

PATENTE DE INVENCION

YPA 70/3033 SPA.

14 ABR 1971



SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE <u>G 06</u>
SUBCLASE <u>G</u>

389306

Memoria Descriptiva

sobre:

PERFECCIONAMIENTOS EN INSTALACIONES PARA TOMAR
MAGNITUDES DE DETERMINACION DE UN VECTOR PLANO.

Solicitante: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, de Berlín y München, entidad alemana, residente en Werner-von-Siemens-Str. 50, 8520 Erlangen 2, República Federal Alemana.

La invención se refiere a una instalación para tomar magnitudes de determinación de vectores planos. Esta instalación, también denominada analizador vectorial, se compone de dos formadores de cociente en forma de amplificadores cada vez contracooplados por



medio de un multiplicador, a unas de cuyas entradas se pasan tensiones proporcionales a dos componentes vectoriales ortogonales y cuyas tensiones de salida elevadas al cuadrado se suman y se comparan con una magnitud constante en la entrada de un regulador, preferentemente un regulador integral, y cuya magnitud de salida se aplica a las otras entradas de los formadores de cociente.

Una instalación de este tipo permite determinar el valor de un vector así como dos componentes ortogonales de un vector unitario que mira siempre en dirección de este vector. Para muchos casos de aplicación existe el deseo de dar también directamente la coordenada angular que caracteriza la dirección del vector a analizar, es decir, su ángulo de fase.

Este problema se solucionará por una parte porque las salidas de los dos formadores de cociente se unen con las primeras entradas de dos multiplicadores, cuyas tensiones de salida se pasan sustractivamente a un integrador, que alimenta las dos otras entradas de los multiplicadores cada vez a través de un generador de función seno o coseno.

Una segunda solución consiste en que la magnitud de salida de uno de los formadores de cociente, sumada con una magnitud constante, alimenta un generador de función radicador, cuya magnitud de salida se pasa en función de la polaridad del otro formador de cociente o directamente o a través de un amplificador inversor a un generador de función Arcoseno.

Una tercera solución consiste en pasar la



14 ABR 1971

señal de salida de uno de los formadores de cociente a la entrada de dividendo y la señal de salida del otro formador de cociente, sumada con una tensión constante, a la entrada de divisor de otro formador de cociente, cuya salida se une con la entrada de un generador de función de Arcotangente.

Una realización técnicamente sencilla de los generadores de función consiste, en las dos soluciones, en componerse los generadores de función de amplificadores electrónicos, en cuyos circuitos de entrada o de constraacoplamiento se disponen varios diodos en valor de umbral bajo tensión previa.

La invención se explica a continuación con más detalle a base de las figuras.

En el sistema ortogonal de coordenadas de la figura 1 con los ejes x y y se determina un vector plano A por dos componentes vectoriales ortogonales A_1 y A_2 . En muchos problemas técnicas, sobre todo en el sector de la electrotécnica, se predetermina una magnitud vectorial en esta forma, como por ejemplo en la representación de un indicador de campo giratorio en máquinas eléctricas de campo giratorio.

Para solucionar el problema según la invención, obtener de las dos componentes A_1 y A_2 una magnitud proporcional al ángulo de fase del vector A , demuestra la figura 2 dos soluciones. En la parte superior de esta figura se muestra primero el analizador vectorial en forma de conexión en bloque. Esta se compone de dos formadores de cociente 1 y 2, a cuyas entradas de dividendo se pasan a través de bornes 3 y 4 las tensiones

389306



Al y A2 cada una proporcional a las componentes ortogona-
nales del vector A. Las salidas de los formadores de
cociente 1 y 2 se elevan al cuadrado por medio de dos
multiplicadores 5 y 6, cuyas magnitudes de salida se
5 suman en un elemento mezclador 7. A la entrada de este
elemento mezclador 7 se pasa además sustractivamente
todavía una tensión constante E. Esta se debe tratar
de una tensión con el valor 1, por lo tanto, de una lla-
mada tensión unidad. La salida del elemento mezclador
10 7 alimenta un integrador en forma de un regulador PI,
cuya salida se une con las entradas de divisor de los
formadores de cociente 1 y 2. Por razones de estabilidad
se equipa al integrador con un limitador 36, que limita
la tensión de salida del integrador unilateralmente a
15 cero, permitiendo así solamente valores positivos de
esta tensión de salida.

