

Nº 1770

R.F. Cleaver - P. Sothcott = 8.1

182557



MEMORIA DESCRIPTIVA

PARA SOLICITAR PATENTE DE INVENCION EN ESPAÑA

POR: "MEJORAS EN POTENCIOMETROS DE RESISTENCIA ELECTRICA"

A NOMBRE DE STANDARD ELECTRICA. S.A. DOMICILIADA EN MADRID

CALLE DE RAMIREZ DE PRADO Nº 7

-----

El presente invento se refiere a mejoras en los divisores de potencial eléctrico rotatorios o potenciómetros de los tipos hasta ahora desarrollados.

Los potenciómetros de tipos últimamente desarrollados, están formados por elementos de resistencia iguales, rectos y uniformes dispuestos en forma de un polígono regular y un contactor radial recto que gira sobre un eje que pasa por el centro del polígono y hace contacto sucesivamente con cada uno de los elementos de resistencia. Es sabido, por ejemplo, que cuando los conductores de fase



182557

2.

10 de un sistema de suministro de corriente alterna polifásico están  
están conectados a los ángulos respectivos del polígono, el volta-  
je de salida obtenido del brazo de contacto tiene un ángulo de fase  
igual al ángulo entre el brazo de contacto y la línea radial desde  
el centro y vértice de fase cero del polígono.

15 Tales potenciómetros tienen numerosas aplicaciones dife-  
rentes y se ha encontrado ahora que en ciertos casos se obtiene una  
relación entre los voltajes aplicados a los ángulos del polígono y  
el voltaje derivado del brazo de contacto, o viceversa, cuando el  
polígono es equilátero pero heterogónico, es decir, los ángulos no son  
20 todos iguales. Sin embargo para que tenga alguna utilidad práctica,  
el polígono debe tener simetría con respecto del punto central. Se  
entiende por esto que la pluralidad de puntos angulares del polígono  
equilátero se encuentren en cada uno de dos o más círculos concéntri-  
cos de radio diferente. Para los fines de esta descripción, esta cla-  
se de simetría se designará como "simetría central".

25 El invento proporciona un divisor de potencial eléctrico  
rotatorio que comprende polígono equilátero heterogónico que tiene  
simetría central y está formado de una pluralidad de elementos de re-  
sistencia rectos, iguales y uniformes conectados eléctricamente entre  
30 sí para formar un anillo en serie, y un brazo de contacto dispuesto  
para girar sobre un eje que atraviesa el polígono de tal modo que  
pase a lo largo de todos los elementos de resistencia sucesivamente  
haciendo contacto continuo con cada uno de ellos.

El invento será descrito con referencia a los dibujos que  
35 se acompañan en los cuales:

La figura 1. representa un potenciómetro en forma de rombo  
de acuerdo con el invento.



182557

3.

La figura 2. muestra una construcción geométrica empleada para explicar las propiedades de la figura 1.

40 La figura 3. muestra un potenciómetro en forma de octógono reentrante, de acuerdo con el invento.

La figura 4 representa una construcción geométrica usada para explicar las propiedades de la figura 3.

45 Y la figura 5 representa un potenciómetro en forma de un eneágono, de acuerdo con el invento.

En los potenciómetros hasta ahora desarrollados, los potenciómetros poligonales de la clase descrita al comienzo de esta descripción se emplean en relación con equipos radiogoniométricos. Un potenciómetro cuadrado se emplea con el fin de producir dos vol-

50 tajes continuos cuya relación sea igual a  $\tan \theta$ , en que  $\theta$  es el ángulo que han girado los brazos de contacto desde la posición cero. El equipo radiogoniométrico está dispuesto para producir dos voltajes continuos cuya relación sea igual a  $\tan \phi$ , en que  $\phi$  es la situación del avión u otro objeto cuya dirección se trate de determinar.

55 Entonces con ayuda de un tubo indicador de rayos catódicos, se ajusta el ángulo  $\theta$  de modo que sea igual a  $\phi$ , siendo  $\phi$  conocido por la lectura del potenciómetro.

En la práctica el equipo de radiogoniometría puede estar sujeto a ciertas clases de errores sistemáticos de todos conocidos,

60 y de no proveer dicho equipo de compensaciones para tales errores, las lecturas obtenidas tendrán que corregirse. Como es sabido estos errores sistemáticos pueden ser en algunos casos compensados por modificación de la forma del potenciómetro antes mencionado de modo que se introduzca efectivamente un error de la misma forma en el ángulo  $\theta$ .

