

4 grúas fijas de 3 toneladas, cuyos brazos tienen 12^m,80 de altura y 7^m,62 de pescante.

9 grúas fijas de 1,5 toneladas, cuyos brazos tienen 12^m,80 de altura y 7^m,62 de pescante.

14 grúas fijas de 1,5 toneladas, cuyos brazos tienen 12^m,80 de altura y 7^m,62 de pescante.

1 grúa fija de 1,25 toneladas, cuyo brazo tiene 10^m,97 de altura y 6^m,10 de pescante.

Para el funcionamiento de estas grúas se han instalado dos máquinas *Compound*, de tres cilindros, de condensación. Cada máquina es de 200 caballos é impele el agua á la presión de 57 atmósferas, por medio de tres bombas, á un acumulador de 0^m,508 de diámetro interior y de 7 metros de carrera. Existen cinco calderas para el servicio, pero como bastan dos para cada máquina, queda una de reserva.

El proyecto preveía la instalación de 126 grúas, comprendiendo entre ellas las 31 existentes, de suerte que habrá

1 grúa fija de	150	toneladas.
1 — — de	100	—
1 — — de	50	—
1 — — de	27	—
1 — — de	25	—
1 — — de	12	—
2 grúas fijas de	10	—
4 — — de	5	—
7 — — de	3	—
10 — — de	1,5	—
1 — — de	1,25	—
5 grúas móviles de	3	—
90 — — de	1,5	—

La construcción y montaje de las grúas hidráulicas la llevó á cabo la Sociedad denominada «The Hydraulic Engineering Company» de Chester y fué dirigida por el Ingeniero Mr. E. D. Ellington que introdujo grandes novedades y perfeccionamientos en el sistema primitivo inventado por William Armstrong que monopolizó al principio esa clase de instalaciones en muchos puertos de Inglaterra.

En la construcción de la casa de máquinas se invirtieron 98.471 pesetas, en la maquinaria 630.694, en la instalación de máquinas y generadores 54.550 y en los cimientos de las grúas hidráulicas y tajea para la tubería de presión 491.019. Las obras se realizaron en los años 1882 á 1885.

Además de estas grúas, posee el puerto 46 de mano, de 1 á 5 toneladas de potencia, y cuatro de vapor de 10 á 20, cuyo número se ampliará con otras tres de cinco toneladas.

En este número publicamos los grabados que representan la vista exterior de la casa de máquinas, dos interiores de esta en que se ven la cámara de generadores y la máquina motriz; y la grúa de 25 toneladas.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA

DE LAS

VARIACIONES DE LOS ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN CORRIENTES ALTERNATIVAS

El extraordinario incremento que van tomando las aplicaciones de las corrientes alternativas, la solución que han permitido dar al transporte de la energía, la facilidad con que se puede transformar en continuas las corrientes polifásicas y la evidencia del gran papel que el porvenir las reserva, hacen cada día más interesante el estudio de los fenómenos que las rigen y de los elementos que las constituyen.

La representación geométrica de las expresiones algebraicas ofrece para muchos la ventaja de permitirles comprender y retener con más facilidad lo que el análisis ha consignado en ellas. Pues bien, el objeto de este artículo es, como su título lo indica, exponer cómo se puede representar gráficamente las variaciones de los elementos que constituyen corrientes alternativas.

Puesto que el valor de la resistencia aparente que presenta á la corriente una espira que se mueve en un campo magnético con una velocidad angular ω y una auto-inducción L es igual á $\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$, siendo R la resistencia óhmica del circuito, aquélla quedará representada por la hipotenusa del triángulo rectángulo OCF (fig. 1) si $OC = R$ y $CF = \omega L$.

