



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

(19) ES	(11) NUMERO 476.628/8	(10) AI
(21)	(23) FECHA DE PRESENTACION 5 de Enero de 1979	

PATENTE DE INVENCION

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO 867.572	(32) FECHA 6-1-1978	(33) PAIS Estados Unidos
(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL F01D	(63) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
(54) TITULO DE LA INVENCION METODO Y SU CORRESPONDIENTE APARATO DE CONTROL ELECTROHIDRAULICO PARA TURBINA DE VAPOR		
(71) SOLICITANTE (S) GENERAL ELECTRIC COMPANY		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE 1 River Road, SCHENECTADY, New York 12305, Estados Unidos		
(72) INVENTOR (ES) PAUL EDWARD MALONE, de nacionalidad estadounidense		
(73) TITULAR (ES)		
(74) REPRESENTANTE Don BERNARDO UNGRIA GOIBURU		

La presente invención se refiere a sistemas de control electrohidráulicos para el posicionamiento de válvulas de admisión de vapor en una turbina de vapor, y más particularmente a los cambios controlados por temperatura entre la modalidad de funcionamiento de una turbina de vapor con arco completo y la modalidad de funcionamiento con arco parcial.

Los principios de funcionamiento de las turbinas de vapor en la modalidad de arco completo y en la modalidad de arco parcial son bien conocidos. Una turbina de vapor típica de un turbogenerador de una central eléctrica incluye un cierto número de arcos de admisión de vapor separados alrededor del estator de la turbina y un cierto número de válvulas de control por medio de las cuales el vapor fluye en los arcos y a continuación en la turbina. Cuando se realiza la adaptación a la carga o al caudal mediante la abertura o el cierre simultáneo de todas las válvulas de control, se dice que la turbina está funcionando en la modalidad de arco completo. (En algunas turbinas, el funcionamiento en la modalidad de arco completo implica el reglaje en posición ampliamente abierta de todas las válvulas de control; efectuándose la adaptación a los cambios de carga mediante la abertura y el cierre de una válvula de cierre situada río arriba respecto a las válvulas de control y en serie con ellas. Por otra parte, cuando las válvulas de control se abren o se cierran de acuerdo con una secuencia prescrita para efectuar la adaptación a los cambios de carga o de caudal de la turbina, admitiendo así el vapor a diferentes caudales en diferentes partes de la circunferencia de la turbina, la turbina está funcionando en la modalidad de arco parcial. De manera general, el funcionamiento en la modalidad de arco parcial es conveniente en ciertas condi-

ciones constantes de carga parcial, puesto que pueden conseguirse menores pérdidas de estrangulamiento y mejores rendimientos térmicos que con el funcionamiento en la modalidad de arco completo, mientras que durante el arranque de la turbina es preferible la modalidad de arco completo puesto que permite que los incrementos de temperatura en la entrada de la turbina y en la primera etapa de la misma se produzcan de manera más uniforme alrededor de la circunferencia de la turbina, originando así fuerzas inferiores a las que resultan de la modalidad de arco parcial. La modalidad de arco completo puede también ser útil como condición de trabajo intermedia durante un importante incremento de carga programado entre dos modalidades de funcionamiento con arco parcial constante con el fin de limitar las fuerzas aplicadas a los componentes tales como el rotor o el estator de la turbina o para permitir mayores grados de carga.

Un cierto número de sistemas de control de válvulas de la técnica anterior incluyen unos medios para realizar el cambio entre estas modalidades para utilizar las ventajas respectivas de la modalidad de arco completo y de la modalidad de arco parcial, y en algunos sistemas conocidos se describen procedimientos para evitar los choques térmicos o la necesidad de ajustar el nivel de carga durante estos cambios, por ejemplo intentando mantener constante el caudal de vapor total durante el cambio. Por ejemplo, en la patente de los Estados Unidos, número 3.981.608 a nombre de Sato y socios, se describe un sistema de control electrohidráulico en el cual los cambios de la modalidad de arco completo con caudal constante a la modalidad de arco parcial se consiguen cerrando una primera válvula hasta su posición de arco parcial mientras se mantienen abiertas las demás válvulas en un grado que mantiene un caudal total constante

te, manteniendo a continuación constante la posición de la primera válvula mientras se repite la técnica con válvulas sucesivas hasta que todas las válvulas estén en disposiciones de arco parcial. La patente de los Estados Unidos, número 3.403.892 a nombre de Eggenberger y socios, cedida al concesionario de la presente invención y cuya descripción se incorpora aquí a título de referencia, describe un sistema electrohidráulico para controlar válvulas de vapor que da lugar a un cambio de modalidad, mientras intenta mantener sustancialmente constante el caudal de vapor de la turbina mediante el reglaje simultáneo de las ganancias y de las polarizaciones de los amplificadores electrohidráulicos que aseguran el posicionamiento de las válvulas. En las patentes de los Estados Unidos, números 3.637.319 y 3.740.588 a nombre de Stratton y socios, ambas cedidas al concesionario de la presente y cuyas descripciones se incorporan aquí también a título de referencia, se describe respectivamente un método y un aparato en el cual un generador de impulsos o circuito de conmutación de relación de tiempo se utiliza en lugar de los potenciómetros de la patente de los Estados Unidos, número 3.403.892 para cambiar las polarizaciones y ganancias del amplificador con el fin de conseguir un cambio de modalidad progresivo. Además, la patente de los Estados Unidos número 3.956.897 a nombre de Zitelli y socios, describe un sistema de control de cambio digital en el cual se efectúan cambios de modalidad progresivos aplicando impulsos modulados en frecuencia a un mecanismo de control de válvula.

Los sistemas mencionados más arriba pueden ayudar a evitar los choques térmicos en ciertos componentes de la turbina de vapor permitiendo la realización progresiva de los cambios de modalidad de funcionamiento de las válvulas y, pueden, manteniendo el caudal de vapor aproximadamente constante duran

te un cambio de modalidad, limitar el cambio total de temperatura asociado con un cambio. Sin embargo, ninguna de las patentes antedichas sugiere medios para controlar la velocidad de cambio de la temperatura de la turbina durante un cambio de modalidad, lo que permitiría controlar con más precisión las fuerzas aplicadas a la turbina e igualmente permitiría realizar cambios de carga y cambios de modalidad combinados o coordinados, y por tanto permitiría conseguir arranques y paradas más rápidos de la turbina sin rebasar niveles de fuerza convenientemente bajos.

Aunque se ha sugerido en una tesis presentada al Instituto Politécnico de Brooklyn en 1970 ("Control de Admisión de Turbinas de Vapor" por R. J. Dickenson) que el caudal de vapor puede mantenerse constante y es posible hacer que la temperatura de una primera etapa de turbina varíe linealmente durante un cambio de modalidad, el sistema propuesto aquí para realizar este cambio es complejo y no es práctico con circuitos analógicos en razón de las numerosas funciones de corrección no lineales que se necesitan.

Por tanto, un objeto general de la invención consiste en proporcionar un sistema de control electrohidráulico para turbina de vapor que permite realizar cambios de temperatura controlados entre dos modos de funcionamiento de las válvulas, así como un método para llevar a la práctica la invención.