65 De este modo el ángulo de posición deseado se podrá determinar por la

182557



4.

posición del potenciómetro sin ninguna corrección.

El objeto del presente invento es la obtención de potenciómetros equiláteros de forma modificada adecuados al objeto antedicho y también a otros fines que no tienen necesariamente relación con los equipos radiogoniométricos.

En la figura 1 se muestra un potenciómetro en forma de rombo A B C D que puede ser considerado como derivado de un potenciómetro cuadrado a b c d (mostrado de puntos) por deformación. Consta de cuatro elementos de resistencia uniforme iguales y rectos 1, 2, 3, 4, representados en línea gruesa. Dos brazos rectos de contacto 5 y 6 van sostenidos en un brazo aislante 7 y pueden girar sobre el centro O del rombo. Estos brazos de contacto están dispuestos en una línea recta que pasa por O y de tal modo que hacen contacto sucesivamente con los cuatro elementos de resistencia.

Los brazos 5 y 6 están conectados respectivamente a los terminales 8 y 9, y los ángulos A y B del puente están conectados a tres resistencias 10, 11, 12 conectadas en serie. Análogamente los ángulos C y D están conectados a tres resistencias 13, 14, 15 conectadas en serie. Los terminales 16 y 17 están conectados a los extremos de la resistencia 11, y los terminales 18 y 19 están conectados a los extremos de la resistencia 14. Se suponen que las resistencias 10, 12, 13 y 15 son iguales y también que las resistencias 11 y 14 lo son, siendo todas estas resistencias grandes en comparación con las resistencias 1, 2, 3 y 4 del potenciómetro. Se observará que el rombo A B C D posee el tipo, de simetría central arriba definida, puesto que los ángulos A y B se encuentran en una circunferencia de radio O A, y los ángulos C y D se encuentra en otra circunferencia concéntrica de radio O C. Estas circunferencias no se han

182557



5.

mostrado en la figura 1.

95                   Supongamos que se conecta un manantial de corriente con-  
tinua (no representado) a los terminales 8 y 9. Sean  $E_1$  y  $E_2$  los  
voltajes obtenidos entre los terminales 16, 17 y 18, 19 respecti-  
vamente. Entonces, como es sabido, cuando los elementos de resis-  
tencia 1, 2, 3, 4 están dispuestos formando un cuadrado,  $E_2/E_1 =$   
100  $\tan \theta$ , donde  $\theta$  es el ángulo entre la línea de los brazos de contacto  
y OA. En caso del presente invento cuando los cuatro elementos de re-  
sistencia forman un rombo,  $E_2/E_1 = \tan (\theta + d\theta)$  en que  $d\theta$  es una  
función del ángulo O A C del rombo.

                  Si se supone que las corrientes que toman las resisten-  
105 cias 10 a 15 son despreciables, será evidente que según una simple  
consideración de las corrientes que pasan por los elementos de re-  
sistencia uniforme 1, 2, 3, 4 desde el manantial conectado a los  
terminales 8 y 9 que  $E_2/E_1 = AP/PC$ , en que P es el punto en que  
el brazo 5 toca el elemento 1. Con referencia al diagrama de la figu-  
110 ra 2 que representa el triángulo O A C de la figura 1, se verá que

$$\begin{aligned} AP/PC &= \text{Area PAO}/\text{area PCO} \\ &= 1/2 \tan \theta / \tan x, \text{ puesto que} \end{aligned}$$

$$OC/OA = \tan x$$

$$\text{Así pues, } E_2/E_1 = \tan (\theta + d\theta) = \tan \theta / \tan x$$

115                   Esto puede expresarse en la forma siguiente:

$$\text{sen } d\theta = \text{sen } (2\theta + d\theta) \cdot (\cot x - 1) (\cot x + 1)$$

Si  $x$  difiere muy poco de  $45^\circ$  esto puede escribirse  
así:

$$d\theta = 1/2 \text{ sen } 2\theta (\cot x - 1) \text{ aproximadamente.}$$

120                   El error de cuadrante  $d\theta$  en el ángulo de posición  $\theta$   
medido por un sistema de radiogoniometría es normalmente de la forma



$d \phi = k \operatorname{sen} 2 \phi$ , en que  $k$  es una fracción pequeña.