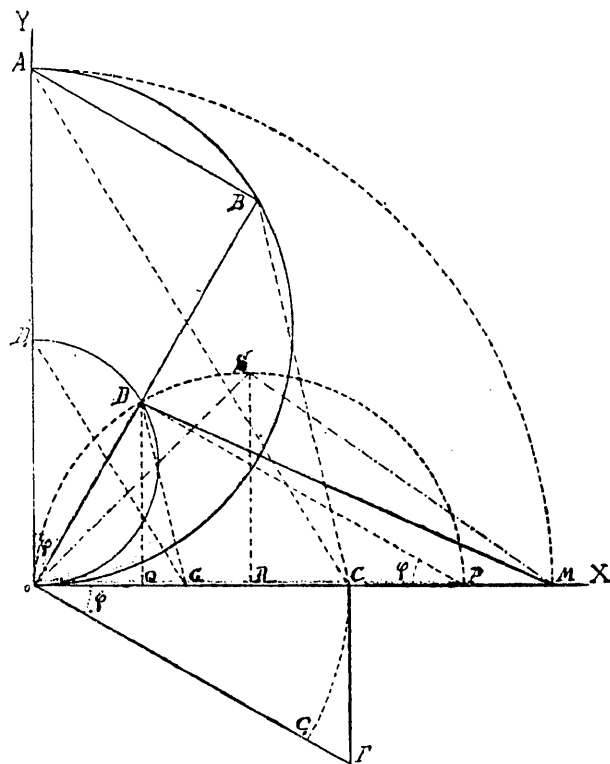


Fig. 1.

Cuando en el circuito con auto-inducción se intercala una capacidad C sabemos que existe equilibrio si

$$\omega L = \frac{1}{\omega C}$$

siendo equivalentes la auto-inducción y la capacidad

cuando

$$\omega L = -\frac{1}{\omega C}$$

La resistencia aparente tendrá por expresión general

$$\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

y se representará exactamente de la misma manera.

El ángulo de retraso es un ángulo cuya tangente es $\frac{\omega L}{R}$, será, por consiguiente, igual al COF.

Levantemos en O dos perpendiculares á OC y OF y tomemos sobre OY una longitud OA igual al valor máximo de la fuerza electromotriz debida al campo

$$E_m = HS\omega,$$

siendo H la intensidad del campo y S la sección de la espira. Proyectemos el punto A sobre OB; la fuerza electromotriz efectiva máxima será OB, y AB la debida á la auto-inducción, puesto que sus expresiones son, respectivamente,

$$E = E_m \cos \varphi \cdot \sin(\omega t - \varphi),$$

$$e = E_m \sin \varphi \cdot \cos(\omega t - \varphi).$$

En el triángulo OCF de las resistencias se ve que el valor del ángulo de retraso, que tan importante papel desempeña en las corrientes alternativas, depende de la auto-inducción, y que para $L = 0$, la resistencia aparente se reduce á la óhmica.

Al variar φ , el lugar geométrico del punto B es la circunferencia OBA; para $\varphi = 0$, la *f. e. m.* efectiva es igual á la debida al campo, y debe ser así, puesto que se reduce á cero la *f. e. m.* de auto-inducción; para $\varphi = \frac{\pi}{2}$, es cero la *f. e. m.* efectiva, como que entonces la *f. e. m.* de auto-inducción es igual y contraria á la debida al campo.

La intensidad de la corriente tiene por expresión

$$i = \frac{E_m}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} \cdot \sin(\omega t - \varphi) = \frac{E_m}{R \sqrt{1 + \tan^2 \varphi}} \cdot \sin(\omega t - \varphi)$$

$$= \frac{E_m \cos \varphi}{R} \cdot \sin(\omega t - \varphi)$$

y vemos que su máximo para un valor determinado de φ

$$I = \frac{E_m \cdot \cos \varphi}{R}$$

es una cuarta proporcional entre la *f. e. m.* efectiva máxima, la resistencia óhmica y la unidad de resistencia, ó sea el ohm.