La invención proporciona un sistema de control electrohidráulico y un método para cambiar el funcionamiento de las válvulas de control de una turbina de vapor desde la modalidad de arco completo hasta la modalidad de arco parcial de modo que durante un cambio el caudal de vapor permanezca sustancialmente constante y la temperatura de la primera etapa de la turbina va

5 ríe sustancialmente de manera lineal con un factor de referen-
cia de admisión característico de cada modalidad. En un modo
de realización preferido, el sistema se orienta hacia el con-
trol de las temperaturas y fuerzas a las cuales está sometida
10 la turbina e incluye generadores de señal de caudal de modali-
dad para producir una señal de arco completo, una señal de in-
versión, y una señal de arco parcial. Un circuito de relación
de tiempo para generar un multiplicador en respuesta a un fac-
tor de referencia de admisión; y unas unidades de posiciona-
15 miento de válvula de control que incluyen cada una un acondi-
cionador de señal para suministrar una señal de caudal combi-
nada que varía linealmente con el factor de referencia de ad-
misión y un generador de señal de elevación para proporcionar
señales de elevación de válvula para ambas modalidades de ar-
co completo y de arco parcial a partir de una sola aproxima-
ción lineal por secciones a la característica caudal de arco
completo-elevación.

20 La invención podrá entenderse más claramente leyendo
la siguiente descripción de un modo de realización preferi-
do de la misma, que se representa, a título de ejemplo, en
los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 es un diagrama simplificado de una uni-
25 dar turbogeneradora de vapor y de su sistema de control elec-
trohidráulico;

30 la figura 2 es un gráfico que representa la varia-
ción de las señales de modalidad para un grupo de cuatro vál-
vulas durante un cambio desde la modalidad de arco completo
hasta la modalidad de arco parcial de acuerdo con un sistema
de cambio de la técnica anterior, y la variación de acuerdo
con un sistema de realización preferido de la presente inven-

ción;

la figura 3 es un gráfico que representa la variación de temperatura de la primera etapa de la turbina durante un cambio de modalidad de arco completo a modalidad de arco parcial, tanto de acuerdo con un sistema de la técnica anterior, como de acuerdo con los principios de un modo de realización preferido de la presente invención;

5

la figura 4 es un diagrama de circuito de un generador de señal de caudal adecuado para ser utilizado con una válvula de control en un cambio de modalidad controlado por temperatura;

10

la figura 5 es un gráfico que representa, de acuerdo con un modo de realización preferido de la invención, las curvas de las señales de salida producidas por un generador de señal de caudal en respuesta a una señal de referencia de caudal; y

15

la figura 6 es un diagrama de circuito de una unidad de posicionamiento de válvula de control adecuada para ser utilizada con una válvula de control en un cambio de modalidad controlado por temperatura.

20

En un modo de realización preferido de la invención, el sistema de control electrohidráulico de turbina de vapor mejorado (EHC) permite controlar la temperatura de la turbina, y por tanto las fuerzas aplicadas a éste, en cualquier momento durante un cambio de modalidad tal como un cambio desde la modalidad de arco completo a la modalidad de arco parcial con un caudal de vapor total determinado. El sistema incluye una unidad de referencia de admisión para generar un factor de referencia de admisión cuyos valores caracterizan cada una modalidad de arco completo, una modalidad de arco parcial o una

25

30

modalidad intermedia, y para hacer variar también de manera progresiva el factor de referencia de admisión durante un cambio. Se ha previsto igualmente un circuito de relación de tiempo para generar, en respuesta a un factor de referencia de admisión, un multiplicador que se emplea para acondicionar un conjunto de señales de caudal para cada una de las válvulas de control de la turbina de vapor. Las señales de caudal que han de ser acondicionadas por el multiplicador, son producidas por generadores de señal de caudal del sistema EHC que responde a una señal de referencia de caudal indicativa del caudal de vapor total deseado y general un conjunto de señales de caudal de arco completo y de inversión (arco completo negativo). Un acondicionador de señal de caudal aplica al multiplicador a las señales de caudal de arco parcial y de inversión y combina el resultado con la señal de caudal de arco completo para producir una señal de caudal combinada por cada válvula que varía linealmente con el factor de referencia de admisión desde un valor de arco completo hasta un valor de arco parcial cuando se efectúa el cambio. Como resultado de ello, durante el cambio se mantiene constante el caudal total de vapor, la temperatura de la primera etapa de la turbina varía de manera sustancialmente lineal con el factor de referencia de admisión, y se controlan con precisión los niveles de las fuerzas aplicadas a la turbina.

La figura 1 representa un diagrama simplificado de una turbina de vapor típica 10 conectada para arrastrar una carga tal como un generador 12, y un modo de realización preferido del sistema de control electrohidráulico 13 de la presente invención. La turbina de vapor 10 que se representa a título ilustrativo como unidad de recalentamiento en tandem, pero cuya forma no tiene relación con la invención, se controla

principalmente por la admisión de vapor a través de una pluralidad de válvulas de control, tales como las válvulas 14, 15, 16 y 17 que están montadas en paralelo para suministrar vapor a la turbina de alta presión 22 a través de arcos de admisión separados (no representados) dispuestos alrededor de la circunferencia de entrada de la turbina de alta presión 22. Otras válvulas representadas en la figura 1 incluye, por lo menos, una válvula de cierre 24, la cual, en ciertos sistemas, puede utilizarse para controlar el caudal de vapor durante la modalidad de funcionamiento de arco completo y por lo menos una válvula de cierre de recalentamiento 26 y una válvula de intersección 28 utilizada para controlar el caudal de vapor a las turbinas de presión intermedia y de baja presión 30 y 32. Las válvulas de cierre 24 y 26 y las válvulas de intersección 28 no forman parte de la presente invención, y por tanto se ha omitido para mayor claridad sus unidades de posicionamiento y sus conexiones con las demás partes del sistema de control.

Como se ha indicado más arriba, las válvulas de control 14, 15, 16 y 17 suministran vapor a la turbina funcionando bien en la modalidad de arco completo en la cual todas las válvulas de control están abiertas o cerradas simultáneamente para permitir cambios de carga, o en la modalidad de arco parcial en la cual cada una de las válvulas se abre y se cierra en la secuencia predeterminada. El funcionamiento de las válvulas de control está determinado por el sistema de control 13 que incluye, además de las válvulas 14, 15, 16 y 17, una unidad de control de velocidad 34, una unidad de control de carga 36, y una unidad de transferencia de modalidad 38. La unidad de control de velocidad 34 y la unidad de control de carga 36 determinan, de una manera bien conocida en esta técnica, los

parámetros tales como velocidad real, carga real, y velocidad de cambio de la velocidad y de la carga de la turbina, y, comparando estos parámetros conjuntamente con valores de referencia deseados, calculan señales tales como una señal de referencia de caudal indicativa del caudal de vapor deseado y que en un modo de realización preferido de la presente invención, constituye la entrada a la unidad de cambio de modalidad 38. La unidad de cambio de modalidad 38, parte esencial de la invención, transforma la señal de referencia de caudal procedente de la unidad de control de carga 36 y proporciona señales de elevación a cada una de las válvulas 14, 15, 17 para realizar un cambio de modalidad controlado por temperatura o para mantener el funcionamiento en la modalidad deseada de arco completo o de arco parcial.

