

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

(10) ES	(11) NUMERO	(10) A1
(21)		
(22) FECHA DE PRESENTACION	40 SET. 1975	

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO			(32) FECHA	(33) PAIS
P 25 43 587.4			30 de Septiembre de 1.975	Alemania.
(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(52) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA		
	H02K, G06G, G07C			
(64) TITULO DE LA INVENCION				
PERFECCIONAMIENTOS EN DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE LA DURACION DE VIDA DE ELEMENTOS DE MAQUINAS.				
(71) SOLICITANTE (S)				
KRAFTWERK UNION AKTIENGESELLSCHAFT.				
DOMICILIO DEL SOLICITANTE				
Wiesenstr. 35, 433 Mülheim (RUHR), República Federal Alemana.				
(72) INVENTOR (ES)				
Dr. KURT FORK, Dipl.-Ing., DIETRICH LAMBRECHT, Dipl.-Ing., HERMANN WALDMANN, Dipl.-Ing., HELMUT HOFMANN, Dipl.- Ing.				
(73) TITULAR (ES)				
(74) REPRESENTANTE				
GOMEZ-ACEBO.				

La duración de una parte de máquina muy solicitada es dependiente, además del tiempo de duración, muy esencialmente de las sobrecargas en casos de averías. Es por tanto deseable reconocer a tiempo en máquinas ó partes de máquina cuando se ha de contar con un daño debido a estas sobrecargas.

La presente invención se refiere a un dispositivo de esta clase para el control de la duración de vida de un elemento de máquina, averiguándose el parámetro de servicio relevante para la carga, que se transforma en un generador de función no lineal en señales proporcionales a la duración, que luego se adicionan para determinar la duración restante y se almacenan.

Por la memoria de publicación alemana 1 499 544 es conocido un dispositivo de esta clase para el control de un grupo motorpropulsor de turbinas de gas. En dependencia de la temperatura del tubo de una turbina de gas se obtienen con este conocido dispositivo a través de circuitos analizadores eléctricos, a partir del tiempo y de la temperatura, impulsos que son proporcionales al consumo de duración. Estos impulsos se almacenan por ejemplo en un contador en el que puede leerse cuándo es necesaria una revisión del grupo motorpropulsor.

El cometido de la presente invención es crear un dispositivo de control de la duración para el árbol de turbinas-generador de un juego de turbinas en una central eléctrica.

Los ensayos en grandes juegos de turbinas (por encima de 500 MVA), han mostrado que no sólo las averías en las turbinas, ó en el generador, sino también las averías en la red de alta tensión conectada, pueden representar cargas considerables para el árbol de turbinas-generador. En instalaciones tan grandes un cortocircuito en la red de alta tensión origina en la proximidad del juego de turbinas al que el árbol de turbinas-generador ejecuta ca

5 cilaciones de torsión débilmente amortiguadas. Si mediante la protección de la red se desconecta el cortocircuito en la red de alta tensión, el vector de la tensión inducida en el generador no coincide ya con el vector de tensión en la red. De esto resulta un momento de rotación eléctrico adicional que se superpone al momento del estado de oscilación anterior del árbol. Aquí pueden surgir momentos que reducen muy considerablemente la duración del árbol turbinas-generador. Para evitar daños en la totalidad del juego de turbinas es por tanto necesario bajo ciertas circunstancias retocar partes del árbol turbinas-generador. La invención indica ahora un camino para averiguar el instante correcto para una medida de este tipo.

10 La solución según la invención para un dispositivo para el control de la duración consiste en que para el control de un árbol de turbina-generador la tensión del generador y magnitudes eléctricas proporcionales a la corriente del generador están conectadas a las entradas de un circuito calculador análogo, en que este circuito calculador está construido de manera que en su salida aparece una magnitud eléctrica proporcional al momento de giro eléctrico en el entrehierro del generador, en que el circuito calculador análogo tiene conectado detrás un circuito reproductor para averiguar el momento de giro en las distintas secciones del árbol de turbinas generador y está enlazado a través de un convertidor análogo-digital con un computador digital para la conversión de estos valores en señales proporcionales a la duración, y en que en paralelo al convertidor análogo-digital está conectado un dispositivo detector de averías diseñado de tal manera que sólo al existir un valor extremo de un momento en una sección de árbol, alimenta el convertidor análogo-digital un valor de medida digital al computador digital por conectado.