Si represento, por consiguiente, esta última cantidad por OG, bastará trazar una paralela á CB para hallar en OD el valor de I, que sigue naturalmente las oscilaciones de la *f. e. m.* efectiva al variar el coeficiente de auto-inducción y, con él, el ángulo de retraso φ .

Con estos elementos podemos ya representar la potencia media desarrollada en el circuito.

Sabemos que es igual al producto de la *f. e. m.* eficaz por la intensidad eficaz y por el coseno del ángulo de re-

traso

$$p_m = E_m \cdot I \cdot \cos \varphi,$$

ó sea, en función de elementos ya fijados:

$$\sqrt{(E^2)_m} \cdot \sqrt{(i^2)_m} \cos \varphi = \frac{E_m}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I}{\sqrt{2}} \cos \varphi = \frac{1}{2} E_m I \cos \varphi,$$

y puesto que hemos representado E_m é I por magnitudes lineales y $\cos \varphi$ es un número abstracto, p_m es un triángulo cuya base es E_m , y su altura $I \cos \varphi$; quedando dibujado en ODM.

Ahora bien, puesto que

$$I = \frac{E_m \cos \varphi}{R}$$

y

$$\tan \varphi = \frac{\omega L}{R}$$

tendremos:

$$I = \frac{E_m \sin \varphi}{\omega L}.$$

Si desde D levanto la perpendicular DP, O.P será igual á $\frac{E_m}{\omega L}$ puesto que el ángulo DPO = φ ; y vemos in-

mediatamente que para un valor constante de $\frac{E_m}{\omega L}$ la ordenada DQ será máxima cuando el punto D, cuyo lugar geométrico es la circunferencia OSP, se confunda con S. Entonces el triángulo que nos representa la potencia media será máximo, y φ valdrá $\frac{\pi}{4}$. Para $\varphi = \frac{\pi}{2}$ el área del triángulo DMO se reduce á cero, como debe ser, puesto que ya hemos visto que para ese caso la *f. e. m.* efectiva es cero, y cero, por consiguiente, la intensidad de la corriente.

Acabamos de ver que el máximo de la potencia calorífica corresponde á un retraso de fase igual á un cuarto de período. El valor del área será

$$P_m = \frac{1}{2} OM \cdot SR = \frac{1}{2} E_m \cdot \frac{E_m}{2 \omega L} = \frac{E_m^2}{4 \omega L}$$

y como para este caso $\tan \varphi = 1$; $\omega L = R$, tendremos

$$P_m = \frac{E_m^2}{4R},$$

es decir, el mismo valor que se obtiene hallando el máximo de

$$P_m = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi i^2 R dt = \frac{1}{2} \frac{E_m^2}{R + \frac{\omega^2 L^2}{R}}.$$

para un coeficiente de auto-inducción constante.

En resumen: vemos que las deducciones son las mismas que las obtenidas por el análisis.

Hemos expuesto geométricamente las variaciones que experimentan los elementos de la corriente al variar el án-

gulo de retraso; vamos á ver ahora cómo cambian los valores de esos mismos elementos al girar la espira en el campo magnético.

L , ω y φ serán constantes.