Antes de describir detalladamente la estructura y el funcionamiento de la unidad de cambio de modalidad 38, conviene exponer ciertos parámetros de modalidad y cambios típicos de modalidad. Para mayor conveniencia, cada modalidad de funcionamiento puede caracterizarse por un valor particular de un factor de referencia de admisión AR. En el resto de la descripción se especifica un AR de 1,0 para la modalidad de arco completo y un AR de 0 para la modalidad de arco parcial. Por tanto, un AR de 0,5 representa una modalidad de funcionamiento a mitad de camino entre arco parcial y arco completo.

Las figuras 2 y 3 ilustran cambios de modalidad entre funcionamiento de arco completo y de arco parcial con carga parcial de acuerdo tanto con un sistema de cambio típico de la técnica anterior utilizando polarizaciones y ganancias variables (curvas en líneas interrumpidas) como de acuerdo con un modo de realización preferido de la presente invención

(curvas en líneas continuas). La figura 2, que representa una curva de la señal de caudal de válvula en función del factor de referencia de admisión para una turbina de vapor dotada de cuatro válvulas de control, tales como las válvulas 14, 15, 5 16 y 17 de la figura 1, indica que durante el cambio efectuado de acuerdo con la técnica anterior, las válvulas 16 y 17 se dirigen inicialmente de manera equivocada hacia una posición más abierta (señal de caudal más alta) que la posición de caudal nulo o de arco parcial parcialmente cerrada y que 10 el caudal total no permanece constante, sino que aumenta en cierto grado durante por lo menos la parte inicial del cambio (observar la tendencia ascendente inicial de todas las curvas de líneas de puntos). Además, las válvulas 14, 15, 16 y 17 alcanzan sus valores de arco parcial de la señal de caudal a valores diferentes de AR, obteniendo en particular la 15 válvula 14 su señal de arco parcial con un AR de aproximadamente 0,55, inferior a la mitad del cambio medido por el factor de referencia de admisión. Las implicaciones de esta configuración de las señales de caudal de válvula se representan en la curva de líneas de puntos de la figura 3, la cual repre 20 senta el cambio de temperatura del estator de la primera etapa de alta presión de la turbina durante un cambio de modalidad, lo que indica que esencialmente la totalidad del cambio de la temperatura de la primera etapa de la turbina que acompaña el cambio de arco completo a arco parcial se produce entre 25 $AR = 0,55$ y $AR = 0$. Ya que las fuerzas aplicadas a la turbina son función de la velocidad de cambio de la temperatura, y puesto que un cambio de modalidad típico puede realizarse dentro de un intervalo de tiempo especificado, el cambio de 30 la técnica anterior utilizando polarizaciones y ganancias va-

riables, puede conducir a fuerzas anormalmente elevadas. Estos rápidos cambios de temperatura y estas fuerzas elevadas se producen incluso sin los medios convencionales, tales como bucles de realimentación de presión (no representados) desde la turbina de alta presión 22 (figura 1) hasta la unidad de control de carga 36 se utilizan para asegurar un caudal total constante durante el cambio. Además, las curvas de líneas de puntos de las figuras 2 y 3 tomarían una configuración considerablemente diferente para un cambio a una condición de carga parcial diferente, reflejando perfiles de caudal de válvula y de temperatura de turbina que no pueden preverse o controlarse fácilmente para los diferentes cambios de modalidad necesarios durante el funcionamiento de la turbina de vapor. Como resultado de ello, pueden desarrollarse fuerzas excesivas o incluso cíclicas en la turbina durante los cambios de modalidad de la técnica anterior.

Las curvas de líneas continuas de las figuras 2 y 3, que ilustran un cambio desde la modalidad de arco completo a la modalidad de arco parcial de acuerdo con un modo preferido de la presente invención, indican que cuando la señal de caudal de cada válvula varía linealmente con el factor de referencia de admisión desde su valor de arco completo hasta su valor de arco parcial (figura 2) manteniendo así constante el caudal de vapor total, entonces (figura 3), la temperatura varía aproximadamente de manera lineal con AR durante el cambio. La variación lineal de temperatura, que es independiente de la condición de carga parcial a la cual se efectúa el cambio, permite la determinación y por tanto el control de la velocidad de cambio de la temperatura de la primera etapa de la turbina mediante un control apreciado del factor de referencia de admi-

sión. Esto, a su vez, permite controlar las fuerzas aplicadas a la turbina y, si se coordina adecuadamente el factor de referencia de admisión con otros dispositivos de control de fuerza y con la unidad de control de carga 36, permite una
5 carga y una descarga más rápidas de la turbina con fuerzas más bajas.

Para conseguir los cambios lineales deseados en la señal de caudal con el factor de referencia de admisión, el sistema de control electrohidráulico 13 incluye la unidad de
10 cambio de modalidad 38, la cual en el modo de realización preferido de la invención que se representa en la figura 1, incluye los generadores de señal de caudal 46, 47, 48 y 49 y las unidades de posicionamiento de válvula de control 50, 51, 52 y 53 para cada una de las válvulas de control 14, 15, 16 y
15 17; un circuito de relación de tiempo 55 y una unidad de referencia de admisión 56.

En la figura 4, se representa un generador de señal de caudal típico de la unidad de cambio de modalidad 38, por ejemplo el generador de señal de caudal 46. El generador de
20 señal de caudal 46 recibe una señal de referencia de caudal a partir de la unidad de control de carga 36, y esta señal se conduce también a los generadores de señal de caudal 47, 48 y 49 y, en respuesta, el generador de señal 46 proporciona una señal de arco completo, una señal de inversión, y una señal
25 de caudal de arco parcial para controlar la unidad de posicionamiento de válvula 50. En la figura 5, se representa una curva de estas señales de salida en función de la señal de referencia de caudal FR.

El generador de señal de caudal 46 recibe la señal
30 de referencia de caudal en el terminal de entrada 58 y la trans

mite a la red de señal de inversión 60 y por la línea 62 al terminal de salida 64 para ser utilizada como señal PA de caudal de arco completo. Después de pasar a través de la resistencia de entrada 66 de la red de señal de inversión 60, la
5 señal de referencia de caudal se multiplica por -1 por medio del amplificador 68, asegurándose la magnitud de ganancia de 1,0 por una selección adecuada de la resistencia 70 y 66 y por el reglaje del potenciómetro 72. El diodo 74 proporciona un límite 0 de tal manera que la señal de inversión R transmitida al terminal de salida 76 y que se representa en función
10 a la señal de referencia de caudal en la figura 5, se anula para valores negativos de la señal de referencia de caudal FR y se iguala a $-FR$ para valores positivos de FR (los valores negativos de FR están asociados con el sobrerrecorrido de extremidad cerrada de las válvulas de control).
15

El generador de señal de caudal 46 incluye también una red amplificadora de arco parcial 78 para producir una señal de arco parcial en respuesta a la señal inversora aplicada al amplificador 80 por medio de la resistencia 82. Igualmente,
20 la entrada aplicada al amplificador 80 es una señal de polarización de cierre de válvula B+ aplicada al terminal 84 y ajustable por medio del potenciómetro 85, actuando la señal de polarización para establecer el punto de elevación de la válvula de control 14 (la señal de referencia de caudal FRL para la cual la válvula 14 empieza a abrirse), como se indica en
25 la curva de señal de caudal de arco parcial PA en función de la señal de referencia de caudal en la figura 5, en el caso de un modo de realización preferido de la invención. La naturaleza lineal por secciones de doble pendiente de la característica de señal de caudal de arco parcial que se representa, permi
30

te una mayor flexibilidad y una mayor precisión para mantener constantes el caudal de vapor en la velocidad de la turbina durante un cambio de modalidad, lo que asegura un control exacto de la temperatura de la primera etapa.