La figura 1 muestra un esquema de bloques para el dispositivo según la invención. Una turbina 1 está unida con un generador 4 a través de un acoplamiento 2 y de un árbol generador-turbina 3. Las conexiones eléctricas del generador 4 están conectadas a través de una línea trifásica 5 a un transformador de alta tensión 6 cuyo arrollamiento de alta tensión está enlazado con la red eléctrica 7. Un circuito calculador 8 análogo está enlazado con la línea trifásica 5 a través del transformador de intensidad 9 y del transformador de tensión 10. Como se describirá detalladamente más adelante, en la línea de salida 11 del circuito calculador 8 análogo se obtiene una magnitud eléctrica análoga (intensidad ó tensión) que es proporcional al valor momentáneo del momento de giro en el entrehierro del generador 4.

La línea de salida 11 está conectada a un circuito reproductor 12 asimismo análogo. En este circuito reproductor se reproduce el árbol de turbinas-generador como sistema de oscilación de torsión. Aquí se conciben las distintas turbinas parciales el rotor del generador y la máquina de excitación como masas de inercia y las secciones de árbol situadas entremedias como muelles de torsión. Como magnitud de entrada adicional se alimenta al circuito reproductor 12 otro valor de medida que parte del regulador de ángulo 13, a través de la línea de alimentación de medida 14. A través de la línea de valor de medida 14 se alimenta al circuito reproductor 12 un valor de medida adicional. El circuito reproductor 12 averigua un valor proporcional al momento de giro de las distintas - turbinas parciales. Como se describirá asimismo más adelante, en las líneas de salida 15 del circuito reproductor 12 se producen magnitudes eléctricas que son proporcionales a los momentos en determinadas secciones del árbol de turbinas-generador.

Las líneas de salida 15 están conectadas al convertidor aná-

logo-digital 16 y están alimentadas paralelamente a un dispositivo detector de averías 17 que al existir una avería averigua cuando un valor de medida momentáneo, que se alimenta a través de las líneas de salida 15 al convertidor análogo-digital, es un valor extremo. Si se reconoce uno de estos valores extremos, el dispositivo detector de averías 17 provoca la cogida y conversión del valor análogo producido. Un calculador 18 posconectado al convertidor análogo-digital 16 coge este valor, le compara con una curva no lineal obtenida por experiencias, que en dependencia del respectivo momento máximo aparecido indica la duración del árbol, y convierte el valor del momento de giro alimentado a él en impulsos que son proporcionales al consumo de duración. Estos impulsos se almacenan por ejemplo en un contador 19 posconectado al calculador digital. Ya que la duración total es conocida, puede leerse en este contador que porcentaje de la duración ha consumido el árbol de turbinas-generador y cuándo es necesaria una inspección a fondo ó renovaciones en el árbol.

Para aclaración del funcionamiento del circuito calculador B análogo se representa en la figura 2a un esquema sustitutivo simplificado del arrollamiento de estator del generador, y en la figura 2b un circuito reproductor análogo que permite averiguar a partir de la tensión de bornes del generador el flujo eficaz en el entrehierro para la fase R. Los circuitos para las otras dos fases S y T son idénticos a éste. La tensión U_R en la figura 2a tiene por consecuencia una corriente que fluye por la resistencia ohmica R del arrollamiento de estator, así como por la resistencia de dispersión inductiva L_R y por las resistencias de dispersión encadenadas inductivas L_{SR} y L_{TR} . En estas resistencias se produce con esto una caída de tensión que sumada a la tensión de bornes U_R produce la tensión E_R eficaz para el flujo de entrehierro, según la -

igualdad.

$$E_R = U_R + R I_R + L_R \frac{dI_R}{dt} + L_{RS} \frac{dI_S}{dt} + L_{RT} \frac{dI_T}{dt}$$

Tal y como muestra la figura 2b, para la solución de la igualdad pueden conectarse en serie elementos sumadores 20a, 23 y sumarse los distintos sumandos de la igualdad anterior. En la salida del elemento sumador 23 se obtiene entonces la tensión E_R eficaz para el flujo de entrehierro. Esta se puede entregar a la entrada de un integrador 34, en cuya salida aparece entonces una magnitud proporcional al flujo de entrehierro ϕ_R .

La figura 3 muestra una forma de ejecución preferente de este circuito reproductor. Aquí el integrador 24 está conectado ya a continuación del primer elemento sumador 20. A diferencia de la figura 2b las corrientes de conductor de fase I_R , I_S y I_T no se restan ya antes de la multiplicación con las resistencias inductivas I_R , L_{RS} y L_{RT} . Ya que los elementos sumadores 21 a 23 están poseconectados al integrador 24, se obtiene en la línea de salida 25 una nueva magnitud eléctrica que es proporcional al flujo de entrehierro ϕ_R .