Así, pues, si se escoge  $x$  de modo que  $\cot x = 2k + 1$   
 120 y si el potenciómetro es empleado del modo arriba indicado, por el  
 125 ángulo  $\theta$  se medirá directamente la situación  $\phi$ , con el error de  
 cuadrante prácticamente corregido.

La figura 3 representa otra forma de potenciómetro, de  
 acuerdo con el invento. Comprende un octógono equilátero reentrante  
 A F C H B G D J formado por ocho elementos de resistencia uniforme  
 130 iguales y rectos, designados consecutivamente 20 a 27. Los dos bra-  
 zos de contacto 5 y 6 y el brazo aislante 7 están dispuestos para  
 girar sobre el centro O del octógono, análogamente a los mostrados  
 en la figura 1. Este octógono puede considerarse como habiendo sido  
 derivado del cuadrado mostrado de puntos A C B D por haberse do-  
 135 blado los lados hacia dentro. Este octógono posee la simetría central  
 antes definida puesto que los cuatro ángulos A C B D se encuentran en  
 una circunferencia (de puntos), cuyo radio es OA y los otros cua-  
 tro ángulos en otra circunferencia concéntrica, también de puntos,  
 cuyo radio es OF.

Los elementos 8 a 19 mostrados en la figura 1 pueden ser  
 140 asociados al octógono de la figura 5 exactamente del mismo modo,  
 pero no se han representado para no hacer la figura innecesariamen-  
 te complicada. La relación  $E_2/E_1$  se relaciona con el ángulo  $\theta$  por  
 fórmulas que van a ser obtenidas con referencia al diagrama de la fi-  
 145 gura 4 que muestra precisamente el cuadrante A O C del octógono.

De la figura 4 se desprende evidentemente que por los  
 mismas razones que antes  $E_2/E_1 = AP (PF + FC)$ .

Sea  $OA = R$ . Entonces, si el ángulo OAF es  $x$ , está claro  
 que del triángulo OAP



150

$$AP = R \sin \theta / \sin (\theta + x)$$

y del triángulo O A F

$$AF = FC R \sin 45^\circ / \sin 45^\circ + x = R / \sin x + \operatorname{csc} x$$

luego

$$PF + FC = 2 FC - AP$$

155

$$= \frac{R (2 \cos \theta \sin x + \sin \theta \cos x - \sin \theta \sin x)}{\sin (\theta + x) \cdot (\sin x + \cos x)}$$

Así, pues,

$$\begin{aligned} E2/E1 &= \sin \theta / \sin x + \cos x / (2 \cos \theta \sin x + \sin \theta \cos x - \sin \theta \sin x) \\ &= \tan \theta (1 + \cot x) / [2 + \tan \theta (\cot x - 1)] \end{aligned}$$

160

Habiendo  $\theta = 45^\circ - x$  la fórmula de E2/E1 toma la forma algo más sencilla

$$E2/E1 = \tan \theta / [1 + \tan \theta (\tan \theta - 1)]$$

Haciendo  $E2/E1 = \tan (\theta + \underline{d} \theta)$ , y suponiendo que  $\tan \theta$  y  $\underline{d} \theta$  son pequeños, tendremos aproximadamente

165

$$(\tan \theta + \underline{d} \theta) / (1 - \tan \theta \underline{d} \theta) = \tan \theta / [1 + \beta (\tan \theta - 1)]$$

o aproximadamente

$$\underline{d} \theta = \beta \tan \theta (1 - \tan \theta) / [1 + \tan^2 \theta + \beta (1 - \tan \theta)]$$

Despreciando  $\beta (1 - \tan \theta)$  en comparación con  $1 + \tan^2 \theta$

tendremos, aproximadamente,

170

$$\begin{aligned} \underline{d} \theta &= \beta \sin \theta (\cos \theta - \sin \theta) \\ &= 1/2 \beta \sin 4 \theta / (1 + \sin 2 \theta + \cos 2 \theta) \end{aligned}$$

Esta función tiene forma de octante y varía con gran aproximación proporcionalmente a  $\sin 4 \theta$ , puesto que el denominador varía con  $\theta$  sólo  $\pm 10\%$  aproximadamente. Un potenciómetro de la forma de la figura 3 con el ángulo  $\beta$  debidamente escogido puede usarse por lo tanto con un sistema radiogoniométrico de la manera arriba explicada para corregir al menos en parte, el error

175

182557



6.

de octante que a veces se encuentra asociado con el sistema de antena. Esto ya es conocido antes de ahora.

