

227324

Memoria Descriptiva

para

patente Invencion, por veinte años,

a favor de

K e l l m a A B.

-sociedad sueca-

residente en

Ljungby (Suecia)

Kronoskogen

por:

-Máquina síncrona compundada de polos interiores.-

Prioridad. Sol.pat.Sueca 2664/55 del día 19-3-1955.

Inventor. don Oscar Ebbe Källi - sueco.



227324

Ya es sabido que para estaciones de fuerza algo pequeñas de corriente alterna que han de servir en circuitos limitados, se emplean generadores síncronos, construidos particularmente con objeto de mantener constante la tensión de salida independiente
5 mente de las variaciones de carga y sin el auxilio de un regulador rápido especial que influya sobre la excitación del generador. El mantener constante la tensión de salida se ha logrado por el empleo de una máquina excitatriz o magnetizadora, a la que se lleva la corriente de carga del generador por ejemplo en
10 un arrollamiento especial compund y la cual entrega al arrollamiento de campo del generador una corriente excitatriz dependiente de esta corriente. Este principio se ha llevado a la práctica de diversas maneras diferentes entre sí, pero ninguna de ellas se ha encontrado completamente satisfactoria particularmente por
15 necesitar agregar dispositivos adicionales de colector o de anillos rozantes para la admisión o toma de la corriente.

El invento se refiere a una máquina síncrona compundada y de polos interiores, perfeccionada, la cual se proyecta preferentemente como generador síncrono, aunque dado el caso también como
20 motor síncrono de autoexcitación, cuyo excitador produce su corriente continua de partida destinada a la excitación de la máquina síncrona, únicamente gracias a transformar una corriente alterna recibida por el arrollamiento del inducido de la máquina síncrona. Esta máquina se caracteriza porque el excitador se compone de reactancias inductivas o resistivas conjuntamente conectadas y de un colector fijo respecto a las mismas y cuyas láminas se unen con los puntos extremos de las reactancias, y tam -
25



227324

5 bien de un puente de escobillas cooperante con el colector, y por
que el excitador posee uniones fijas, de un lado directamente o
por intermedio de transformadores, con el arrollamiento del indu
cido de la máquina síncrona en por lo menos un punto para cada
10 fase con el fin de introducir corriente alterna de la máquina sín
crons tanto en la marcha en vacío como también en la carga, y por
otro lado directamente con el circuito excitador de la máquina
síncrona para ceder a éste corriente continua, disponiéndose el
colector y el puente de escobillas, bien entre las uniones fijas
15 para la entrega de corriente continua y las reactancias, en cuyo
caso el colector con las reactancias es fijo con relación al cuer
po de la máquina y el puente de escobillas es giratorio y se aco
pla mecánicamente con el eje de la máquina para hacerse girar por
éste, bien entre las uniones fijas con el arrollamiento del indu
20 cido de la máquina síncrona y las reactancias, en cuyo caso el co
lector con las reactancias es giratorio y se acopla mecánicamente
con el eje de la máquina, y el puente de escobillas es fijo con
relación al cuerpo de la máquina.

25 Frente a los generadores síncronos antes conocidos que man
tienen constante la misma tensión de salida, la máquina síncrona
según el invento se caracteriza porque además de un colector con
el correspondiente puente de escobillas en sus circuitos de co
rriente para la corriente excitatriz y la corriente del inducido
sólo posee uniones fijas, gracias a lo cual pueden suprimirse to
talmente los inconvenientes que acompañan a los dispositivos adi
cionales de anillos rozantes.

Describiremos a continuación más detenidamente el invento
valiéndonos del dibujo que presenta simbólicamente varias formas
distintas de ejecución de la máquina síncrona según el invento,



227324

presentando:

La fig. 1 un esquema simbólico completo de una primera forma de ejecución que presenta la máquina síncrona y también su excitador, y

5 Las figs. 2 a 4 esquemas simbólicos de otras tres formas de ejecución, ilustrándose sin embargo en las figs. 3 y 4 solo el excitador y los conductores que van a la máquina síncrona.