Adicionalmente a estos circuitos, de los que están previstos asimismo uno por fase, está contenido en el circuito calculador análogo 8 un circuito según la figura 5. Magnitudes de entrada para dos convertidores de coordenada 26 y 27, son las corrientes en los tres conductores de fase R, S y T, así como las magnitudes eléctricas obtenidas de los circuitos de la figura 3, que son proporcionales a los flujos ϕ_R , ϕ_S y ϕ_T . En los convertidores de coordenadas 26 y 27 se suman vectorialmente los vectores de las corrientes ó bien flujos de las tres líneas de fase R, S y T. Como resultado se obtiene en el convertidor de coordenadas 26 el vector designado con ϕ en la figura 4. La adición de los vectores de flujo produce el vector designado con ϕ de la figura 4. El convertidor -

de coordenadas forma las coordenadas de estos vectores en la dirección del eje R (abscisas) y perpendicularmente a él. La coordenada en el eje R está designada con K1 y la coordenada perpendicularmente a él con K2. Correspondientemente a esto las componentes en la dirección de la coordenada K1 están dotadas del índice 1 y las componentes en la dirección de la coordenada K2 están dotadas del índice 2. El momento eléctrico M_{e1} que hay en el entrehierro del generador resulta entonces del producto vectorial de los vectores θ y β . Con esto es válida la siguiente igualdad;

$$M_{e1} = \beta \times \theta = \beta \theta \operatorname{sen} (\alpha - \beta)$$

Esta igualdad puede convertirse en la igualdad:

$$\beta \cdot \theta \operatorname{sen} \cos \beta - \beta \cdot \theta \cos \operatorname{sen} \beta$$

Según esta igualdad las salidas del convertidor de coordenadas 26 y 27 de la figura 5 están conectadas a los elementos multiplicadores 28 y 29. Las salidas de estos elementos multiplicadores están conducidas a través de un circuito de resistencias compuesto de resistencias 30, con signos diferentes, a un amplificador de sumas 31 en cuya línea de salida aparece con esto una magnitud eléctrica que es proporcional al momento eléctrico M_{e1} .

En la figura 6 está representado el circuito reproductor 12 con el que se averiguan los momentos en las distintas secciones del árbol de turbinas-generador. El árbol de turbinas-generador está indicado esquemáticamente en la figura 7. La turbina 1 de la figura 7 consta de una turbina parcial de alta presión, de una turbina parcial de mediapresión y de dos turbinas parciales de baja presión. El rotor del generador 4 y el rotor de la máquina excitadora 32 están asimismo unidos con el árbol de turbinas-generador. Los rotores de las turbinas y del generador se conciben como masas de inercia S_1 a S_3 . Estas masas de inercia tiene por ejemplo respecto a la horizontal un ángulo que se designa con γ_1 a γ_6 .

Para la aclaración del funcionamiento del circuito reproductor representado en la figura 6 se supone que en la salida del integrador 33 existe un valor que corresponde al ángulo γ_2 (posición angular del rotor del generador 4). Esta posición angular se entrega a dos elementos diferenciales 34 y 35.

Para la aclaración del funcionamiento se supone que en la salida del integrador 36 se halla el ángulo γ_1 de la máquina excitadora. Luego se forma en el elemento diferencial 34 la diferencia entre el ángulo γ_1 y γ_2 . En esta cuantía está retorcida la sección del árbol turbinas-generador entre el generador y la máquina excitadora. Esta sección de árbol tiene una constante elástica que está designada con $F_{1, 2}$. En el multiplicador 37 se forma el momento, a partir del ángulo $\gamma_1 - \gamma_2$ y la constante elástica $F_{1, 2}$ de esta sección de árbol. En el punto de salida 38 del multiplicador 37 existe pues una magnitud de medida que es proporcional al momento de esta sección de árbol.

Esta magnitud de medida se entrega a los elementos sumadores 39 y 40. Al elemento sumador 39 se alimenta entre otras cosas el momento eléctrico M_{e1} a través de la línea 11. Además de esto el elemento sumador 39 obtiene del punto de salida 41 una magnitud de medida que es proporcional al momento de la sección de árbol entre las masas de inercia S_2 y S_3 . Estos tres momentos actúan sobre el rotor del generador 4. La salida del elemento sumador 39 está conducida a un integrador 42 que integra sobre el tiempo el momento resultante, de manera que en la salida del integrador 42 existe una magnitud de medida eléctrica que es proporcional a la velocidad angular del rotor del generador. La salida del integrador 42 está conectada a la entrada del integrador 33. Con esto se produce en la salida del integrador 33 una magnitud de medida que es proporcional a la integral de la velocidad angular del rotor -

del generador, se decir a la posición angular γ_2 del generador. En una línea de retroalimentación del integrador 42 está incluido un elemento atenuador 43. Este se ajusta de manera que la atenuación condicionada debido a ello en la salida del integrador 42 corresponde a la atenuación de la correspondiente sección del árbol de turbinas-generador.