180

Debe notarse que en otras circunstancias, o cuando el potenciómetro se emplea en disposiciones no conectadas con sistemas de radiogoniometría el ángulo  $x$  puede ser mayor que  $45^\circ$  de modo que los lados del cuadrado estarían doblados hacia fuera en vez de estarlo hacia dentro. Un caso de interés particular es aquél en que

185  $x = 90^\circ$ , en que el octágono se convierte en otro cuadrado pero con la diferencia de que los terminales del potenciómetro se encuentran en los puntos medios de los lados.

El potenciómetro de la forma representada en la fig.3 puede ser considerado como una estrella de cuatro puntas.

190

De acuerdo con el invento el potenciómetro podría tomar la forma de  $2n$  elementos de resistencia uniformes, rectos e iguales, dispuestos de forma semejante para formar una estrella de  $n$  puntos en que  $n$  es par o impar, igual o mayor que 3. Todas estas estrellas tienen la simetría central arriba definida.

195

Igualmente, el número de elementos de resistencia iguales empleados puede ser impar. Un ejemplo de potenciómetro que contiene nueve elementos de resistencia de acuerdo con el invento está representado en la figura 5. Las nueve resistencias iguales designadas 28 a 36 respectivamente forman un polígono L U X M V Y N W Z del cual, los tres ángulos L, M, N, están en una circunferencia de radio O L, y los otros seis U, V, W y X, Y, Z, están en otra concéntrica de radio O Z. Los brazos de contacto 5 y 6 soportados por el brazo aislante 7 giran como anteriormente sobre O.

200

205

Los tres conductores de Base de un manantial de voltaje alterno trifásico, pueden, por ejemplo estar conectados a los tres



ángulos L, M, N, del potenciómetro. En este caso puede obtenerse un voltaje alterno de los brazos 5 y 6 cuya fase con respecto de la del sistema trifásico es una función periódica deseada del ángulo  $\theta$  del potenciómetro. Esta función depende de los radios O L y O Z y puede ser determinada por los métodos ordinarios de la trigonometría. El potenciómetro puede considerarse como producido por un potenciómetro triangular de la forma antes empleada, doblando hacia fuera cada uno de los tres lados en tres segmentos iguales. Ya es sabido que la fase del voltaje de salida debe ser prácticamente igual a  $\theta$  en el caso de un potenciómetro triangular.

Como una alternativa, pueden conectarse a todos los ángulos del potenciómetro los conductores de fase de un suministro nonafásico por su orden.

El potenciómetro mostrado en las figuras 1 y 3 puede usarse también para cambiar la fase en conexión con sistemas de suministros polifásicos, como ya es sabido. De este modo los conductores de un sistema tetrafásico pueden ser conectados respectivamente a los ángulos A C B D del potenciómetro, en vez de las resistencias 10 a 15 mostradas en la fig. 1, o los de un sistema octofásico a todos los ángulos de la figura 3. Y en cada caso se obtendrá un voltaje alterno de salida en los brazos 5 y 6 que tendrá una fase relativa representada por alguna función periódica de  $\theta$ .

Debe igualmente notarse que no es esencial que sean dos los brazos de contacto. Si no se emplea más que uno se puede obtener de él un voltaje desequilibrado con respecto de tierra (o se le puede suministrar un voltaje desequilibrado). Por otra parte, pueden también emplearse más de dos brazos: por ejemplo, en la figura 5 podrían ponerse tres brazos de contacto separados entre sí  $120^\circ$ , y entonces se podría obtener una salida trifásica con una relación de fase con respecto a la alimentación trifásica o nona-



fásica que sería una función periódica de  $\theta$ .

Aunque en los ejemplos de potenciómetros realizados de acuerdo con el invento que han sido representados, todos tienen dos círculos de simetría, puede haber más de dos de estos círculos. Por ejemplo, en la figura 3 los ángulos F y G podrían haberse encontrado en un tercer círculo concéntrico (no representado) intermedio entre los dos círculos A C B D y F H G J. En tal caso el ángulo  $\beta$  para los elementos 20, 21, 24 y 25 tendría un signo opuesto al de los otros elementos.

Aunque en los ejemplos dados para representar el invento, el brazo o brazos de contacto están dispuestos para girar sobre un eje que pasa por el centro del polígono, hay casos en que puede ser deseable que el eje esté fuera del centro. Tal excentricidad podría emplearse para compensar aproximadamente un error recíproco o semi-circular en los sistemas indicadores de dirección, por ejemplo, si este error fuera proporcional a  $\sin \theta$ .

