Habrá de establecerse entre dos móviles una relación de velocidades variable comprendida entre ciertos límites (si así puede decirse) y prolongada en uno y otro sentido por una relación de velocidades constante.

Bien se concibe que á tal resultado pudiera llegarse directamente por medio de algún mecanismo sin fin, pero los husillos que yo propongo y tengo ensayados (fig. 15) no pueden esta-

(1) Esto equivale á despreciar, como se hace en los cálculos ordinarios, uno de los sumandos cuando es muy pequeño con relación al otro.

En efecto; supongamos que en la ecuación

$$V'_n = \log. (10 + 1) = \log. \left( \frac{M}{M'} + 1 \right) = \log. \frac{M + M'}{M'}$$

se desprecia (en la suma  $M + M'$ ) el valor  $M$  cuando  $\frac{M}{M'} < 10$ ; y el valor  $M'$ , cuando  $\frac{M}{M'} > 10$ .

En el primer caso  $V'_n$  vale cero y la curva se confunde con la asíntota horizontal; en el segundo  $V'_n$  es igual á  $V_n$  y la curva se confunde con la asíntota OM.

blecer una relación de velocidades infinita; por eso es preciso para aplicarlos poner la ecuación (4) en esta forma:

$$\frac{dV'_a}{dV_a} = i \frac{\frac{V_a}{k\pi}}{\frac{V_a}{k\pi}} + m - m,$$

$$10 + 1$$

establecer separadamente las relaciones

$$(5) \quad \frac{dV''_a}{dV_a} = i \frac{\frac{V_a}{k\pi}}{\frac{V_a}{k\pi}}$$

$$10 + 1$$

$$+ m = i \frac{V}{V+1} + m, \quad \frac{dV'''_a}{dV_a} = -m$$

y sumar las velocidades  $dV''_a$  y  $dV'''_a$  por medio de un tren epicicloidial. En otros términos, se construirán las dos ecuaciones

$$(6) \quad V''_a = ik\pi \log. \left( 10 + 1 \right) + mV_a$$

$$V'''_a = -mV_a$$

y sumándolas se obtendrá

$$V''_a + V'''_a = ik\pi \log. \left( 10 + 1 \right) = V'_a$$

Claro es que  $V''_a$  se calculará con

un pequeño error, porque la curva (5) se ha de modificar del mismo modo que se modificó la (4);  $\frac{dV''_a}{dV_a}$  variará entre

los límites  $m$  y  $m + i$ , cuyos valores pueden fijarse arbitrariamente, y la ecuación (6) se construye por medio del aparato representado en la fig. 10.

Consta éste esencialmente de dos husillos  $H, H'$  y una rueda  $P$ . Cada husillo se compone de dos coronas dentadas ( $E, I$  en el  $H$ ;  $E', I'$  en el  $H'$ ), unidas por una faja dentada en espiral, y la rueda  $P$  engrana:

Con las coronas  $EE'$  (estableciendo la relación de velocidades  $\frac{dH'_a}{dH_a} = m$ ) mientras  $H_n$  es menor que  $-J$ ;

Con las fajas en espiral (recorriéndolas en toda su longitud y estableciendo la relación de velocidades

$$\frac{dH'_a}{dH_a} = i \frac{V}{V+1} + m)$$

mientras  $H_n$  pasa del valor  $-J$  al valor  $+J$ ; y

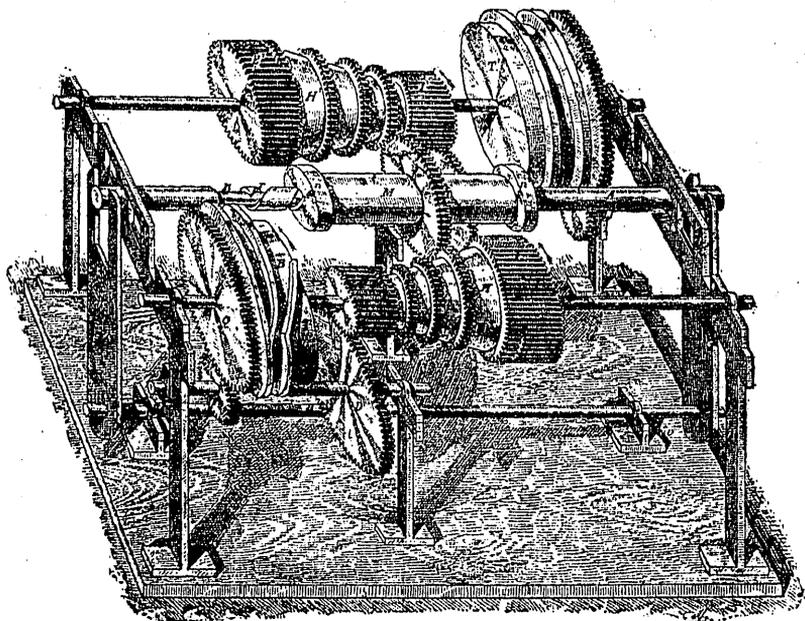
Con las coronas  $I, I'$  (estableciendo la relación de velocidades

$$\frac{dH'_a}{dH_a} = m + i)$$

mientras  $H_n$  es mayor que  $J$ .

La figura indica uno de los varios medios que pueden adoptarse para guiar la rueda parásita.

Fig. 10.



Su árbol A—sostenido por las correderas  $c, c'$ , que deslizan á lo largo de los soportes  $G, G'$  y guiado por las manivelas  $L, L'$ , fijas á un mismo árbol a—se acerca á uno ú otro husillo, pero manteniéndose siempre á la misma altura y en la misma dirección.

El árbol A lleva labradas dos ranuras circulares  $R, R'$  (la última no aparece en la figura) que comunican por medio de otra en espiral  $r$ . En el manguito  $M$  va sujeto un tornillo  $t$  cuya punta:

Gira dentro de la ranura  $R$  mientras la rueda  $P$  engrana con las coronas  $E, E'$ ;

Gira dentro de la  $R'$  mientras  $P$  engrana con  $I, I'$  y, por último,

Pasa de la  $R$  á la  $R'$  (recorriendo la espiral  $r$  y guiando así el movimiento de avance de la rueda), mientras ésta

pasa de unas coronas á otras, recorriendo las dos fajas en espiral de los husillos.

(Se continuará.)

## MOVIMIENTO DEL PERSONAL

### OBRAS PÚBLICAS

#### INGENIEROS

Ha sido trasladado de la Jefatura de la provincia de Granada á la de Logroño el Ingeniero segundo D. Félix Iturriaga.

El de igual categoría D. Víctor Martín Gil, que servía en la provincia de Lérida, ha sido trasladado á la Jefatura de Logroño.

Los Ingenieros primero y segundo respectivamente Sres. D. Juan Alonso Millán y D. Juan José Fernández Arro-