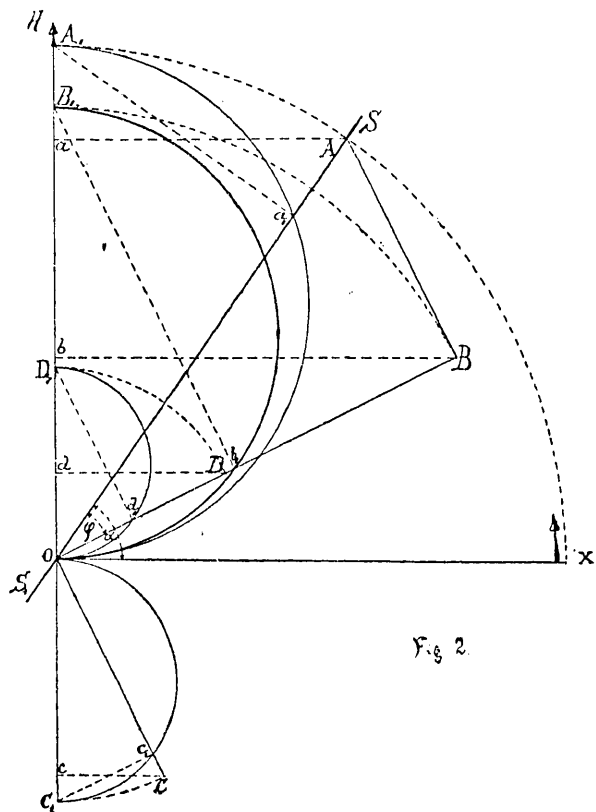


Fig. 2

Sea OH (fig. 2) la dirección del campo; OS la posición de la espira que en el instante considerado forma con OX posición inicial un ángulo $\alpha = \omega t$.

Sabemos, por lo anteriormente expuesto, que si OA representa el valor máximo E_m de la *f. e. m.* debida al campo, tendremos en OB la *f. e. m.* efectiva y en $OC = AB$ la de auto-inducción, puesto que esta última tiene con la anterior un retraso de fase de 90° .

Sus valores para una posición cualquiera de la espira son:

$$E_h = IIS\omega \text{ sen. } \omega t = E_m \text{ sen. } \omega t$$

$$E = E_m \cos. \varphi. \text{ sen. } (\omega t - \varphi)$$

$$e = E_m \text{ sen. } \varphi. \cos. (\omega t - \varphi)$$

valores representados en cada instante por las proyecciones oa , ob y oc de las anteriores longitudes sobre la dirección del campo. Pero claro es que si proyectamos las longitudes $OA_1 = OA$, $OB_1 = OB$ y $OC_1 = OC$ respectivamente sobre los radios vectores OA , OB y OC , tendremos en oa_1 , ob_1 y oc_1 longitudes iguales á las anteriores, resultando las circunferencias oa_1A_1 , ob_1B_1 y oc_1C_1 los lugares geométricos de las magnitudes de las tres fuerzas electromotrices.

Ya hemos dicho cómo se puede hallar el valor I de la intensidad que tomamos sobre OB , puesto que sus fases coinciden con las de la *f. e. m.* efectiva; tendremos también en od_1D_1 el lugar geométrico de sus distintos valores durante un cuarto de período. Para los otros tres cuartos de período se obtienen los valores correspon-

dientes completando estas semicircunferencias y dibujando sus simétricas respecto á OX .

Pero dibujada así, la figura presenta el inconveniente de tenerse que trazar para cada posición de la espira OS tres radios vectores cuyas intersecciones con los respectivos lugares geométricos dan los valores de los distintos elementos de la corriente, y sobre todo, no expresa con suficiente claridad, la influencia del ángulo de retraso φ sobre los valores de dichos elementos, así como los instantes en que éstos alcanzan sus máximos y mínimos.

Esa simplificación se consigue fácilmente haciendo girar los radios vectores OB y OC , un ángulo φ el primero y $90 + \varphi$ el segundo, hasta que se confundan con la proyección OS de la espira, acompañándolos naturalmente en ese movimiento las circunferencias correspondientes.

La circunferencia Oa_1A_1 , no se habrá movido. La ob_1B_1 (figura 2), ocupará la posición ob_1M (fig. 3). El diámetro OD , de la circunferencia de las intensidades, tendrá la misma dirección OM , y el de los círculos que representan los valores de la *f. e. m.* de auto-inducción formará 90 grados con la dirección anterior. Inútil es agregar que entonces las intersecciones a_1 , b_1 , c_1 y d_1 , de la proyección de la espira, en cualquier posición, OS por ejemplo, nos dan los valores, para ese instante, de los elementos tantas veces citados. Se ve inmediatamente cómo influye el ángulo φ en el instante en que resultan máximos estos elementos, y cómo modifica también el valor de esos mismos máximos.