De modo correspondiente se producen los momentos $M_{2,3}$ en el punto de salida 41, $M_{3,4}$ en el punto de salida 4 etc. Para tener en cuenta los momentos que actúan sobre las distintas turbinas parciales, que se transmiten a los rotores de las turbinas por el vapor que circular por éstas, la línea de salida 14 del regulador de ángulo está conectada a través del multiplicadores 45, 46, etc. a los correspondientes elementos sumadores 47, 48, etc. En estos multiplicadores 45, 46, se multiplica el valor de salida del regulador de ángulo 13 con factores de adaptación A_1, A_2 etc., constantes. Estos factores de adaptación resulta de la cantidad de la presión de servicio del vapor alimentado a las distintas turbinas parciales. Otro multiplicador 49 tiene en cuenta el momento de giro que actúa sobre la máquina excitadora 32. Este está conectado entre la línea de salida 11 y el elemento sumador 40. Los multiplicadores de adaptación están designados con A y los multiplicadores para los elementos atenuadores están designados con D.

Los momentos $M_{2,3}, M_{3,4}, M_{4,5}$, etc, así averiguados, se entregan, tal y como muestra la figura 8, a etapas convertidoras análogo-digital 50 que están dispuestas dentro del vertidor análogo-digital 16. Las etapas convertidoras análogo-digital están conectadas en el lado de salida a un dispositivo de mando terminal 51. El dispositivo de mando terminal 51 obtiene del dispositivo detector de averías 17 señales para la toma de un momento existente en la entrada de una etapa convertidora-digital y entrega este

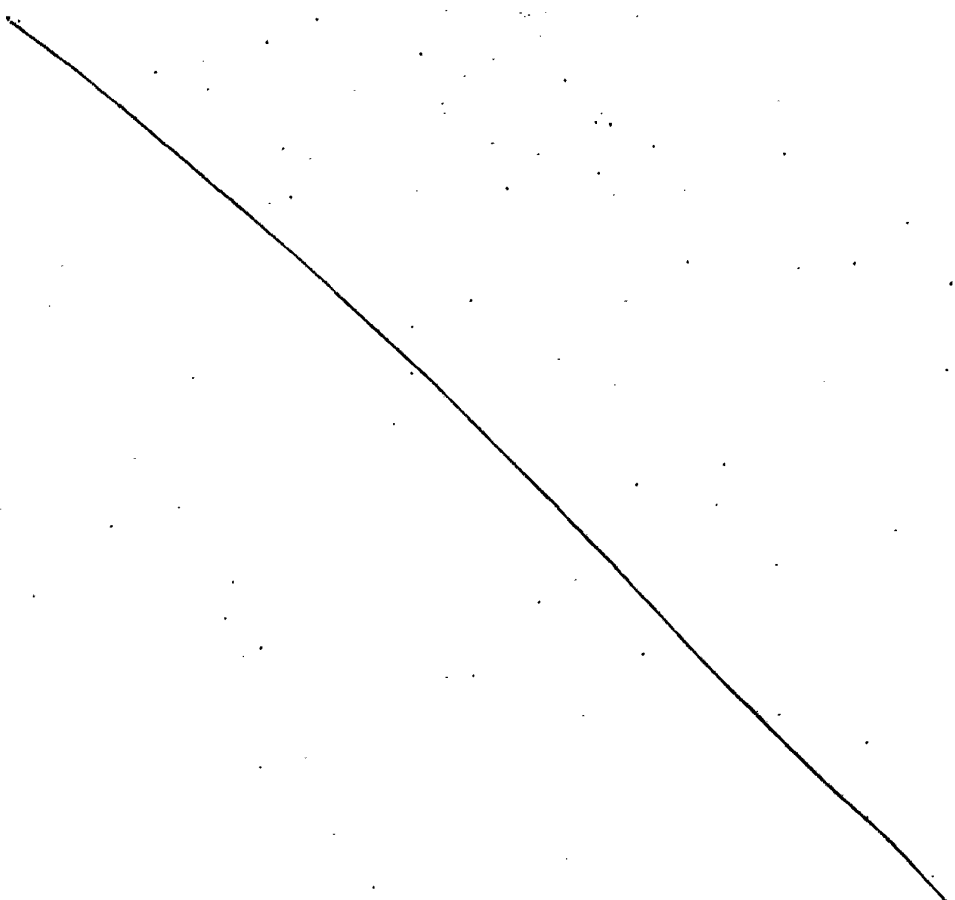
momento tomado y transformado a forma digital a un computador digital 18, a través de la línea de salida 52. Este computador digital 18 ha almacenado en forma de tabla la línea característica de duración según la figura 9, y al tomarse un valor de momento en un contador 53 electromecánico posconectado, entrega a un teleescritor sobre hojas 54, ó a otro computador digital 55, impulsos que están transformados según la curva de la figura 9 y son proporcionales al consumo de duración.