En la fig. 1 se dibuja en 1 la máquina síncrona, la cual comprende un estator, en el que se prevé un arrollamiento de inducido 2 constituido por tres fases, y un rotor que lleva los polos magnéticos de la máquina síncrona con su arrollamiento excitador 3. Por lo que respecta a la disposición de los arrollamientos en el estator y el rotor coincide por consiguiente la máquina síncrona con lo que se acostumbra en general en las máquinas síncronas ordinarias. El excitador de la máquina síncrona se dibuja en 4 y se compone esencialmente de un estator constituido por dos partes concéntricas, de las cuales la interior está provista de un arrollamiento de inducido 5 y la exterior con un arrollamiento compund 6, acoplándose el primero a un colector fijo 7. Todo el estator junto con el colector 7 debe ser ajustable a diversas posiciones angulares alrededor del eje de la máquina. La única parte rotatoria del excitador es un puente de escobillas 8 cooperante con el colector 7 y que va fijo en el eje 9 del rotor de la máquina síncrona. El puente de escobillas comprende en la construcción ilustrada cuatro escobillas (o grupos de escobillas), de los cuales cada dos escobillas diametralmente opuestas entre sí, se unen entre sí y con cada uno de los conductores 10 de corriente continua, los cuales llevan al arrollamiento excitador 3 de la máquina síncrona 1 la corriente continua recibida por el colector y

10

15

20

25



227324

las escobillas.

5 El arrollamiento de inducido 5 del excitador 4 se une, como un arrollamiento trifásico mediante conductores 11 a los tres puntos fijos con derivaciones fijas en cada fase del arrollamien-
to de inducido 2. También el arrollamiento compund 6 se dispone
10 como arrollamiento trifásico y cada fase del mismo se une con el extremo de una de las fases del arrollamiento de inducido 2 de la máquina síncrona 1, que en otro caso se acoplaría en un arrolla-
miento de inducido en conexión Y al punto cero. En la fig. 1 se
15 dibuja el arrollamiento compund 6 como arrollamiento sinfin, con el que se unen firmemente tres conductores 12 conducentes al arro-
llamiento 2 de la máquina síncrona en cada uno de los tres pun-
tos colocados a una distancia angular de 120° , esto es el arro-
llamiento compund 6 se ilustra como en conexión D. En la prácti-
ca sin embargo se debe preferir una conexión Y del arrollamiento
6, en cuyo caso cada fase del arrollamiento de inducido 2 se co-
necta en paralelo con una de las fases del arrollamiento compund
6 entre el punto cero de la carga y el punto cero del arrolla-
miento 6.

20 Para mejor comprender el funcionamiento de la máquina descri-
ta supongamos que la máquina marcha como generador. En la marcha
en vacío recibe en el excitador 4 un campo rotatorio, pues la
tensión inducida en aquella parte de cada fase del arrollamiento
de inducido 2 del generador 1 que se encuentra entre la deriva-
ción fija para el correspondiente conductor 11 y el punto extre-
25 mo, con el que se une el correspondiente conductor 12, y la cual
parte puede comprender p. ej. una bobina única del arrollamiento
del inducido, manda una corriente a través del arrollamiento de
inducido 5 del excitador y también a través del arrollamiento com



227324

pund 6. Con auxilio de este campo rotatorio se induce en el arrollamiento fijo de inducido 5 una corriente alterna que se toma por intermedio del colector fijo 7 y del puente de escobillas 8 rotatorio en sincronismo con el campo, y esto en principio del mismo modo exactamente que en un convertidor rotatorio ordinario. Al cargarse el generador 1, la corriente de carga, a consecuencia de conectarse en serie cada fase del arrollamiento de inducido 2 del generador 1 con la correspondiente fase del arrollamiento compund 6 del excitador 4, fluirá a través del arrollamiento compund. Por ello se origina una componente adicional del campo magnético rotatorio en el excitador 4 (con cierto desplazamiento de fases en relación al campo producido por la corriente de marcha en vacío) y consiguientemente se origina un aumento en la tensión de salida del excitador.

De este modo la corriente excitatriz que se toma por el puente de escobillas 8, puede calcularse de manera que con cualquier carga se obtenga la excitación correcta por el generador para mantener una tensión constante en el punto de consumo requerido, debiendo para ello ser regulable el excitador con o sin supercompundación o subcompundación. Existen múltiples posibilidades de realizar esta regulabilidad. En los conductores 12 pueden insertarse resistencias reguladoras 13, mediante las cuales pueda regularse la intensidad de la corriente y por tanto el campo rotatorio en el excitador. También pueden insertarse dado el caso resistencias reguladoras 14 en los conductores 11. Además el estator exterior que lleva el arrollamiento compund 6 puede ser desplazable axialmente respecto al estator interior. De este modo con una amplitud dada invariable del campo rotatorio se obtiene una variación del flujo total proporcional al desplazamiento y por



227324

consiguiente una variación de las tensiones inducidas en el arrollamiento de inducido 5 en el estator interior. Una tercera posibilidad de regular el grado de compundación del excitador se halla en el desplazamiento de las escobillas que se realiza de modo sencillísimo haciendo girar el estator juntamente con el colector 7. De este modo se origina un desplazamiento angular entre el campo rotatorio del excitador y el puente de escobillas 8 que gira sincrónicamente con él, esto es, se obtiene el mismo efecto que en el desplazamiento de las escobillas en una máquina de corriente continua con polos magnéticos fijos y puente de escobillas fijo. Como pueden presentarse variaciones en el factor de potencia de la carga del generador, conviene también poder regular el excitador para poder adaptar a estas variaciones el ángulo de compundación del generador. Esto se logra por el hecho de que el estator exterior del excitador se dispone dentro de una zona angular adecuada en relación al estator interior, giratorio alrededor del eje de la máquina.