5 El amplificador 80 del amplificador de arco parcial 78 combina la señal inversora y la señal de polarización de cierre de válvula y, conjuntamente con la etapa de potencia 86, que puede estar constituida por un transistor, amplifica la señal resultante para producir una señal de caudal de arco
10 parcial. Con el fin de limitar la señal de caudal de arco parcial a valores incluidos en la gama de funcionamiento de la válvula de control 14, se han previsto el diodo 87, el potenciómetro de reglaje 88 y la resistencia 89, los cuales, en cooperación con un potencial negativo adecuado C- aplicado al terminal 90, establecen un límite inferior a la señal de caudal de
15 arco parcial. Un límite superior está fijado por el diodo 92, el potenciómetro de reglaje 94 y la resistencia 96 funcionando conjuntamente con el potencial positivo C+ aplicado al terminal 98.

20 Los reglajes de ganancia de la señal de caudal de arco parcial de la figura 5, se obtienen en un circuito de realimentación doble que incluye los potenciómetros de reglaje 100 y 102 y las resistencias 104 y 106. Para valores de señal de referencia de caudal superiores a FRL, es decir el punto donde la
25 válvula 14 empieza a abrirse, pero inferiores a FRB es decir el punto donde la pendiente de la característica de señal de arco parcial cambia, una señal de polarización positiva D+ aplicada al terminal 108 y transmitida a través del potenciómetro 110 y del diodo 112, impide que el diodo 114 conduzca la corriente, y por tanto se efectúa el reglaje de ganancia para la
30

señal de caudal de arco parcial por medio del potenciómetro de
reglaje 100. (En este régimen, la señal de polarización negati
va D- aplicada al terminal 116 y modificada por el potencióme
tro 118 y la resistencia 120 anula la contribución de una se
5 ñal de polarización positiva D+ en el punto 122). Para valores
de señal de referencia de caudal superiores a FRB, el diodo
114 conduce la corriente, y el reglaje de la ganancia se efectúa
por ambos potenciómetros 100 y 102.

Por tanto, la señal de caudal de arco parcial en el
10 terminal 123 es nula para los valores de señal de demanda de
caudal inferiores a FRL, en cuyo punto la válvula de control
asociada 14 empieza a abrirse, continuando abriéndose lineal
mente con la señal de referencia de caudal hasta la conducción
de caudal máximo de la válvula de control de acuerdo con una
15 relación de doble pendiente determinada a partir de las carac
terísticas de caudal de la válvula 14 (por ejemplo, curvas de
su caudal de arco completo y de arco parcial en función del
caudal de vapor total).

La figura 6 representa una unidad de posicionamiento
20 de válvula de control típica (CVPU) 50 que incluye el acondicio
nador de señal 124 dotado de terminales 126, 128 y 130 para re
cibir, respectivamente, la señal de caudal de arco completo,
la señal inversora y la señal de caudal de arco parcial proce
dentes del generador de señales de caudal 46, quedando entendi
25 do que unas unidades de posicionamiento similares están previs
tas también para cada una de las válvulas de control 15, 16 y
17. Se aplica igualmente al acondicionador de señal 124 por
el terminal 132, una señal de relación de tiempo procedente
del circuito de relación de tiempo 55. La señal de relación
30 de tiempo es un multiplicador electrónico generado en el cir

cuito de relación de tiempo 55 en respuesta a una señal procedente de la unidad de referencia de admisión 56. En un modo de realización preferido, el circuito de relación de tiempo 55 incluye un generador de impulsos que producen una serie de impulsos de anchura de ciclo o ciclo de trabajo variable progresivamente, tal y como se describe en la patente de los Estados Unidos, mencionada más arriba, número 3.740.588 a nombre de Stratton y socios. Sin embargo, pueden utilizarse otros medios de multiplicación electrónica.

El acondicionador de señal 124 incluye un dispositivo de conmutación bipolar 134 que incluye los conmutadores 136 y 138. Para el funcionamiento de arco completo, el factor de referencia de admisión AR se ajusta en 1,0 y la entrada de señal de relación de tiempo aplicada al dispositivo de conmutación 134 consiste en un impulso de ciclo de trabajo de 100%. Los conmutadores 136 y 138 se cierran y permanecen cerrados, derivando a masa la señal inversora y la señal de caudal de arco parcial a través de las resistencias 140 y 142, respectivamente. La señal de caudal combinada que se obtiene en la unión sumadora 144, incluye por tanto la señal de caudal de arco completo procedente del terminal 126, modificada por un dispositivo de impedancia apropiado, tal como la resistencia 146. Para el funcionamiento de arco parcial, el factor de referencia AR se ajusta en cero, y no están incluidos impulsos, (es decir que existen impulsos de anchura cero) en la entrada de señal de relación de tiempo aplicada al dispositivo de conmutación 134, y los interruptores 136 y 138 se abren y permanecen abiertos, transmitiendo así a la unión 144, además de la señal de caudal de arco completo a través de la resistencia 146, una señal acondicionada igual a la señal inversora y a la

señal de caudal de arco parcial sumadas proporcionalmente por las resistencias 140, 148, 142 y 150. Ya que la señal inversora es igual a $-FA$ para todos los valores positivos de la señal de caudal de arco completo FA , la señal de caudal combinada que existe en el terminal 144 para un AR de 0,0 y una elección apropiada de la resistencia, es la señal de caudal de arco parcial modificada por las resistencias 142 y 150.

Con los valores del factor de referencia de admisión incluidos entre 1,0 y 0, es decir durante un cambio de modalidad (y, en la discusión que sigue ignorando por motivos de sencillez las modificaciones de la señal impartida por las resistencias incluidas en el acondicionador de señal 124) la contribución a la señal de caudal combinada en 144 de la señal inversora R y de la señal de caudal de arco parcial PA será igual a $(R + PA)(1 - AR)$. Por tanto, para los valores positivos de la señal de caudal de arco completo, en los cuales $R = -FA$, la señal de caudal combinada es igual a $PA(1-AR) + FA(AR)$.