Los elementos de resistencia de cualquiera de los potenciómetros que han sido descritos pueden tomar cualquiera de las formas conocidas. Por ejemplo, pueden ser regletas iguales de material aislante con un devanado uniforme de hilo fino de resistencia, o pueden ser modelados en un material compacto de resistencia, o todo el potenciómetro puede estar moldeado de una pieza de la forma deseada con dicho material resistente.

Este invento corresponde a una solicitud de patente formulada en Inglaterra el 16 de Mayo de 1946 señalada con el N.º 14809-46 y se acoge por lo tanto a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.

----- N O T A -----

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de veinte años son los siguientes:



1. Mejoras en potenciómetros de resistencia eléctrica caracterizados por un sistema de potenciómetro, constituido por una pluralidad de elementos rectos de resistencia uniforme dispuestos según los lados de un polígono, que son recorridos por uno o varios brazos de contacto, el cual brazo o los cuales brazos giran alrededor de un eje que pasa por el centro geométrico del referido polígono, caracterizado porque la forma de dicho polígono está elegida de modo que la variación de potencial en los elementos de contacto esté relacionada con el ángulo que cada elemento ha girado desde la posición de origen según una ley no lineal.

2. Mejoras en potenciómetros de resistencia eléctrica de forma poligonal según el punto precedente caracterizado por un potenciómetro poligonal en que los vértices del polígono no se encuentran situados en una misma circunferencia, de tal modo que siendo equilátero, el dicho polígono, no sea equiángulo.

3. Mejoras en un potenciómetro de acuerdo con el punto precedente, con la particularidad de que los vértices del referido polígono equilátero y heterógono se encuentran alternativamente situados en dos circunferencias concéntricas cuyo centro coincide con el eje de rotación del brazo o brazos de contacto, de tal modo que la ley de variación del voltaje con respecto del ángulo girado dicho brazo o dichos brazos sea una función periódica, cuyo período coincida con el ángulo que separa dos de los vértices más próximos entre los que se hallan sobre una misma circunferencia.

4. Mejoras en un potenciómetro según el punto precedente con la particularidad de que dirigiendo convenientemente la inclinación de los lados sucesivos del polígono con respecto de los del polígono equiángulo correspondiente se consigue la función



295 periódica que relaciona el voltaje con el ángulo que girado por el brazo o brazos sea tal que si el potenciómetro es empleado para fines de radiogoniometría la referida función introduzca una compensación para los errores sistemáticos que es sabido se cometen en las observaciones radiogoniométricas por medio de potenciómetros.

300 5. Mejoras en potenciómetros de acuerdo con el punto precedente, caracterizado por un potenciómetro constituido por un octógono de lados reentrantes en que cada dos lados pueden considerarse con el lado de un cuadrado que se ha doblado por su mitad aproximándose hacia el centro por la parte doblada.

305 6. Mejoras en potenciómetros de acuerdo con los puntos 1 a 4 que preceden, con la particularidad de que si se aplican a los vértices del referido polígono situados en una circunferencia las salidas de un generador de corriente alterna polifásico de tantas fases como sean en número estos vértices y sobre los elementos de resistencia se desliza un número igual a este último de brazos de contacto equidistantes en dichos brazos se recogerá una tensión polifásica semejante a la aplicada a los vértices del polígono, pero con una diferencia de fase con respecto de la misma función del ángulo que cada frotador se encuentra alejado de un  
310  
315 vértice.

7. Mejoras en potenciómetros de acuerdo con los puntos 1 a 4 que preceden caracterizados por un potenciómetro constituido por un rombo de modo que, siendo el período de la función que relaciona el voltaje con el ángulo de  $180^\circ$  se compensen los errores  
320 que en radiogoniometría se producen a lo largo de una semirevolución

182557

*Alfonso...*

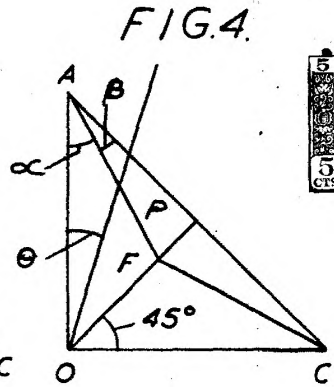
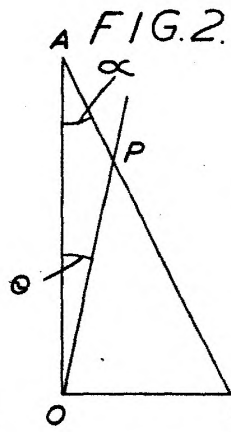


FIG. 1.