La figura 9 muestra los cambios de carga N admisibles a un momento M dado. Aquí se designa con M un momento que vá más allá del momento que ha de aguantar permanentemente el árbol. El computador digital 18 entrega al aparato posconectado a él tantos más impulsos cuanto menor sea el número de cambios de carga admisible al surgir un momento según la curva de la figura 9.

El dispositivo detector de averías está conectado en paralelo al convertidor análogo-digital 16. Las magnitudes de entrada que representan los momentos en las distintas secciones de árbol, están conectadas al dispositivo de mando terminal 51 a través de elementos diferenciadores 56 y avisadores de valor límite 57 posconectados a éstos. Los avisadores de valor límite 57 están aquí desarrollados de tal manera que éstos entregan un impulso cuando la señal de salida del elemento diferenciador 56 anteconectado vá hacia cero, ó sea existe un valor extremo. Las salidas de los elementos diferenciadores están además conectadas a una memoria 58 que ocupa por un tiempo determinado siempre cuando las magnitudes de salida en un elemento diferenciador 56 sobrepasan un importe predeterminado. La salida de la memoria 58 está conducida asimismo al dispositivo de mando terminal 51. El dispositivo de mando terminal 51 está preparado de manera que sólo al existir un impulso de salida en la memoria 58 se emplea un valor extremo aparecido para el

almacenamiento de un valor de momento en el computador digital 18.
Mediante esto queda garantizado el que sólo se alimente al computa
dor digital 18 las amplitudes de los momentos que surgen en las -
secciones de árbol, que alcanzan una magnitud de valor notable. -
5 Unicamente de este modo es posible salir adelante con el espacio -
de memoria que hay a disposición en un computador digital. En esto
consiste una ventaja especial de la presente invención.

10 Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así co
mo la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar -
que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de
modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio funda
mental.



REIVINDICACIONES

1.- Perfeccionamientos en dispositivos para el control de la duración de vida de elementos de máquinas, averiguándose el parámetro de servicio relevante para la carga, que se transforma en un generador de función no lineal en señales proporcionales a la duración, que luego se adicionan para determinar la duración restante y se almacenan, caracterizados porque para el control de un árbol de turbinas-generador, la tensión del generador y magnitudes eléctricas proporcionales a la corriente del generador están conectadas a las entradas de un circuito calculador análogo, encontrándose este circuito calculador construido de manera que en su salida aparece una magnitud eléctrica proporcional al momento de giro eléctrico en el entrehierro del generador, porque el circuito calculador análogo tiene conectado detrás un circuito reproductor para averiguar el momento de giro en las distintas secciones del árbol de turbinas-generador y está enlazado a través de estos valores en señales proporcionales a la duración, y porque en paralelo al convertidor análogo-digital está conectado un dispositivo detector de averías diseñado de tal manera que sólo al existir un valor extremo de un momento en una sección de árbol alimenta el convertidor análogo-digital un valor de medida digital al computador digital posconectado.

2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el circuito calculador consta de tres circuitos, en los que en cada caso un primer elemento sumador obtiene alimentada la tensión de bornes del generador de una fase, y la caída de tensión en la resistencia ohmica del arrollamiento de estator, en el que la salida del primer elemento sumador está conectada a través de un integrador a otros elementos sumadores para adicionar las caídas de tensión en las resistencias inductivas del arrollamiento

de estator, y porque las corrientes y las salidas de estos circuitos así como valores de medida proporcionales a la corriente, después de adición vectorial y conversión en coordenadas de un sistema de coordenadas K_1, K_2 , están conducidas a través de multiplicadores a un amplificador de suma para la formación del momento de giro eléctrico en el entrehierro del generador.

3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el circuito reproductor para la formación del momento de giro en cada una de las secciones del árbol consta de un elemento sumador para los momentos que actúan sobre las distintas masas de inercia, de un integrador posconectado a éste, con elementos atenuador dispuesto en el circuito de realimentación, y de otro integrador posconectado a la salida del integrador para la formación de la posición angular de la respectiva masa de inercia, y porque la salida de los integradores en las que se pueden tomar las posiciones angulares, están conectadas a los pertenecientes elementos sumadores a través de sendos elementos diferenciales y un multiplicador para la formación del producto de la constante elástica $F_{1, 2}$ de la sección de árbol y el ángulo de diferencia de las masas de inercia contiguas S_1, S_2 .