Además de proporcionar un medio para calcular una señal de caudal combinada 144, la unidad de posicionamiento de válvula de control 50 incluye también un generador de señal de elevación 154 que corrige la señal de caudal combinada respecto a la relación típicamente no lineal que existe entre el caudal de la válvula y la elevación de la válvula y proporciona una señal eléctrica de elevación de válvula en el terminal 156. Como es conocido, y como se describe por ejemplo en la patente de los Estados Unidos, número 3.403.892 a nombre de Eggenberger y socios mencionada más arriba, la señal eléctrica de elevación de válvula puede transformarse fácilmente en una elevación real o posición de válvula 14 por un dispositivo (no representado) situado en la unidad de posicionamiento de válvula

la de control 50, tal como un dispositivo accionado por fluido hidráulico conjuntamente con una válvula piloto, accionando a su vez el fluido hidráulico un pistón conectado con un disco móvil de la válvula de control 14.

5 Ya que la utilización de funciones separadas de señal de elevación para ambas modalidades de arco parcial y de arco completo podría resultar en un sistema de control extremadamente complejo, en un modo de realización preferido de la invención que se ilustra en el generador de señales de elevación 10 154 de la figura 6, una sola curva construida como aproximación lineal en secciones de tres pendientes a la característica de caudal-elevación de cada válvula de control que funciona en el modo de arco completo, se utiliza en cada generador de señal de elevación, tal como 154 para generar las señales eléctricas de elevación de válvula en ambas modalidades. 15 La utilización de la curva única construida a partir de una característica de caudal-elevación de arco completo al mismo tiempo para el funcionamiento de arco completo y, con un cambio de escala adecuado proporcionado por la reamplificadora de arco parcial 20 78 del generador de señal de caudal 46, para la modalidad de arco parcial y para la modalidad intermedia, permite no solamente obtener un sistema de control menos complejo que un doble conjunto de funciones, sino también mantener el caudal más constante durante una modalidad de transferencia de la utilización de una curva única construida a partir de una característica de caudal-elevación de arco parcial. 25 A su vez, esta mejor precisión del caudal permite obtener un control más exacto de la temperatura de la primera etapa y de las fuerzas aplicadas a la turbina.

30 El funcionamiento del sistema de control 13 puede

ser ilustrado por la siguiente descripción de un cambio de modalidad desde la modalidad de arco completo hasta la modalidad de arco parcial, quedando entendido que los cambios de modalidad desde arco parcial hasta arco completo y desde la modalidad intermedia hasta otra modalidad pueden también efectuarse fácilmente. En el comienzo del cambio, las válvulas de control 14, 15, 16 y 17 están funcionando en la modalidad de arco completo, admitiendo cada una de ellas una parte del caudal de vapor total en la entrada de la turbina. Por tanto, el factor de referencia de admisión AR en la unidad de referencia de admisión 56 es de 1,0 y la entrada de señal de referencia de admisión al circuito de relación de tiempo 55 está generando un multiplicador, el cual, en el acondicionador de señal 124, multiplica por cero la señal inversora y la señal de caudal de arco parcial, produciendo una señal de caudal combinada en 124 igual a la señal de arco completo y por tanto, una señal de elevación de válvula de arco completo a partir del generador de señal de elevación 154. Para realizar el cambio a la modalidad de arco parcial, se cambia AR desde 1,0 a 0 a una velocidad adecuada en la unidad de referencia de admisión 56. Se observará que AR y, por tanto, la señal de referencia de admisión pueden ser cambiados a diferentes velocidades en la unidad 56, por ejemplo por medio de un potenciómetro accionado manualmente o por motor (no representado) o, en variante, que la unidad de referencia de admisión 56 puede conectarse a una unidad adecuada de control de fuerzas y el factor de referencia de admisión puede ser alterado para mantener o reducir lo más posible los niveles de fuerza aplicados a la turbina.

La reducción controlada de AR desde 1,0 a 0 disminuye progresivamente la anchura de los impulsos de la señal de

relación de tiempo aplicada al acondicionador de señales 124, aumentando el multiplicador aplicado a la señal de caudal de arco parcial y a la señal inversora hasta que en $AR = 0,0$ se consiga un multiplicador de 1,0. La señal de caudal combinada en el punto 144 es entonces igual a la señal de caudal de arco parcial, y el generador de señal de elevación 150 produce una señal de elevación de válvula para el funcionamiento con modalidad de arco parcial. Durante el cambio de modalidad la señal de caudal combinada de cada una de las válvulas de control 14, 15, 16 y 17, que aparece en el terminal 144 varía linealmente con el factor de referencia de admisión desde la señal de modalidad de arco completo hasta la señal de caudal de arco parcial, según se ilustra por las líneas continuas en la figura 2. Esto mantiene constante el caudal de vapor en la turbina durante el cambio y da lugar a una variación sustancialmente lineal de la temperatura del estator de la primera etapa de la turbina con el factor de referencia de admisión AR. Ya que se controla la velocidad de cambio de AR, los cambios de temperatura y por tanto los niveles de fuerza se controlan también durante el cambio de modalidad.

Aunque se haya ilustrado y descrito lo que se considera como siendo un modo de realización preferido de la invención, se entiende que pueden efectuarse en ella varias otras modificaciones. Por ejemplo, es posible utilizar un número diferente de pendientes para generar la función de señal de caudal que se ilustra en la figura 5 o la función de señal de elevación que se representa en la figura 6.

1

TRADUCCION LEYENDAS DE LOS DIBUJOS

- FIG. 1 A - Unidad de Control de Velocidad
 B - Unidad de Control de Carga
 C - Unidad de Referencia de Admisión
5 D - Circuito de Relación de Tiempo
 E - H - Generador de Señal de Caudal

5

I - al Condensador

- FIG. 2 A - Válvula abierta
 B - Señal de Caudal de Válvula
10 C - Válvula Cerrada
 D - Arco Completo
 E - Factor de Referencia de Admisión, AR
 F - Arco Parcial

10

- FIG. 3 A - Fracción de Diferencia de Temperatura entre
15 el Arco Completo y el Arco Parcial
 B - Arco Completo
 C - Factor de Referencia de Admisión
 D - Arco Parcial

15

- FIG. 4 A - Puesto de Energía

20

- FIG. 5 A - Señal de Caudal de Generador de Salida
 B - Señal de Caudal de Arco Completo, PA
 C - Punto de Elevación
 D - Señal de Caudal de Arco Parcial, PA
 E - Límite Superior, PA
25 F - Límite Inferior, AP
 G - Señal de Referencia de Caudal, FR
 H - Señal de Retroceso

25

- FIG. 6 A - Señal de Elevación
 B - Señal de Caudal Combinada

30

1

REIVINDICACIONES

5

10

15

20

25

30

1. Método y su correspondiente aparato de control electrohidráulico para turbina de vapor, donde en dicho método se produce el cambio del funcionamiento de una pluralidad de válvulas de una turbina de vapor desde una primera modalidad a una segunda modalidad pudiendo estar caracterizadas dichas primera y segunda modalidades respectivamente por unos primero y segundo valores de un factor de admisión de referencia de tal manera que este caudal total de vapor permanezca sustancialmente constante y la temperatura del compartimiento de la primera etapa de la turbina varíe de manera sustancialmente lineal con el factor de referencia de admisión durante el cambio de modalidad, estando este método caracterizado porque incluye las operaciones que consisten en:

producir unas señales de primera y segunda modalidades y una señal de inversión;

generar un multiplicador en respuesta a dicho primer valor del factor de referencia de admisión;

aplicar dicho multiplicador a la señal de segunda modalidad y a dicha señal de inversión para formar una señal acondicionada;

generar una señal de elevación de válvula en respuesta a la suma de dicha señal acondicionada y dicha señal de primera modalidad; y

hacer variar dicho factor de referencia de admisión progresivamente desde dicho primer valor hasta dicho segundo valor, con lo cual se realiza dicho cambio de modalidad.