La construcción arriba supuesta del excitador 4, en que el estator se compone de dos partes concéntricas, es necesaria para poder lograr las posibilidades de regulación antes indicadas, mediante desplazamiento axial y ajuste angular del estator exterior. Si se quiere renunciar a estas posibilidades, se puede entonces construir el estator como una parte única, en la que se monten el arrollamiento compund 6 y el arrollamiento de inducido 5 en ranuras desplazadas periféricamente entre sí.

En principio se obtiene el mismo funcionamiento del generador síncrono como antes se ha descrito con el dispositivo ilustrado en la fig. 2. El generador síncrono se indica aquí solo por su arrollamiento de inducido 2, del que solo se ilustran comple -



227324

tamente las uniones terminales para solo una fase. Como se des -
prende de esta figura, el arrollamiento se construye como arro -
llamiento de paso. El excitador 15 en lugar de proveerse con arro -
llamientos correspondientes a los arrollamientos 5 y 6 del exci -
tador 4 de la fig. 1, se provée solo de cierto número de resis -
tencias 16 (dibujadas solo parcialmente), las cuales se conectan
entre sí y con las delgas de un colector inmóvil 17 aunque des -
plazable alrededor del eje de la máquina, p. ej. del mismo modo
que las bobinas del arrollamiento 5 en la fig. 1, para actuar co -
mo divisor trifásico de tensión. Como el excitador para poder ac -
tuar no depende de la inducción magnética las resistencias pue -
den colocarse sobre un soporte que tenga cualquier forma, aunque
en la práctica convendrá escoger un soporte de forma cilíndrica.
Con el colector coopera un puente de escobillas 18 dispuesto fi -
jo en el eje 19 del rotor del generador síncrono y cuyas escobi -
llas se unen directamente con el arrollamiento excitador del ge -
nerador por intermedio de dos conductores 20 de corriente conti -
nua. Las resistencias 16 están además unidas por intermedio de
tres conductores 21 con las tres fases del arrollamiento del in -
ducido del generador, uniéndose de tal modo los puntos de unión
de las resistencias que las situadas entre cada dos de estos pun -
tos tengan el mismo valor y formen tres fases. Las derivaciones
del arrollamiento del inducido del generador que como en la fig.
1 se necesitan para obtener una excitación en la marcha en vacío,
se disponen en la fig. 2 después de la primera bobina de la co -
rrespondiente fase y se unen con resistencias reguladoras 22 que
se conectan entre sí a un punto cero y el otro extremo de cada
una de estas bobinas se une directamente con una de las uniones
de corriente alterna del excitador 15.



227324

La corriente trifásica que por el arrollamiento de inducido del generador se lleva a las resistencias 16, se rectifica mediante el colector 17 y el puente de escobillas 18 para llevarla como corriente continua a los conductores 20 y consiguientemente al arrollamiento excitador del generador. El valor de esta corriente continua es proporcional a la corriente trifásica, esto es, a la carga del generador.

En la marcha en vacío la corriente destinada a excitar el generador se recibe solo de la primera bobina antes indicada de cada fase, pues atraviesa el correspondiente conductor 21 y por una de las fases del divisor de tensión 16 del excitador 15 llega a su punto cero y luego por el punto cero del generador a través de la correspondiente resistencia reguladora 22 llega a la derivación hacia la primera bobina. Al aumentar paulatinamente la carga del generador, girando su rotor en dirección de la flecha, se desplazan en sentido opuesto las resultantes del flujo principal y la reacción del inducido contra la dirección de rotación. Esto se comprende por el hecho de que cuando cada grupo de bobinas se compone de varias bobinas, además de aquella que produce el flujo principal (en el ejemplo ilustrado cuatro bobinas en total) y estas otras bobinas se desplazan de tal modo en la feriferia del estator que se cortan antes por las líneas de campo salientes de las placas polares del rotor y el flujo resultante se impulsa hacia atrás cada vez más en contra de la dirección de rotación del rotor cuanto más aumenta la carga. El resultado es una tensión aumentada y un ajuste más correcto del flujo rotatorio del estator en relación a la posición ajustada de las escobillas. El valor de este efecto es independiente de la división de la bobina y puede todavía aumentarse más empleando un arrolla-



22.334
miento simétrico de semirranuras. En la fig. 2 se indica el desplazamiento mediante el ángulo entre un radio a través del centro de la bobina generadora del campo principal y otro radio a través del centro de todo el grupo de bobinas.