Si la magnitud de salida del regulador PI 8
se designa con x y si se toma en consideración el hecho
conocido que la magnitud de salida de un regulador PI
20 sólo deja de variarse cuando desaparece la suma de sus
magnitudes de entrada, entonces alcanza el circuito de
regulación hasta ahora descrito su estado estacionario,
es decir, compensado, cuando vale la relación:

$$(A_1/x)^2 + (A_2/x)^2 = E^2 = 1.$$

25 La magnitud de salida del integrador 8 corres-
ponde entonces exactamente al valor |A| del vector A.
En este estado estacionario automáticamente conseguido
aparecen en las salidas de los formadores de cociente 1
y 2 tensiones de la magnitud.

30 $\frac{A_1}{|A|} = \cos\alpha$ y $\frac{A_2}{|A|} = \sin\alpha$.



Por consiguiente, en los bornes de salida

9 - 11 se pueden tomar tensiones proporcionales al valor del vector A así como al seno y al coseno de su ángulo de fase α .

5 Si las salidas de los formadores de cociente 1 y 2 se unen en la posición vertical dibujada de dos puentes de conexión 12 y 13 con la conexión representada al lado izquierdo de la línea I, entonces, una de las entradas de dos multiplicadores 14 y 15 se alimentan

10 con tensiones proporcionales, respectivamente, al seno y al coseno del ángulo de fase α . Las salidas de ambos multiplicadores 14 y 15 se sustraen una de la otra en un elemento mezclador 16 y la salida de este elemento mezclador, que podría componerse también, como el elemento

15 mezclador 7, de un amplificador de sumado, se une con la entrada de un integrador 17, que alimenta, por su parte, la segunda entrada del multiplicador 14 a través de un generador de función coseno 18 y la segunda entrada del multiplicador 15 a través de un generador

20 de función seno 19. Si la magnitud de salida del integrador 17 se designa aquí con y y si se vuelve a tomar en consideración que su magnitud de salida sólo deja de variarse cuando desaparece su magnitud de entrada, entonces vale para este estado estacionario, conseguido

25 automáticamente en el transcurso de una regulación, la condición $\text{sen } \alpha \text{ cos } y - \text{cos } \alpha \text{ sen } y = 0$, que se cumple cuando y es igual a α . Por consiguiente, en el borne de salida 20 aparece una tensión directamente proporcional al ángulo de fase α .

Si los puentes de conexión denominados con



12 y 13 se hallan en su posición horizontal, inductancia
con líneas interrumpidas, entonces entra en acción la
parte de conexión representada a la derecha al lado de
la línea de separación I, que sirve asimismo para deter-
5 minar el ángulo de fase α . La magnitud de salida del
formador de cociente 1 se suma en un elemento mezclador
21 a una tensión uniforme y constante E , que debe mos-
trar nuevamente el valor 1, y se la pasa a un amplifi-
cador proporcional 22 con el factor amplificador 0,5.
10 El elemento mezclador 21 se puede componer en la reali-
zación práctica de la conexión de entrada del amplifi-
cador 22 construido entonces como amplificador de sumado,
y también los otros elementos mezcladores 7 y 16, res-
pectivamente, representados en la figura 2, se pueden
15 incluir en las conexiones de entrada de los elementos
postconectados a ellos. La tensión de salida del ampli-
ficador 22 alimenta un generador de función radicador
23, entre cuya magnitud de salida a y cuya magnitud de
entrada e existe la relación $a = \sqrt{e}$. Por lo tanto, debido
20 a la relación conocida entre el coseno de un ángulo y el
coseno del ángulo doble aparece en la salida del gene-
rador funcional 23 una tensión proporcional a $\cos \alpha / 2$
y mostrando siempre una polaridad positiva.