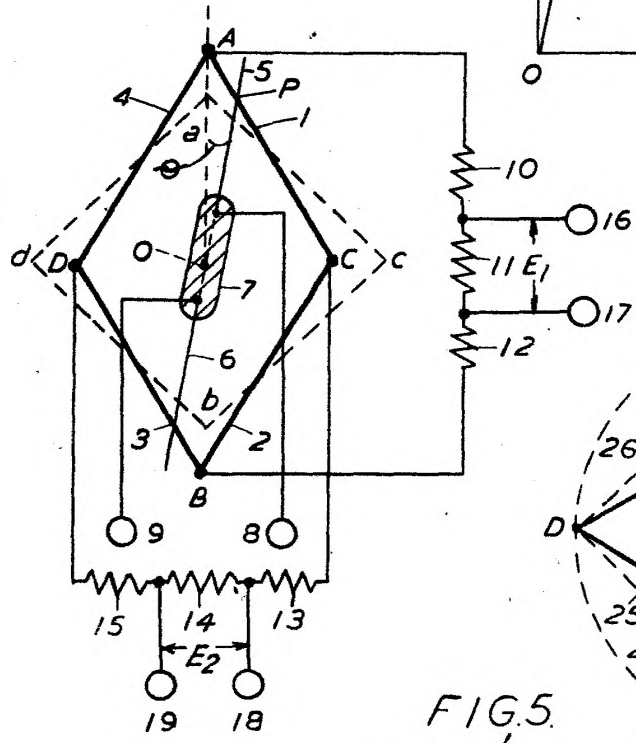


FIG. 3.

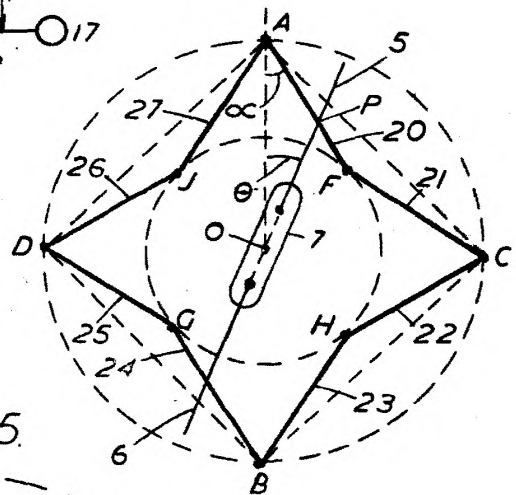
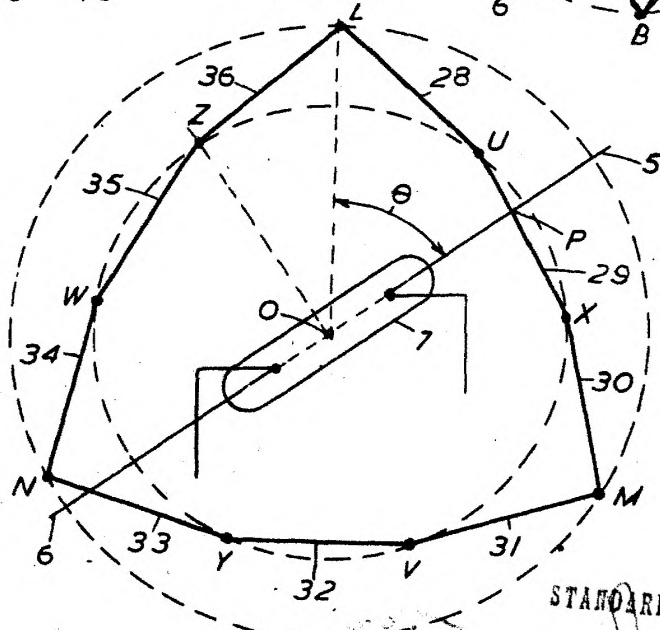


FIG. 5.



182557

STANDARD ELECTRICAL, S. I.

Secretario General

Inventor

By

Attorney

Certified to be the drawings referred to  
 in the specification hereunto  
 Signed at  
 day of