5 La disposición ilustrada en la fig. 3 se diferencia de la ilustrada en la fig. 2 por el cambio de lugar de las uniones de corriente alterna y de las uniones de corriente continua del excitador 23. Las primeras pasan por el colector 24 y el puente de escobillas 25, que en esta construcción posee por consiguiente
10 solo tres grupos de escobillas que se unen con cada una de las fases del arrollamiento del inducido del generador mediante conductores 26. Las uniones de corriente continua se reúnen por el contrario en dos grupos que se unen directamente con cada uno de los conductores 27 de corriente continua para el arrollamiento
15 excitador del generador. El colector 24 del excitador debe encontrarse aquí sobre el eje del rotor del generador y el puente de escobillas debe ser fijo.

La disposición según la fig. 4 constituye otro desarrollo de la ilustrada en la fig. 2, suprimiéndose las resistencias 16 en
20 la última figura y componiéndose el excitador 28 principalmente solo de un anillo 29 dispuesto fijo y hecho de un material de resistividad elevada y de un puente de escobillas 30 cooperante con él y que se coloca en el eje del rotor del generador. En tres puntos fijos separados en 120° se une el anillo 29 mediante conductores 31 con las fases del arrollamiento del inducido del generador y por intermedio de tres transformadores económicos 32 con conexión en Y por el lado primario, para provisionarse de corriente alterna de tensión más baja que la tensión del generador. Como
25 el puente de escobillas es tetrapolar como en la fig. 4, se deben prever además uniones compensadoras 33 entre puntos diametral-



227324

5 mente opuestos del anillo 29. Los cuatro juegos de escobillas del puente 30 forman como en la fig. 2, uniones de corriente continua que mediante dos conductores 34 se unen con el arrollamiento excitador del generador sobre el rotor. El anillo 29 se provee de cierto número de aletas radiales refrigeradoras 35. El funcionamiento del excitador 28 es en principio el mismo que se ha descrito para el excitador de la fig. 2.

10 El invento no se limita a las formas de ejecución antes descritas. Así p.ej. en el dispositivo según la fig. 1 puede introducirse la variante de que el inducido del excitador se construya como un rotor en unión con un colector rotatorio y que sea fijo el puente de escobillas. En este caso la conexión del excitador es la misma que en la fig. 3, esto es las uniones de corriente alterna con el arrollamiento de campo del excitador se conducen por intermedio del puente de escobillas provisto de tres juegos de éstas, mientras las uniones de corriente continua del arrollamiento de inducido del excitador al circuito de excitación del generador se componen de uniones fijas.

15 Aunque las formas de ejecución descritas de la máquina sincrónica según el invento trabajan como generadores, pueden también disponerse como motor sincrónico autoexcitador con ángulo regulable y con grado también regulable de compundación.

20 Como se comprende fácilmente, el invento puede emplearse para máquinas sincrónicas de cualquier número de fases y de modo muy especial para máquinas monofásicas (con arrollamiento de inducido dispuesto bifásicamente). En el último caso en un excitador del tipo inductivo ilustrado en la fig. 1 se obtiene un flujo pulsador u oscilante en lugar de uno rotatorio, pero sin embargo el funcionamiento permanece el mismo que se ha descrito en relación con la fig. 1.



227324

N O T A

La presente patente de invención comprende las siguientes reivindicaciones:

5 1.- Máquina síncrona compundada de polos interiores, para emplearse preferentemente como generador síncrono, aunque dado el caso también como motor síncrono autoexcitador, cuyo excitador produce la corriente continua de salida para la excitación de la máquina síncrona únicamente gracias a transformar una corriente alterna recibida del arrollamiento del inducido de la máquina síncrona, caracterizada porque el excitador se compone de reactan-
10 cias reunidas inductivas o resistivas y de un colector fijo respecto a las mismas, y cuyas delgas se unen con los puntos extremos de las reactancias, y de un puente de escobillas cooperante con el colector, y porque el excitador posee uniones fijas, por un lado directamente o por intermedio de transformadores con el arrollamiento del inducido de la máquina síncrona en por lo me-
15 nos un punto para cada fase con objeto de introducir corriente alterna de la máquina síncrona tanto en la marcha en vacío como también en la carga, y por otro lado directamente con el circuito excitador de la máquina síncrona para ceder a éste corriente
20 continua, disponiéndose el colector y el puente de escobillas, bien entre las uniones fijas para la entrega de corriente continua y las reactancias, en cuyo caso el colector con las reactancias es fijo con relación al cuerpo de la máquina, y el puente de escobillas es giratorio y se acopla mecánicamente con el
25 eje de la máquina para hacerse girar por éste, bien entre las uniones fijas con el arrollamiento del inducido de la máquina



227324

síncrona y las reactancias, en cuyo caso el colector con las reactancias es giratorio y se acopla mecánicamente con el eje de la máquina y el puente de escobillas es fijo con relación al cuerpo de la máquina.