La salida del otro formador de cociente 2,
25 en la que se presenta una tensión proporcional al seno
del ángulo de fase α , se une con un avisador de valor
límite 24 en el lado de entrada, en cuya salida se pre-
senta una tensión constantemente positiva, cuando la
tensión de salida del formador de cociente es positiva,
30 mientras que la tensión de salida del avisador de valor



límite 24 desaparece en caso de que la tensión de salida del formador de cociente 2 sea negativa. Con la señal de salida del avisador de valor límite 24 se acciona directamente un interruptor 25 y otro interruptor 27 a través de un escalón de inversión 26. Este escalón de inversión 26 debe mostrar en el lado de salida una señal positiva y constante cuando su tensión de entrada sea cero, mientras que su tensión de salida se queda en cero hasta que su tensión de entrada muestre un valor distinto a cero. Si el avisador de valor límite posee dos salidas antivalentes, entonces, una de las salidas de este tipo puede encargarse del funcionamiento del escalón de inversión. Si se mira el estado en el que la tensión de salida del formador de cociente 2 muestra un valor positivo, entonces se acciona el interruptor 25 con la tensión de salida del avisador de valor límite 24. Como la magnitud de salida del generador de función radicador 23 se aplica, según la polaridad de la señal de salida del formador de cociente 2, es decir, según la señal previa de la función $\text{sen } \alpha$, o directamente a través del interruptor 25 o a través de un amplificador 28, que invierte su polaridad, a la entrada de un generador de función Arcocoseno 29, existe la posibilidad de reproducir con exactitud el ángulo $\sqrt{2}$ sobre un campo de 0 hasta 180° o, al duplicar la magnitud de salida del generador de función 29 por medio de un amplificador 30, el ángulo de fase α sobre un campo de 0 hasta 360°. Por consiguiente, en el borne de salida 31 se puede tomar directamente también en esta variante una tensión proporcional al ángulo de fase α .



Para la realización técnica de aparatos del generador de función de Arcocoseno 29, entre cuya magnitud de salida a y cuya magnitud de entrada e existe la denominación $a = \text{arc cos } e$ gráficamente representada en su cuadro de conexión en bloque, así como también de los demás generadores de función 18, 19 y 23, se pueden utilizar piezas constructivas conocidas de la técnica del cálculo analógico, que contienen por ejemplo amplificadores electrónicos con varios diodos con tensión de umbral bajo tensión previa en el circuito de entrada y de contraacoplamiento, respectivamente. Con una tensión de entrada y de salida, respectivamente creciente, los citados diversos diodos se abren uno después de otro, variando así en la medida deseada la inclinación de la línea característica de amplificación. Con un número suficientemente elevado de estos diodos con tensión de umbral se consigue la aproximación a la función deseada con la exactitud a voluntad. Además, también existe la posibilidad de realizar los multiplicadores 5 y 6 como generadores de función que elevan al cuadrado, entre cuya magnitud de salida a y cuyas magnitudes de entrada e existe por lo tanto la relación $a = e^2$, por amplificadores electrónicos con diodos con tensión de umbral bajo tensión previa en el circuito de entrada.

Una representación más detallada de una forma de ejecución técnica de los aparatos de la parte de conexión compuesta de los elementos 1 hasta 8 (figura 2) se ve en la figura 3. Para los elementos que tienen el mismo efecto se aplican las correspondientes cifras de



referencia de la figura 2. A los bornes de entrada 3 y 4 se vuelven a conectar de nuevo dos tensiones que corresponden a las componentes vectoriales ortogonales, alimentando así dos amplificadores 34 y 35 contraacoplados por medio de multiplicadores 32 y 33, que muestran en su estado no conectado una gran amplificación de marcha en vacío. Los amplificadores así contraacoplados 35 y 34 actúan por lo tanto como formadores de cociente. Las tensiones de salida de los amplificadores 34 y 35 se elevan al cuadrado en dos otros multiplicadores 5 y 6. Sus tensiones de salida actúan en conjunto con una tensión continua constante de la magnitud $-N^2$ sobre la entrada del amplificador de sumado 7, que alimenta la entrada de un regulador PI 8. En la salida del amplificador PI se prevé un limitador 36 no representada en detalle, por ejemplo en forma de diodos limitadores en sí conocidos, por lo que se limita su tensión de salida unilateralmente a cero. La tensión de salida del amplificador PI 8 actúa sobre las otras entradas de ambos multiplicadores 32 y 33. En el borne de salida 9 aparece - como ya se ha explicado en relación con la figura 2 - una tensión proporcional al valor del vector A formado de dos componentes ortogonales A1, A2, cuyos valores corresponden a las tensiones con las que se alimentan los bornes de entrada 3 y 4. Si las tensiones de salida de los amplificadores 34 y 35 se pasan a dos amplificadores de inversión contraacoplados 37 y 38, cuyas resistencias de contraacoplamiento se comportan con respecto a sus resistencias de entrada como 1:N, entonces se presentan en los bornes 10 y 11 tensiones que corresponden