2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque dichas primera y segunda modalidades son respectivamente

1 te las modalidades de arco completo y de arco parcial de
funcionamiento de la turbina y dicha fase de generación de
la señal de elevación de válvula se realiza de acuerdo con
las características de dichas válvulas que funcionan en di--
5 cha primera modalidad.

3. Método según la reivindicación 1, caracteri-
zado porque dicho multiplicador se obtiene produciendo una
serie de impulsos cuya anchura varia progresivamente entre
0 y 10% del ciclo de trabajo.

10 4. Aparato para llevar a cabo el método según
las reivindicaciones 1 a 3 que incluye una pluralidad de
válvulas adaptadas para admitir vapor en los arcos de tobe-
ras de una turbina de vapor, pudiendo dicha turbina funcio-
nar en una primera modalidad y en una segunda modalidad,
15 caracterizado cada una por un factor de referencia de admi-
sión para efectuar un cambio entre dichas modalidades de
forma que el caudal de vapor en la turbina permanezca sus-
tancialmente constante y que la temperatura de una porción
predeterminada de la turbina varie de manera sustancialmen-
20 te lineal con dicho factor de referencia de admisión, in-
cluyendo dicho dispositivo de cambio de modalidad unos me-
dios para generar un factor de referencia de admisión y para
hacer variar dicho factor durante un cambio de modalidad,
un dispositivo de relación de tiempo para generar un multi-
25 plicador en respuesta a dicho factor de admisión; un gene-
rador de señal de caudal para producir unas señales de pri-
mera y segunda modalidades de caudal y una señal de inver-
sión; un acondicionador de señal adaptado para aplicar dicho
multiplicador a dicha señal de inversión y a dicha señal de
30 segunda modalidad y para formar una señal de caudal combina-

1 da que varía linealmente con dicho factor de referencia de
admisión entre dicha señal de primera modalidad de caudal y
dicha señal de segunda modalidad de caudal; y un generador
de señal de elevación para producir una señal de elevación
5 de válvula en respuesta a dicha señal de caudal combinada.

5. Aparato de control según la reivindicación
4, caracterizado porque dicho dispositivo de relación de
tiempo incluye un generador de impulsos para producir una
serie de impulsos cuya anchura es variable progresivamente
10 entre 0 y 100% del ciclo de trabajo.

6. Aparato de control según la reivindicación
4, caracterizado porque dicho sistema de control incluye una
unidad de control de carga para suministrar una señal de re-
ferencia de caudal a dicho generador de señal de caudal y
15 porque dicho generador de señal de caudal incluye una red
de ampliación de arco parcial adaptada para producir una
señal de caudal de arco parcial que varía con dicha señal
de referencia de caudal de acuerdo con una relación lineal
por secciones, de pendiente doble.

20 7. Apartado de control según la reivindicación
6, caracterizado porque dichas primera y segunda modalida-
des son respectivamente las modalidades de arco parcial y
de arco completo del funcionamiento de la turbina de vapor
y dicho dispositivo de cambio incluye un generador de señal
25 de caudal por cada una de dichas válvulas, incluyendo cada
generador de señal de caudal unos medios para aplicar una
señal de orientación a una red ampliadora de arco parcial
de modo que dichas válvulas actúen secuencialmente durante
la modalidad de funcionamiento con arco parcial.

30 8. Aparato de control según la reivindicación

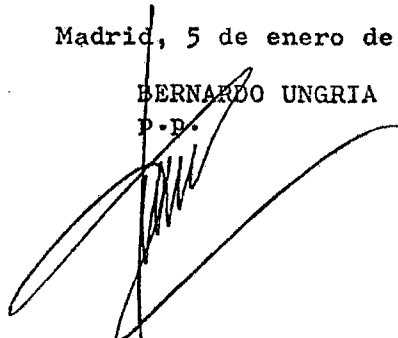
1 7, caracterizado porque dicho dispositivo de transferencia
incluye un primer generador de señal de elevación por cada
una de dichas válvulas y cada generador de señal de eleva-
ción presenta una curva construida como aproximación lineal
5 por secciones de pendiente doble a la característica de ele-
vación de caudal de su válvula asociado que funciona en la
modalidad de arco completo, estando adaptado dicho generador
de señal de elevación para producir señales de elevación de
válvula para las modalidades de arco completo, arco parcial
10 y modalidades intermedias.

9. Se reivindica por último com objeto sobre el
que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:
"METODO Y SU CORRESPONDIENTE APARATO DE CONTROL ELECTRO-
HIDRAULICO PARA TURBINA DE VAPOR".

15 Todo conforme queda descrito y reivindicado en
la presente memoria descriptiva que consta de veintiseis
páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 5 de enero de 1979

BERNARDO UNGRIA
P.D.