5 2.- Máquina síncrona según lo reivindicado en el punto 1, caracterizada porque las reactancias del excitador se componen en parte de un arrollamiento de inducido y en parte de un arrollamiento compund los cuales se acoplan entre sí magnéticamente, porque el arrollamiento de inducido se une con el colector, llevando las uniones de corriente continua de este arrollamiento por intermedio del colector y el puente de escobillas al arrollamiento excitador de la máquina síncrona y porque el arrollamiento compund se provée de uniones fijas de corriente alterna.

10

15 3.- Máquina síncrona según lo reivindicado en los puntos 1 y 2, caracterizada porque las uniones de corriente alterna del excitador con el arrollamiento de inducido de la máquina síncrona se componen por una parte de uniones fijas en el arrollamiento del inducido del excitador en un punto para cada fase, las cuales conducen a una derivación en la parte correspondiente a la fase en cuestión, del arrollamiento de inducido de la máquina síncrona, y por otra parte, de uniones fijas en el arrollamiento compund del excitador en un punto para cada fase, las cuales conducen a aquel extremo de la parte correspondiente a la fase en cuestión del arrollamiento de inducido de la máquina síncrona que está opuesta al extremo unido con uno de los conductores del conductor de carga.

20

25

4.- Máquina síncrona según lo reivindicado en el punto 1, caracterizada porque el excitador se construye como anillo fijo de material de resistencia, que en puntos fijos se provée de unio -



227324

nes de corriente alterna o de uniones de corriente continua, y por que además el excitador está provisto de un puente giratorio de escobillas que coopera con el anillo y al cual se acoplan las uniones de corriente continua o las uniones de corriente alterna, actuando el anillo como divisor trifásico de tensión.

5.- Máquina síncrona según lo reivindicado en el punto 4, caracterizada porque entre ciertos puntos se prevén en el anillo uniones compensadoras.

6.- Máquina síncrona según lo reivindicado en los puntos 1 y 4, en la que el arrollamiento de inducido es un arrollamiento de paso que comprende varias bobinas en cada grupo, caracterizada porque las uniones de corriente alterna del excitador se empalman a una de estas bobinas en cada grupo de las mismas y porque dichas bobinas se unen con resistencias reguladoras que se conectan conjuntamente entre sí a un punto cero.