al seno y al coseno del ángulo de fase ϕ y las cuales se pueden tomar como componentes de un vector unitario que mira siempre en dirección del vector A.

La variante representada en la figura 3 tiene la ventaja de poder seleccionar libremente la tensión constante con la que se alimenta el amplificador de sumado 7, siempre y cuando se tome en consideración su desviación del valor 1 por una relación de resistencia correspondientemente dimensionada entre la resistencia de entrada y de la contracooplamiento en los amplificadores de inversión 38 y 37.

La figura 4 muestra finalmente una tercera solución para indicar directamente la magnitud del ángulo de fase ϕ . Los bornes designados con 39 y 40 hay que inagenárselos unidos, como en el ejemplo de ejecución según la figura 2, con las salidas de los formadores de cociente 1 y 2, de manera que en el borne 39 se presenta una tensión que corresponde al seno del ángulo de fase ϕ y en el borne 40 aparece una tensión que corresponde a su coseno. Si en el elemento mezclador 41 se suma una tensión uniforme y constante del valor 1 y si se pasa la suma a la entrada de divisor de un formador de cociente 42, cuya entrada de dividendo está unida con el borne 39, entonces se presenta en la salida del formador de cociente 42 una tensión proporcional a $\text{tg } \phi/2$. Un generador de función Arcotangente 43, entre cuya magnitud de entrada e y cuya magnitud de salida a existe la relación $a = \text{arc tg } e$, forma de ello una tensión proporcional al ángulo $\phi/2$ y con la que se obtiene - amplificada en el amplificador postconectado 44 en el



factor 2 - una magnitud directamente proporcional al ángulo de fase ϕ , que se puede tomar en el borde de salida 45.

La variante representada en la figura 4 tiene, frente a la representada en la parte derecha de la figura 2, la ventaja de evitar un generador de función radicador con sus valores funcionales realizables sólo aproximadamente en la proximidad del punto cero.


NOTA.-

10 Describa suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente citadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental;

15 también se hace constar que el invento se refiere a una solicitud de patente presentada en Alemania. n.º P 20 12 781.5, de fecha de 18 de marzo de 1.970, acogiéndose por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: Perfeccionamientos en instalaciones para tomar magnitudes de determinación de un vector plano; caracterizándose por lo siguiente:

25 1.- Perfeccionamientos en instalaciones para tomar magnitudes de determinación de un vector plano del tipo provistas con dos formadores de cociente, a unas de cuyas entradas se pasan tensiones proporcionales a dos componentes vectoriales ortogonales y cuyas tensiones de salida elevadas al cuadrado se suman y se

30



389306

-12-

14 ABR. 1971



comparan con una magnitud constante en la entrada de un regulador, preferentemente un regulador integral, y cuya magnitud de salida se aplica a las otras entradas de los formadores de cociente, caracterizados porque
5 las salidas de ambos formadores de cociente se unen con las primeras entradas de dos multiplicadores, cuyas tensiones de salida se pasan sustractivamente a un integrador, que alimenta las otras dos entradas de los multiplicadores cada vez a través de un generador de función seno y coseno, respectivamente.
10

2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el integrador está construido como amplificador electrónico PI.