4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque en paralelo al convertidor análogo-digital está dispuesto un dispositivo detector de averías que consta en cada caso de la conexión en serie de un elemento diferenciador y un avisador de valor límite que reacciona al haber valor cero, de manera que sólo se toman por el computador digital valores extremos de los momentos averiguados $M_{2, 3}, M_{3, 4}$.

5.- Perfeccionamientos en dispositivos para el control de la duración de vida de elementos de máquinas; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los di

bujos adjuntos.

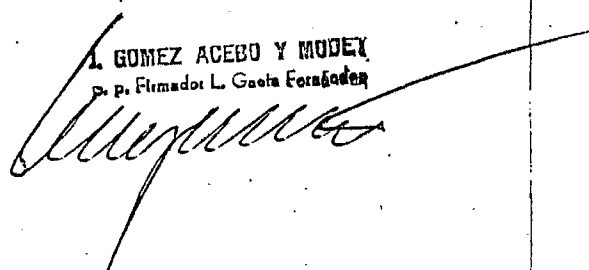
Esta Memoria, consta de 13 hojas, escritas a máquina por una sola cara.

30 SET. 1976

Madrid,

KRAFTWERK UNION AKTIENGESELLSCHAFT

L. GOMEZ ACEBO Y MOYER
D. P. Firmador: L. Goya Fernández



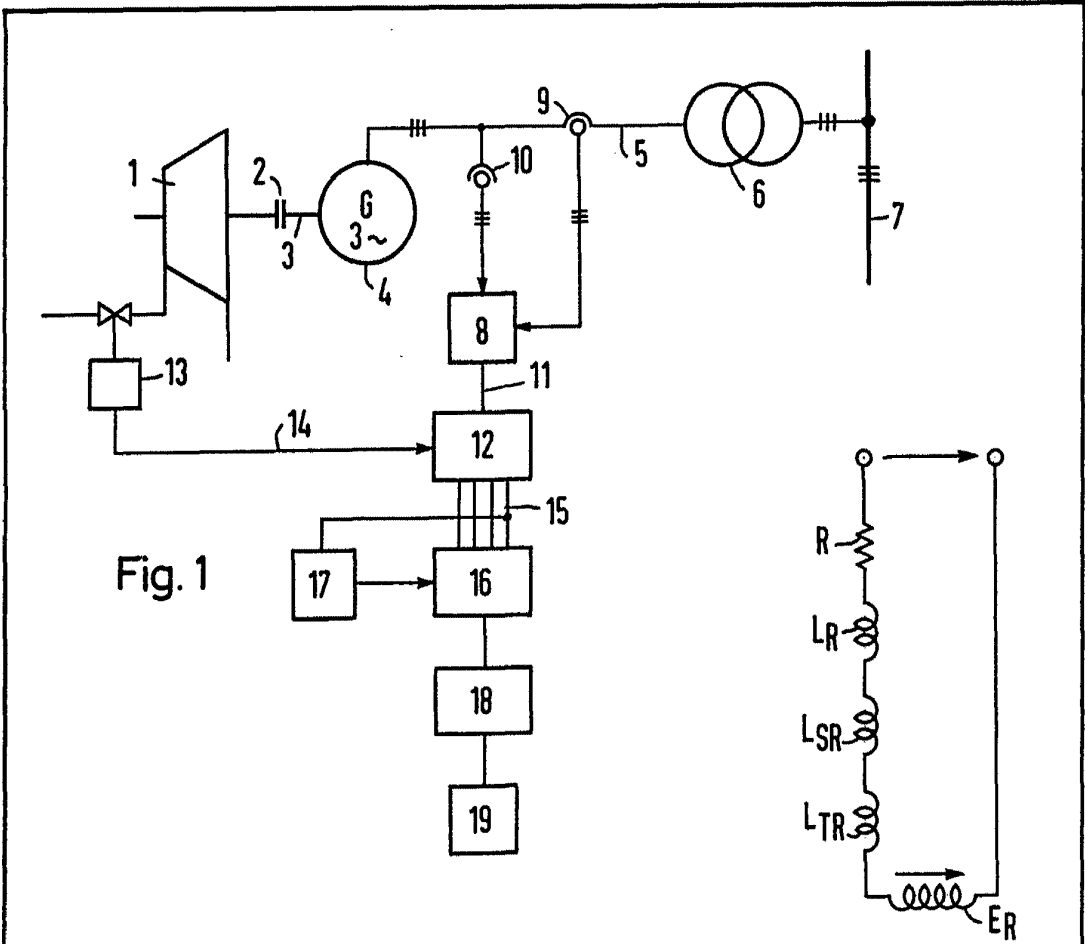


Fig. 1

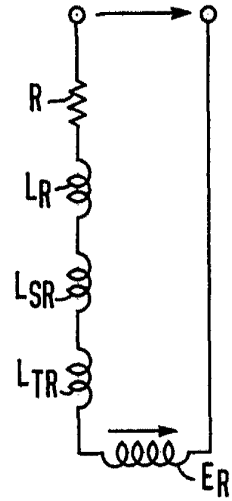


Fig. 2a

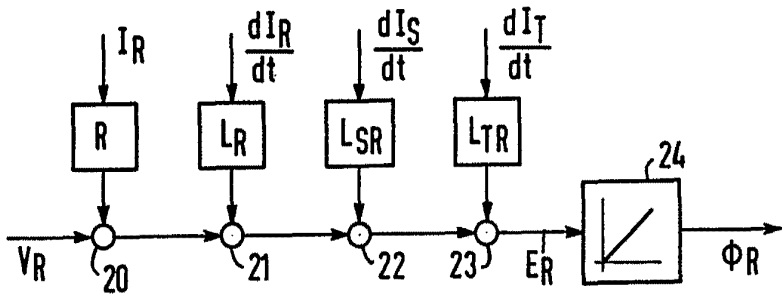


Fig. 2b

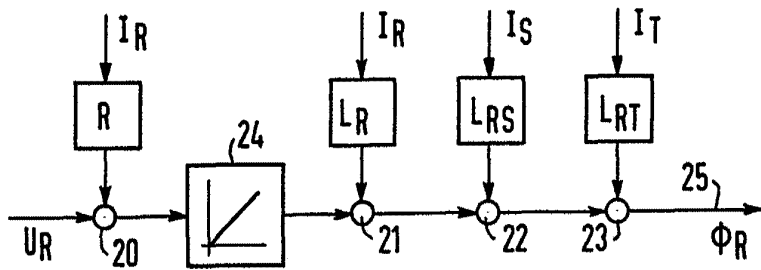


Fig. 3

**ESCALA
 VARIABLE**

Madrid
 S. COMERCIAL Y INDUSTRIAL
 de Electricidad y Control Automático

[Handwritten signature]