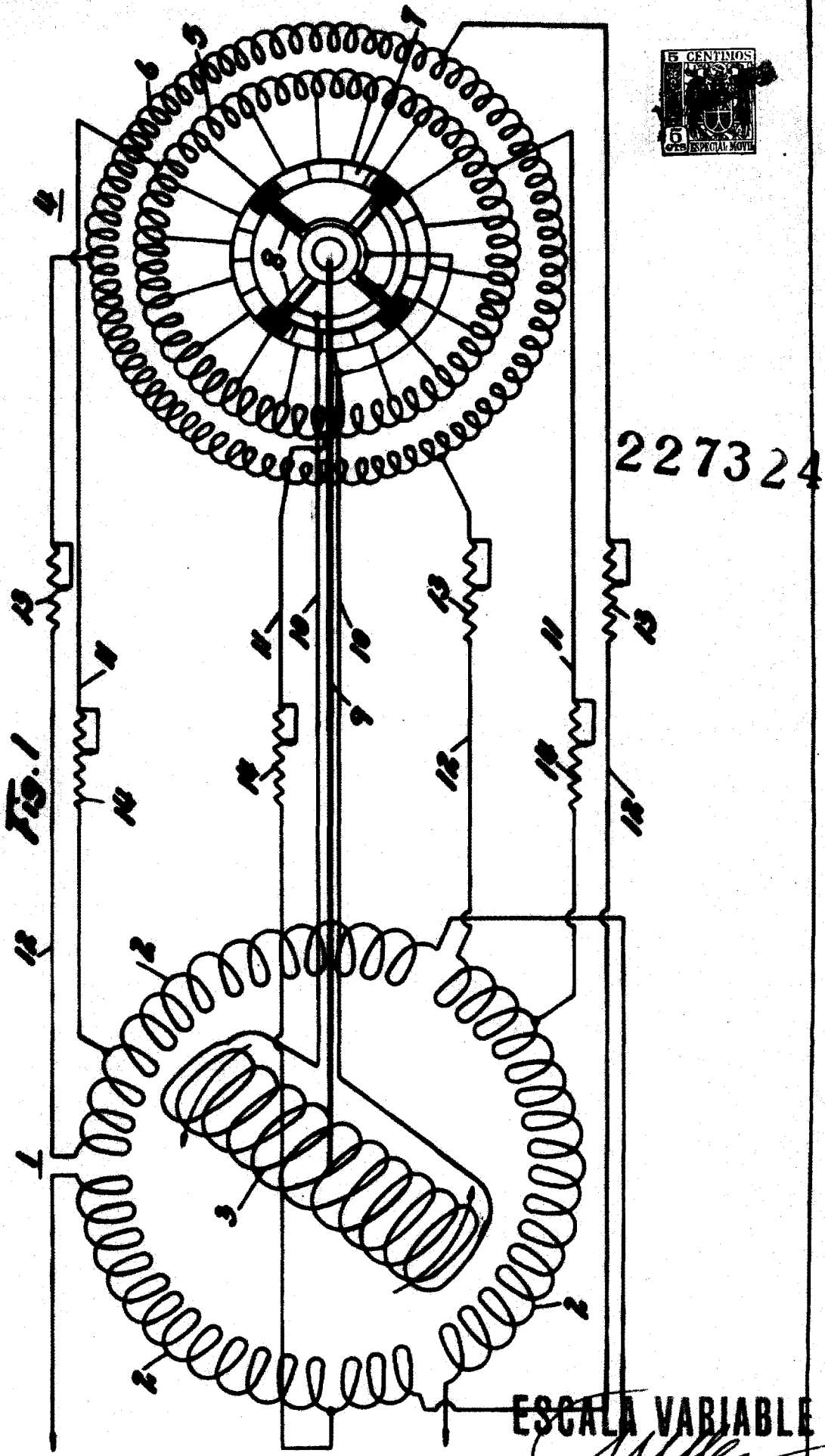
7.- Máquina síncrona según lo reivindicado en cualquiera de los puntos 1 y 2, caracterizada porque el colector, caso de que esté parado durante el servicio, puede desplazarse alrededor del eje de la máquina para regular el grado de compundación.

8.- Máquina síncrona compundada de polos interiores.

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva y se ilustra con los dibujos que a la misma se acompañan.

Consta esta memoria de catorce hojas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, a 11 MAR 1956