20

25

30

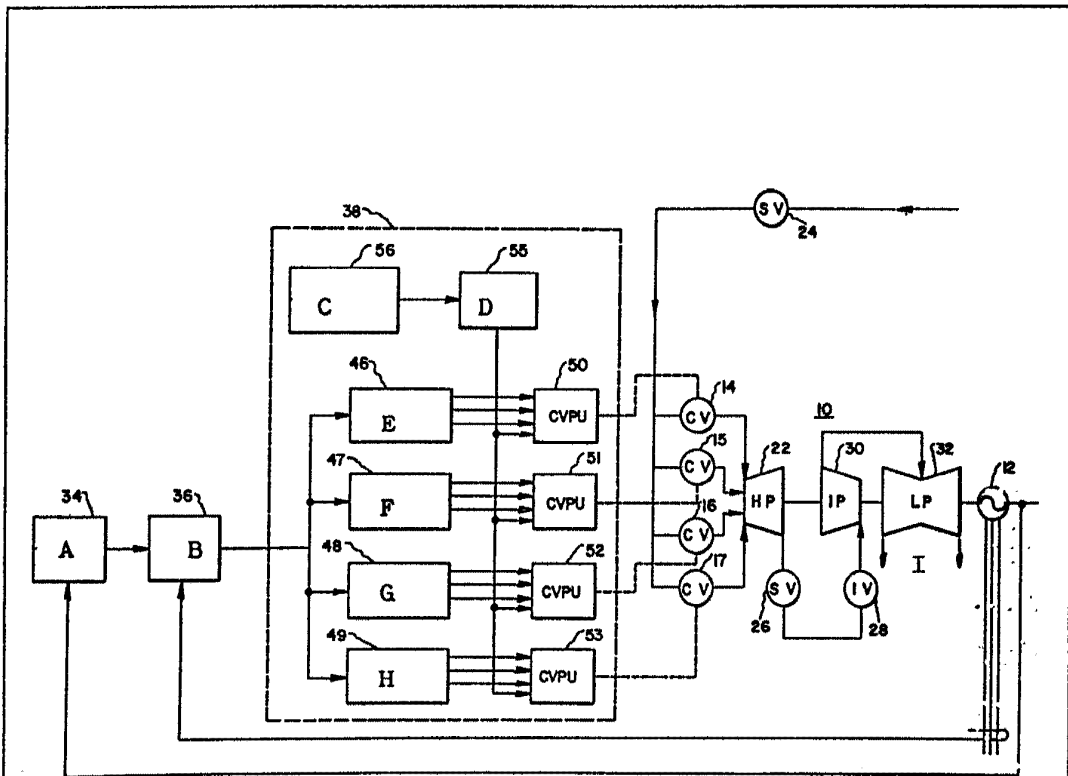
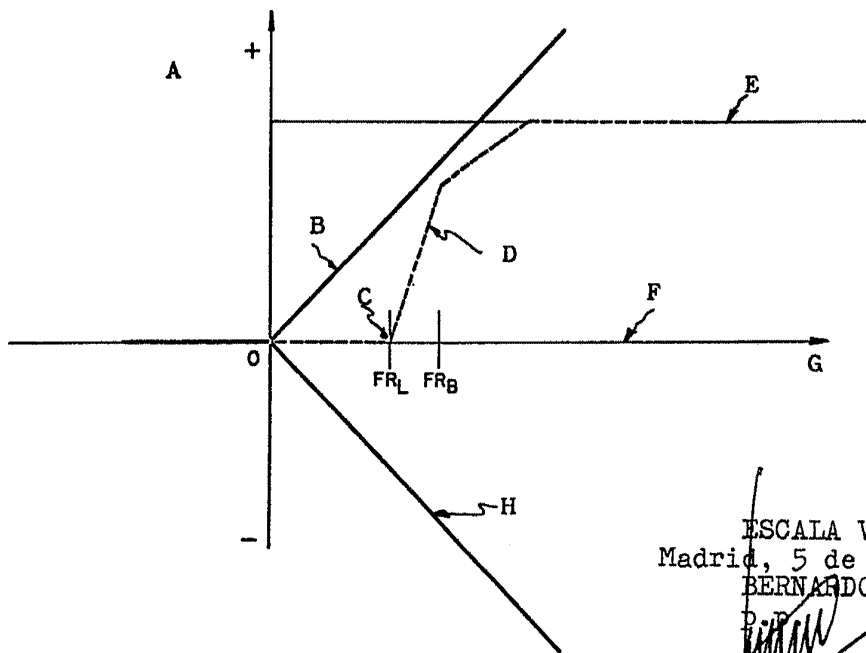


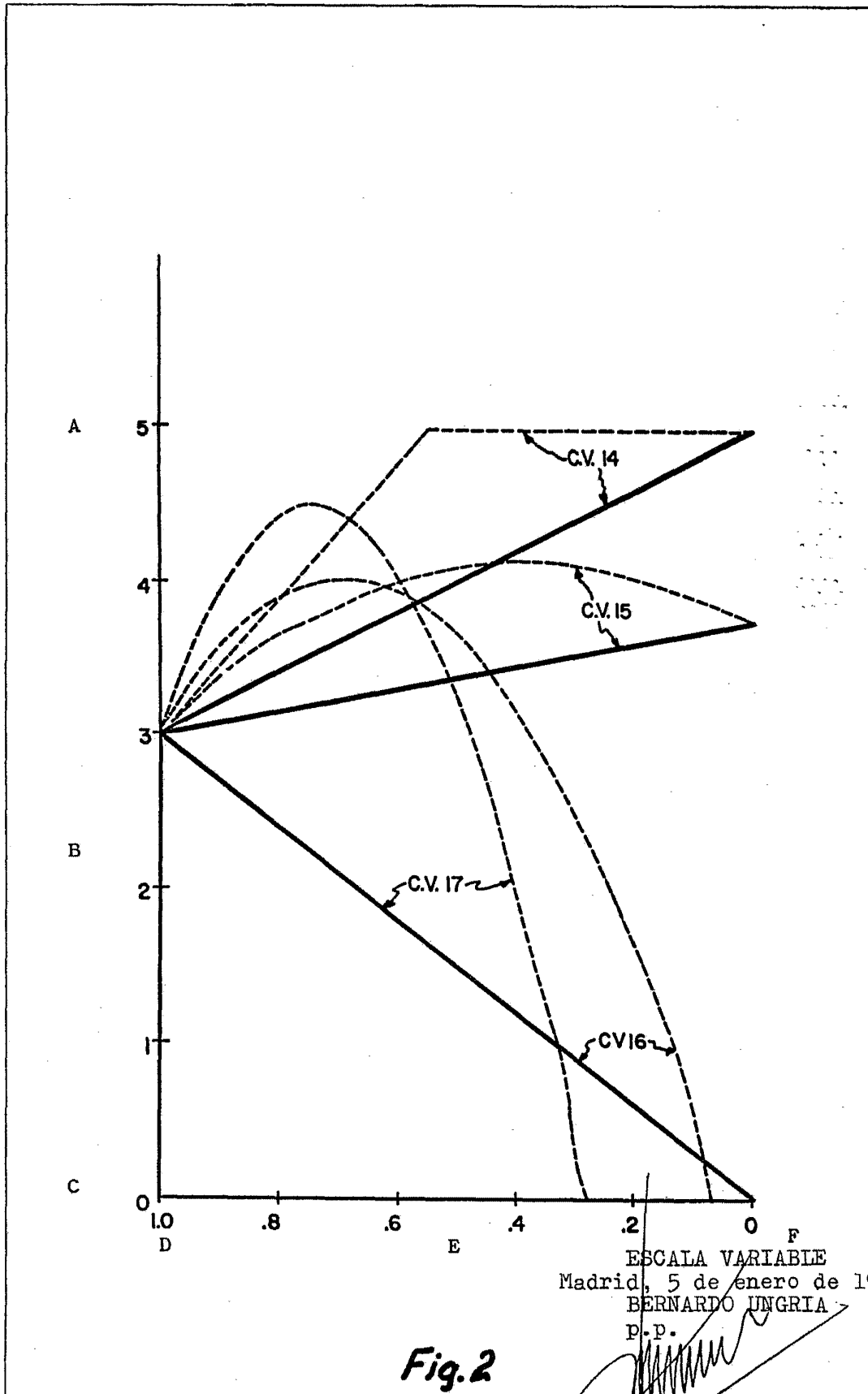
Fig.1

Fig.5



ESCALA VARIABLE
 Madrid, 5 de enero de 1979
 BERNARDO UNGRIA

[Handwritten signature]



ESCALA VARIABLE
Madrid, 5 de enero de 1979
BERNARDO UNGRIA
P.P.