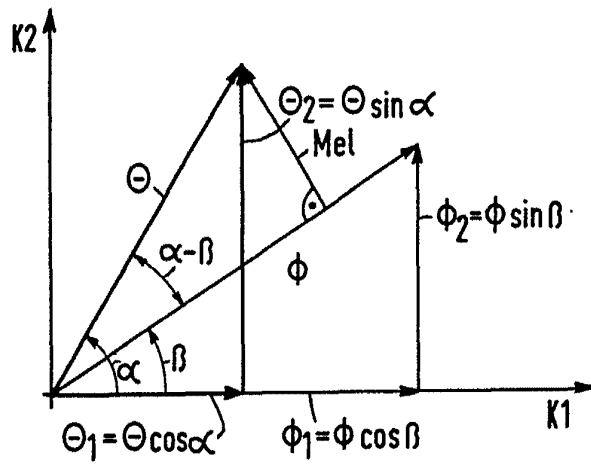


Fig. 4

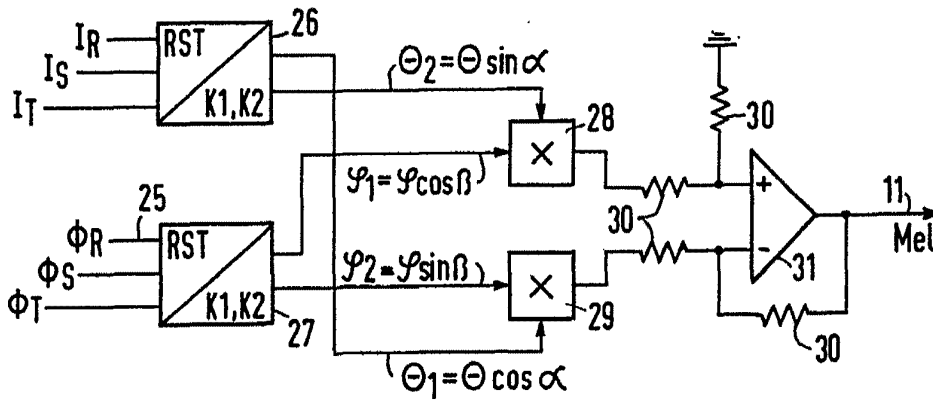


Fig. 5

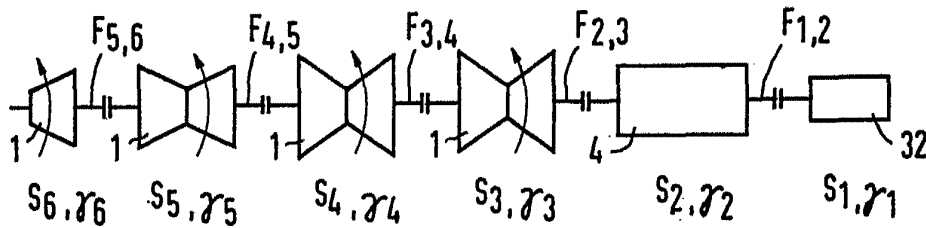


Fig. 7

ESCALA
VARIABLE

Madrid
I. Gómez Acosta y Cía.
C/ de Elencor L. Gascó Forastero