227324

Fig. 1

ESCALA VARIABLE

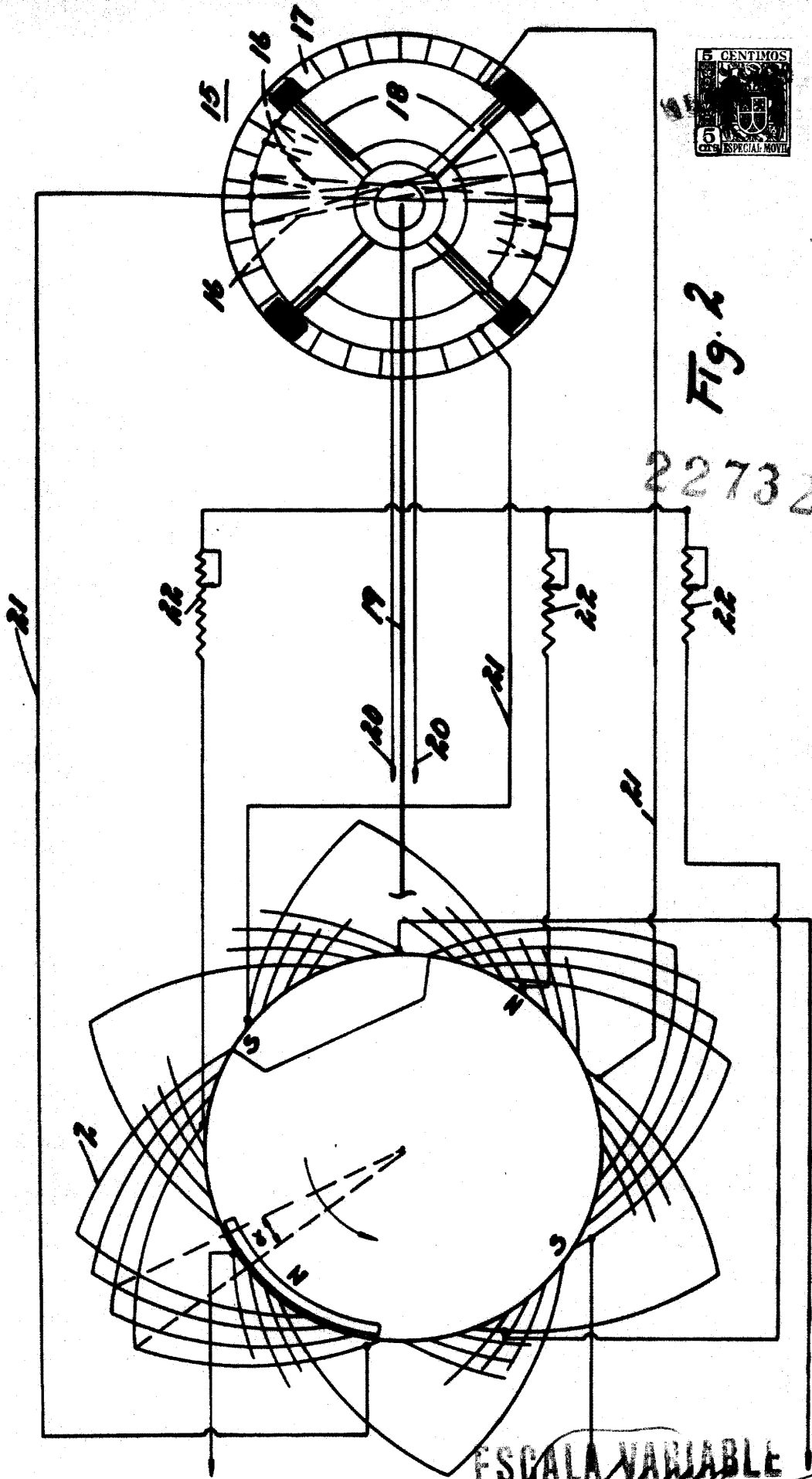


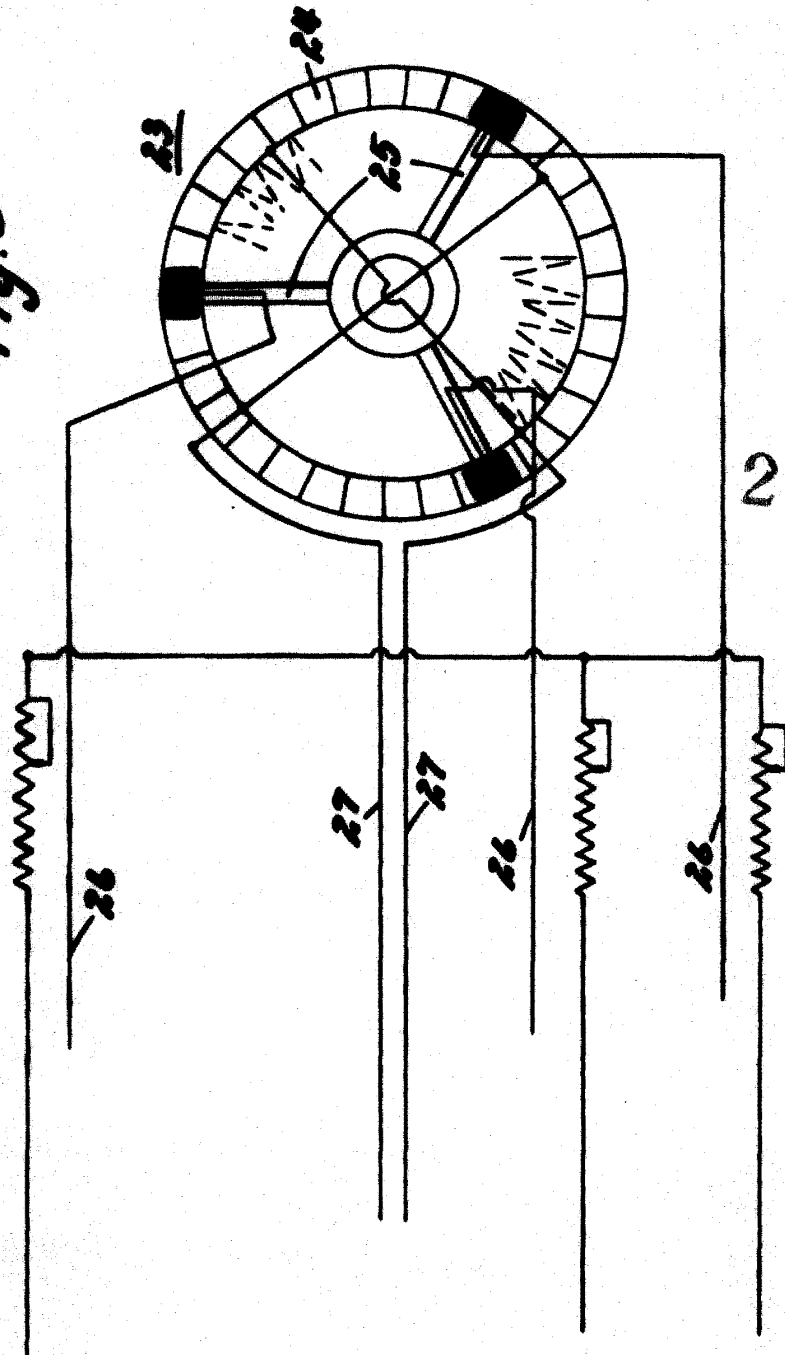
Fig. 2

227324