La *f. e. m.* de auto-inducción, que se reduce á cero en el instante en que alcanza su máximo la *f. e. m.* efectiva, tiene, naturalmente, su valor máximo cuando aquélla se anula, ó sea cuando la espira ocupa la posición OC_1 . Desde este instante va creciendo la *f. e. m.* efectiva á medida que la espira se aleja de esta posición, hasta que, pasando por OM , se igualen la *f. e. m.* efectiva y la debida al campo, aunque ésta con un valor menor que su máximo, el cual alcanzó al confundirse la espira con la dirección del campo; después decrecen las dos, pero lo verifica menos rápidamente la efectiva, puesto que, contrariamente á lo que venía sucediendo, á los efectos de la *f. e. m.* debida al campo se suman los de la de auto-inducción, como lo indica la figura, y esto hasta que en OC' , los valores de la *f. e. m.* de auto-inducción y de la debida al campo sean iguales y de signo contrario. La efectiva es entonces nula.

Después se repiten simétricamente los fenómenos descritos; crecen conservándose menor la efectiva para decrecer luego menos rápidamente.

Hagamos ahora variar el coeficiente de auto-inducción L ; al aumentar, y con él el ángulo φ , cae el diámetro OM y crece el valor de la *f. e. m.* de auto-inducción OC_1 , segmento de la normal á dicho diámetro comprendido entre el origen y la circunferencia oa_1A_1 , fija por no haber variado la dirección ni la intensidad del campo. Para $\varphi = \frac{\pi}{2}$, $OC_1 = OA$. La *f. e. m.* de auto-inducción y la debida al campo son iguales y de signo contrario; observación importante, puesto que la *f. e. m.* efectiva se anula, y con ella la corriente, la potencia, etc., etc. Consecuencias todas ellas ya señaladas en las figuras anteriores, pero consignadas en ésta con más claridad.

Esta figura, que viene á ser como el resumen de los dos anteriores y que aún se puede simplificar suprimiendo