3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la magnitud de salida de uno de los formadores de cociente, sumada a una magnitud constante alimenta a un generador de función radicador, cuya magnitud de salida se pasa en función de la polaridad del otro formador de cociente o directamente o a través de un amplificador de inversión a un generador de función Arcocoseno.
15
20

4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la señal de salida de uno de los formadores de cociente se pasa a la entrada de dividendo y la señal de salida del otro formador de cociente, sumada con una tensión constante, a la entrada de divisor de otro formador de cociente, cuya salida está unida con la entrada de un generador de función Arcotangente.
25

30

5.- perfeccionamientos según las reivindicaciones

389306



-13-

14 AB

ciones 1, 3 ó 4, caracterizados porque los generadores de función se componen de amplificadores electrónicos, en cuyos circuitos de entrada o de contraacoplamiento se disponen varios diodos con valor de umbral bajo tensión
55 previa.

6.- Perfeccionamientos en instalaciones para tomar magnitudes de determinación de un vector plano; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

10

Esta Memoria consta de trece hojas escritas a máquina por una sola cara.

14 ABR. 1971

Madrid,

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT.

A. GOMEZ ACEBO Y MOJAT
Firmado: F. Hernández Ruiz

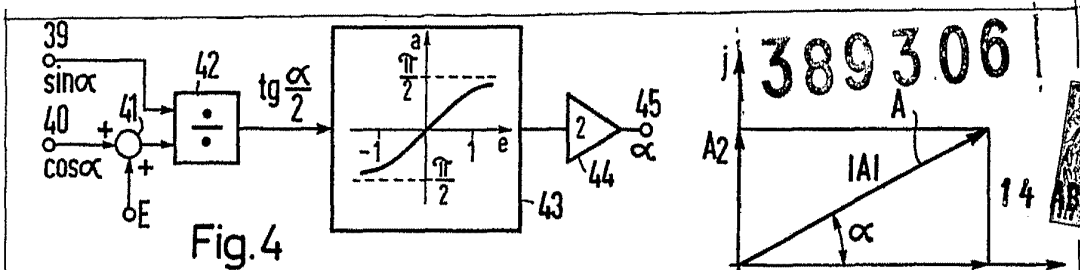


Fig. 4

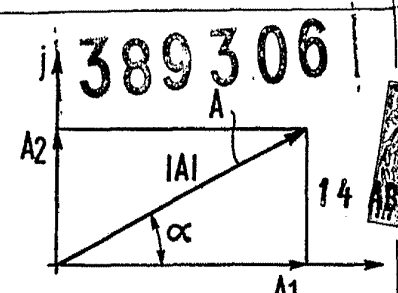


Fig. 1

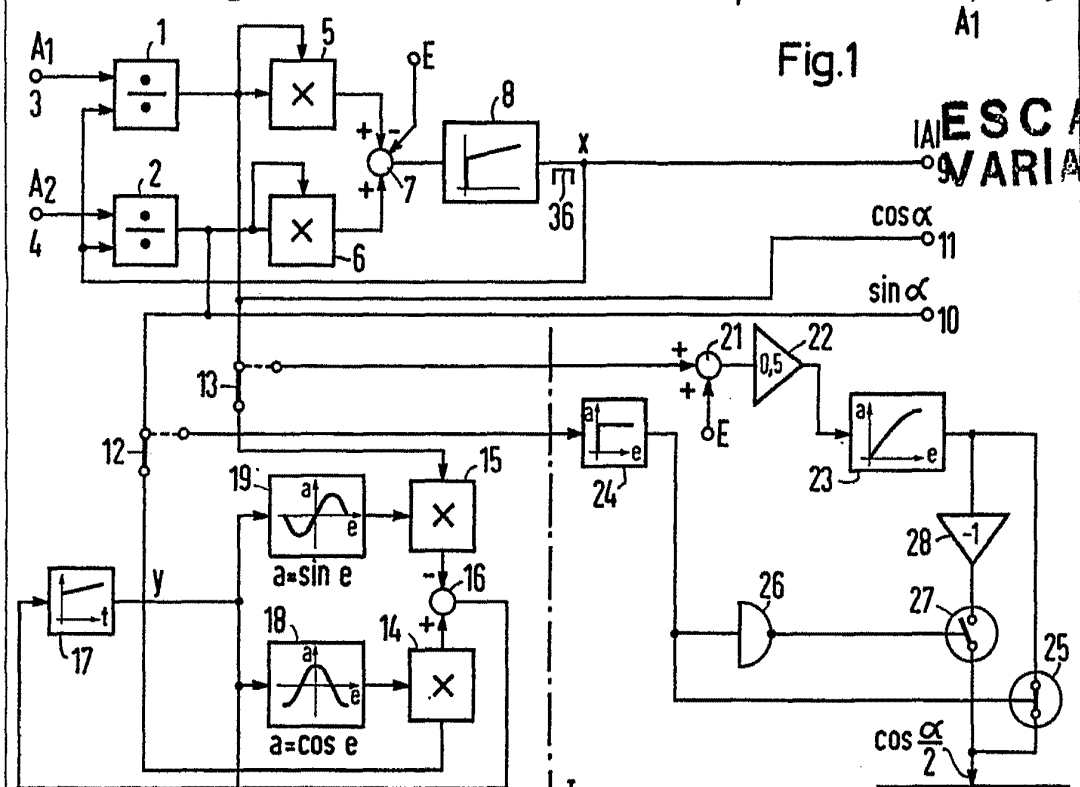


Fig. 2

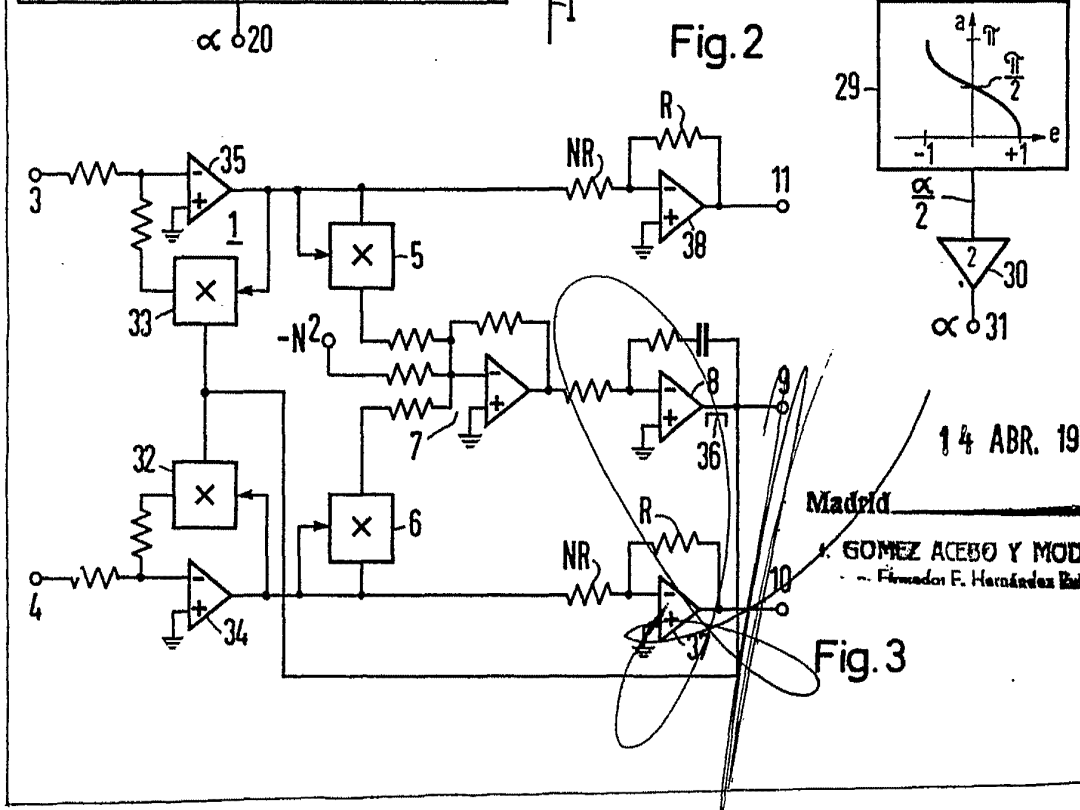


Fig. 3



14 ABR. 1971

Madrid
 S. GOMEZ ACEBO Y MODER
 Firmador E. Hernández Ruiz