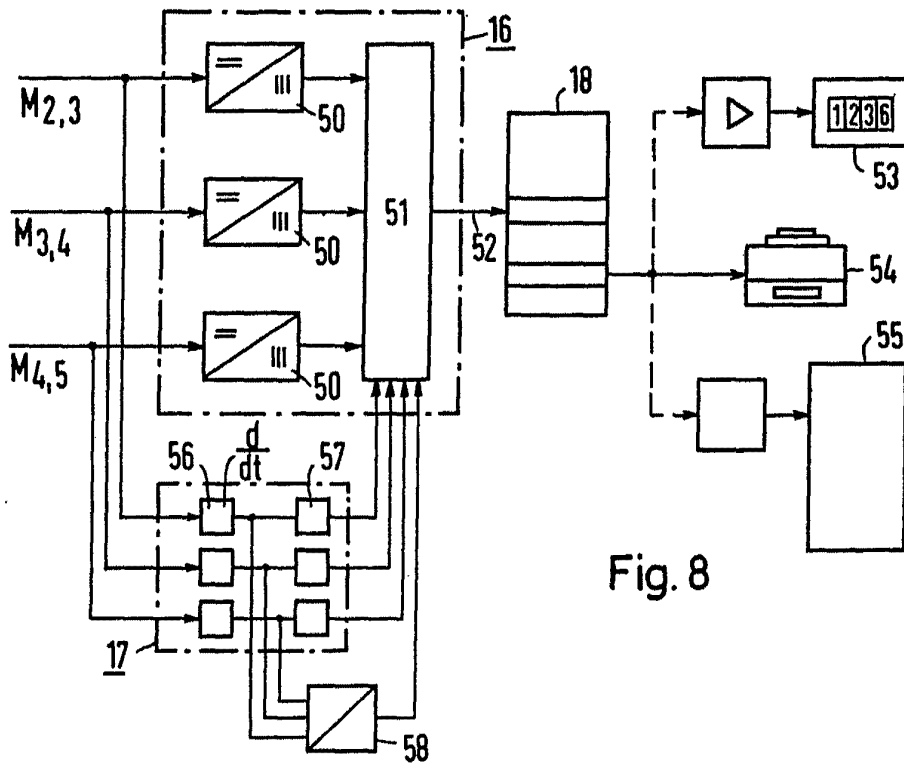


Fig. 8

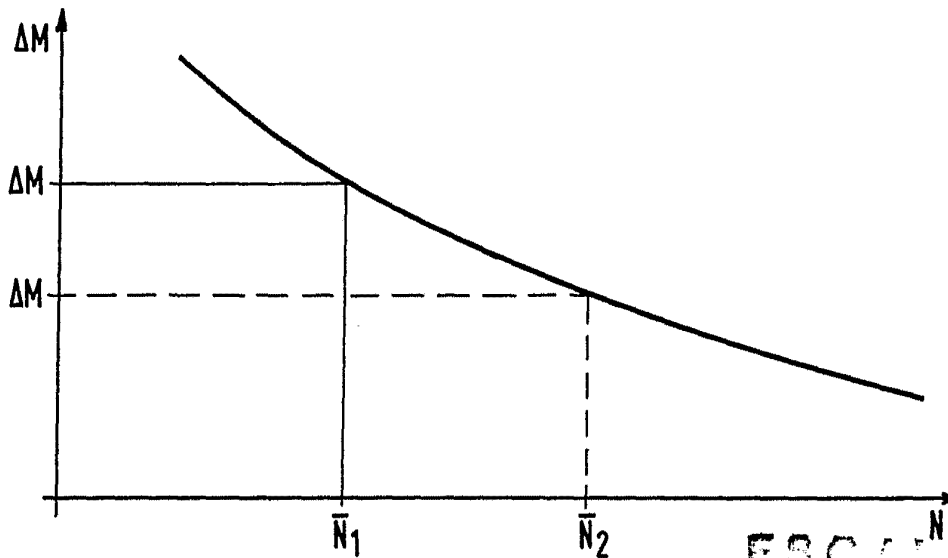


Fig. 9

ESCALA
VARIABLE
30 SEP 1970

Madrid
L. GOMEZ ACEBO Y ROVER
c/ p. Firmador L. Garcia Fernández

[Handwritten signature]