Fig. 2

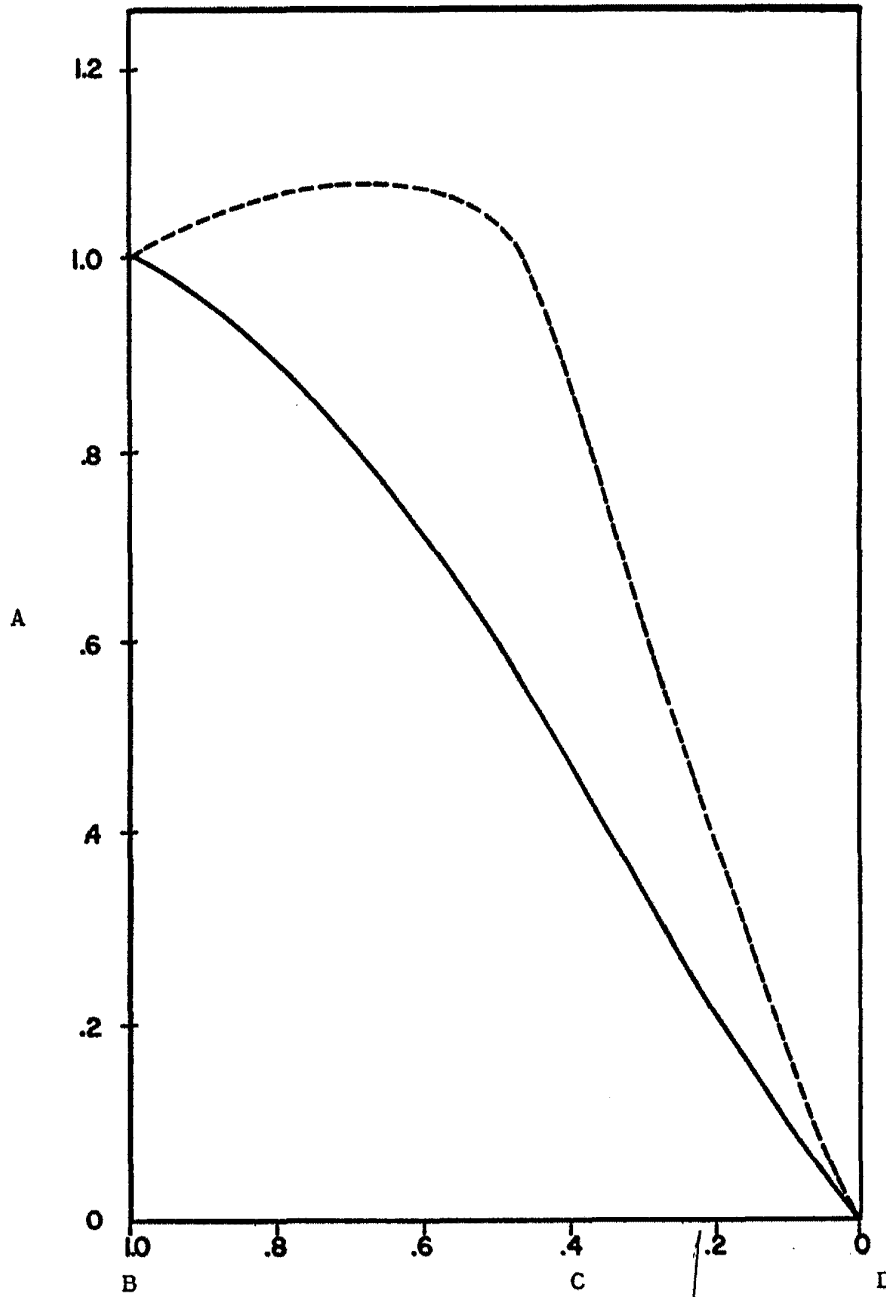


Fig.3

ESCALA VARIABLE
Madrid, 5 de enero de 1979
BERNARDO UNGRIA

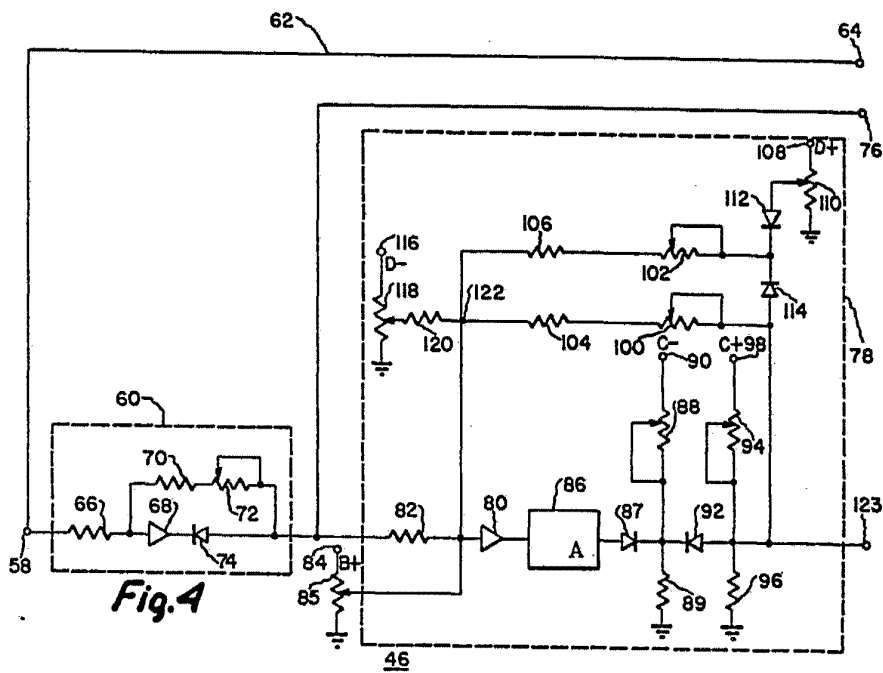


Fig. 4

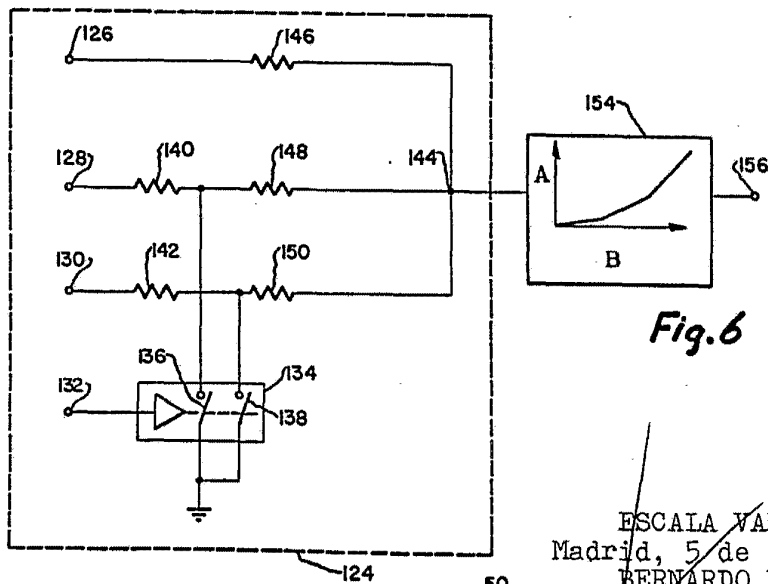


Fig. 6

ESCALA VARIABLE
 Madrid, 5 de enero de 1979
 BERNARDO UNGRIA