ESCALA VARIABLE

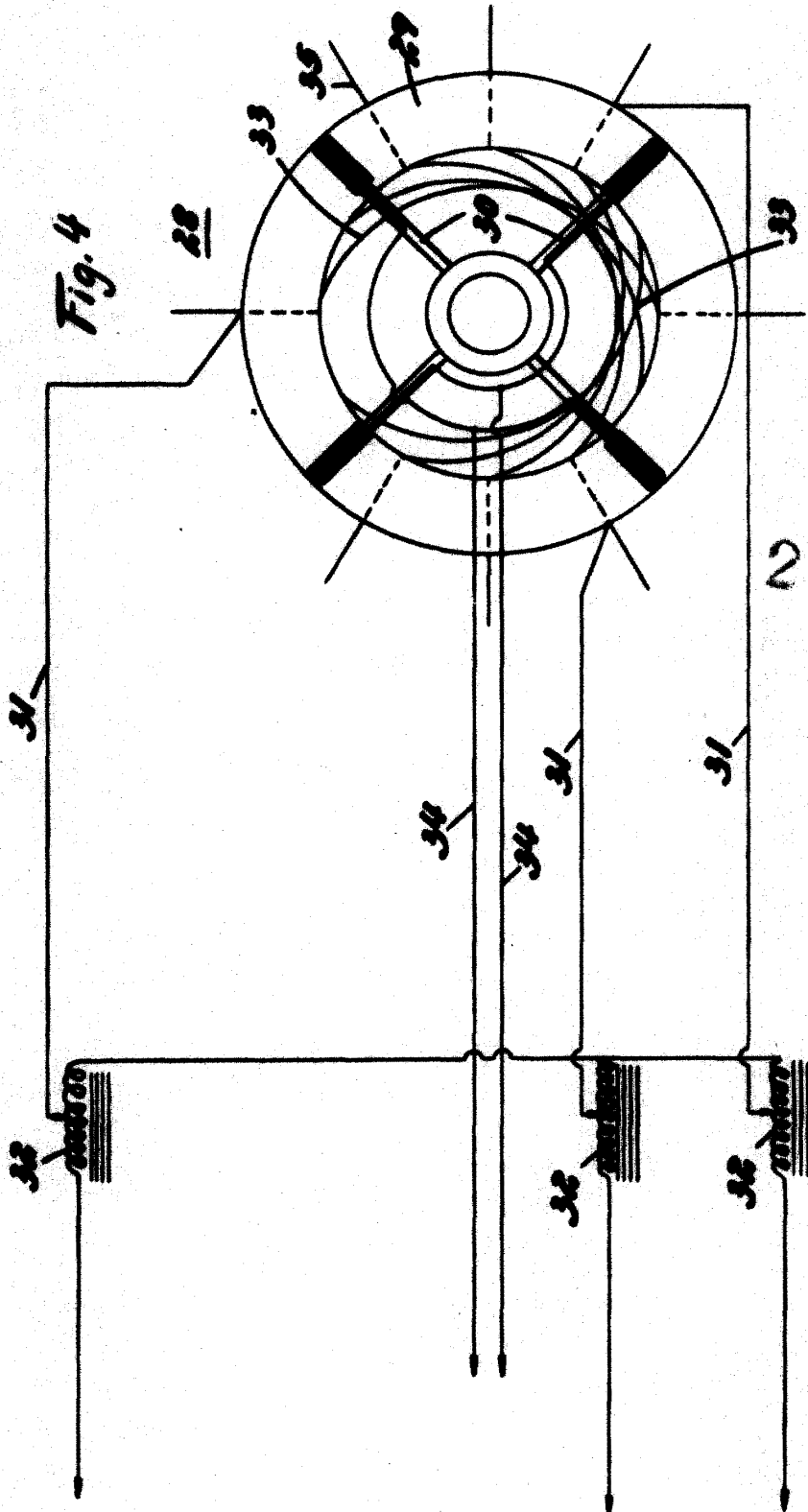


Fig. 3



ESCALA VARIABLE

[Handwritten signature]



227324

ESCALA VARIABLE