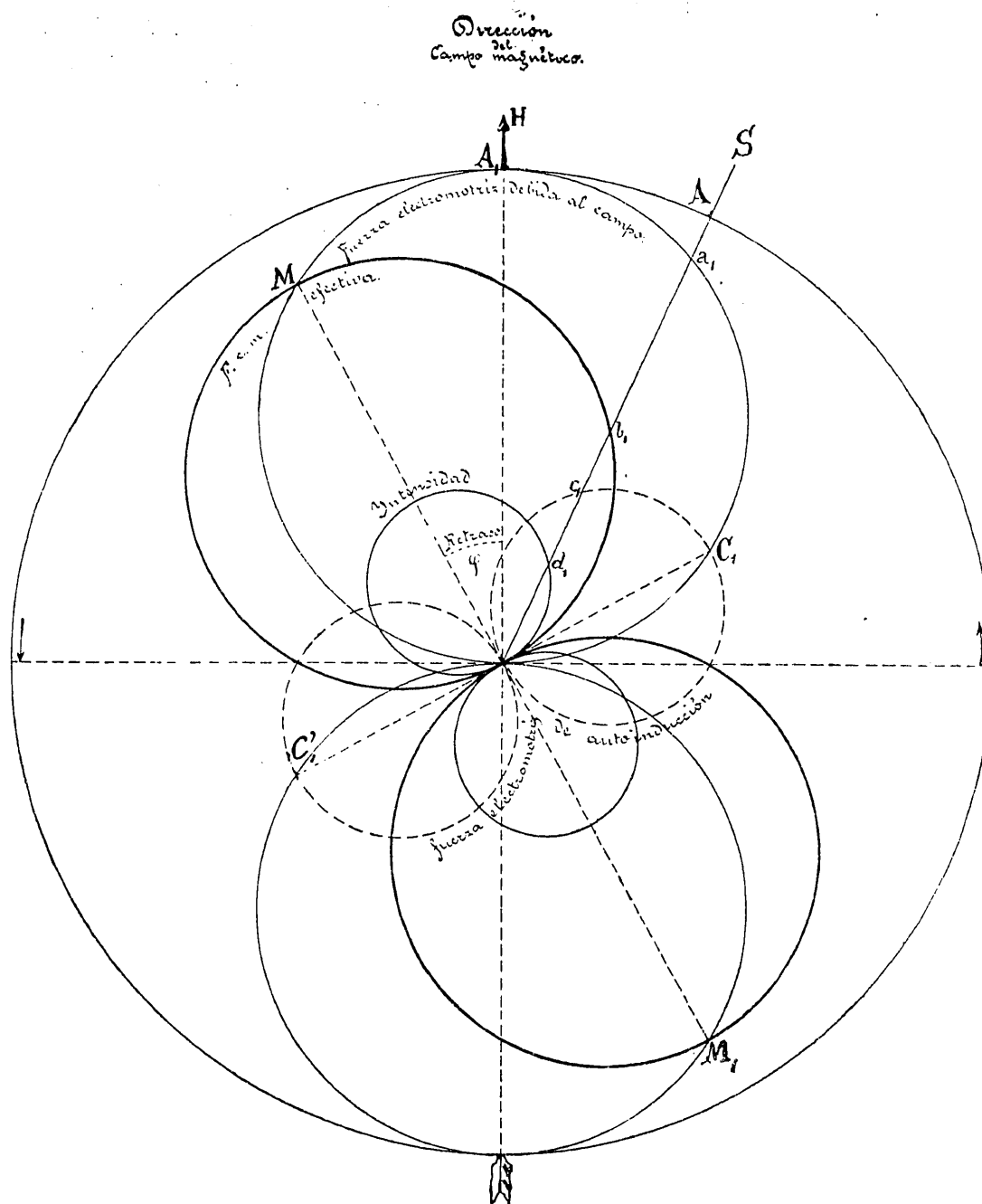


Fig. 3

las dos circunferencias de trazos, puesto que $oc_1 = a, b_1$, ofrece la ventaja de grabar enseguida en la imaginación las circunstancias que influyen en las corrientes alternativas.

EMILIO ORTUÑO.

TAQUÍMETRO AUTO-REDUCTOR SIN LIMBOS

Conocidas son las grandes ventajas de los modernos métodos taquimétricos sobre los antiguos procedimientos en los levantamientos topográficos.

Por un lado, y por lo que á los trabajos de campo se refiere, se alcanza con ellos mucha mayor celeridad y precisión en la toma de datos; y por otro, en cuanto á los de gabinete atañe, no hay para qué decir que, una vez calculadas las coordenadas rectangulares de los puntos del te-

rreno objeto del levantamiento con el taquímetro, la construcción de los planos es facilísima, siempre definitiva, porque los polígonos van ya cerrados en las libretas del registro, y exenta de errores, puesto que, aun cuando en realidad pueden cometerse en la fijación de cada punto sobre el plano, como no se suman son, en definitiva, perfectamente aislados é inapreciables; mientras que la construcción por coordenadas polares, en los levantados por los antiguos procedimientos, empleando el transportador y la escala, es engorrosa, pesada y sujeta á la acumulación de los errores debidos al grafismo, que hace muchas veces se atribuyan á los trabajos de campo defectos que tal vez no tienen; y lo que es aún más sensible, colocan al operador, que ve patentizado un error de cierre, en el desairado caso de no saber precisar á qué es debido, toda vez que ve dos causas perfectamente mezcladas y confundidas que pueden haberlo producido, y que no le es dado deslindar debidamente ó medir independientemente una de otra, á no ser tomándose un trabajo analítico, que na-