

11 E



349141

memoria descriptiva

CLASE DE REGISTRO	PATENTE DE INVENCION, por veinte años en España
NOMBRE Y NACIONALIDAD DEL SOLICITANTE	GENERAL ELECTRIC COMPANY - sociedad U S A -
RESIDENCIA Y DOMICILIO	New York, 10016 N.Y. (U S A) 159 Madison Avenue
<input type="checkbox"/> OBJETO	" DISPOSICION DE CONTROL DE TURBINAS DE VAPOR "
Prioridad:	Solicitud patente U S A.No. 608.858 del día 12 de Enero de 1967.
INVENTORES:	D. Markus Adrian Eggenberger, D. Peter Grover Ipsen, y D. Paul Henry Troutman; todos de nacionalidad norteamericana.

1 El invento se refiere en general a una disposición
de control de turbinas de vapor por sistema electro-hidráulico, del tipo en que amplificadores electro-hidráulicos
5 colocan en posición un número de válvulas de control, admitiendo vapor a la turbina en respuestas a señales eléctricas de colocación en posición de las válvulas, con el fin de controlar la velocidad o carga de la turbina. Más particularmente el invento se refiere a la transferencia de ida y vuelta entre el funcionamiento de "arco completo" y "arco parcial" en una turbina de vapor.

10 El control de arco parcial del flujo de vapor a la primera fase de una turbina de vapor se diseñó hace muchos años y se utiliza ampliamente porque tiene la ventaja de procurar una significativa mejora en el régimen de calor de la turbina a cargas parciales, en contraste con el control de arco total. Sin embargo, el uso de control de arco parcial dá por resultado más elevadas solicitaciones térmicas en la turbina bajo la mayoría de transientes de funcionamiento de los que existirían si se utilizase el control de arco completo. Esto se produce por dos razones principales. Primero, al poner en marcha una turbina con control de arco parcial, se admite vapor solamente a una porción de la circunferencia de la primera fase, con el resultado de que la porción de admisión de la turbina se calienta irregularmente y en grados, más que uniformemente. En segundo lugar, donde una turbina esté funcionando bajo carga, la variación de temperatura en la carcasa de la primera fase

15
20
25
30



1 para una variación dada de carga es apreciablemente mayor
con control de arco parcial, de lo que es con control de
arco completo.

5 Así, es obvio que la capacidad de transferir en
ida y vuelta, entre control de arco parcial y control de
arco completo, a cualquier carga procuraría la oportunidad
de reducir las solicitaciones termales sobre la turbina sin
ceder las ventajas de eficacia del control de arco parcial.

10 Por ejemplo, con tal disposición, sería de práctica normal
el arrancar y cargar bajo control de arco completo; después
cuando se alcance la carga deseada, se haría la transfe-
rencia al control de arco parcial a un régimen que daría por
resultado solicitaciones termales razonables. Para una

15 gran reducción de carga después de funcionamiento sostenido
con elevada carga, el control se conmutaría a la modalidad
de pleno arco según se fuera reduciendo la carga, con el
fin de reducir al mínimo la variación en la temperatura de
la carcasa de la primera fase. Para casos, en que la tur-

20 bina haya estado funcionando durante algún tiempo con carga
ligera, con control de arco parcial y cuando se proyecte
un gran incremento de carga, se hará una transferencia a

control de arco completo con bastante anticipación al tiem-
po del incremento de carga con el fin de conseguir una por-
25 ción del incremento de temperatura de la primera fase; des-
pués el cambio de temperatura asociado con la variación de
carga sería menor y podría hacerse más rápidamente sin ex-
ceder de solicitaciones termales tolerables.

Existen en la técnica anterior varios sistemas de control que procuran medios para reducir las solicitudes termales en turbinas de vapor, mientras se retiene todavía la ventaja de eficacia del control de arco parcial.

Un objeto del invento es procurar una disposición mejorada de control electro-hidráulico para operar, bien sea con control de arco completo o bien con control de arco parcial y realizando la transferencia entre ambos a cualquier carga con solamente variación menor de carga.

RESUMEN DEL INVENTO.

Resumiendo, el invento comprende un control electro-hidráulico para un número de válvulas de control de turbina de vapor, que ajusta simultáneamente la amplificación y el voltaje eléctrico de rejilla para servos individuales de válvula, mientras se hace la transferencia.

DESCRIPCION DEL DIBUJO.

El invento, tanto en lo que respecta a la organización, como al método de la puesta en práctica, junto con ulteriores objetos y ventajas del mismo puede entenderse mejor haciendo referencia a la siguiente descripción tomada en conexión con el dibujo adjunto, en que:

La fig. 1 es una vista esquemática simplificada de un turbina de vapor recalentado y de su sistema de control electro-hidráulico,

la fig. 2 es una vista esquemática simplificada de un amplificador electro-hidráulico, adecuado para cada una de las válvulas de control de la turbina,

las figs. 3 y 4 son diagramas parciales de circuitos



1 to de los dispositivos de ajuste de amplificación y tensión
de rejilla durante el arco completo y el arco parcial res-
pectivamente, y

5 la fig. 5 es una serie de gráficos simplificados
que ocupan relaciones lineales durante la transferencia e
ilustrando el principio del invento.

En los dibujos, las letras mayúsculas tienen el
siguiente significado: A = referencia de aceleración;
10 B = referencia de velocidad; C = régimen de carga; D =
demodulador; E = referencia de carga; F. A. = arco comple-
to; G = generador; H. P = alta presión; I. P. = presión in-
termedia; J = vapor; K;= al condensador; L. P. = baja pre-
sión; M = carga; N = velocidad; O = ajuste de amplifica-
15 ción; P. A. = arco parcial; Q = amplificación; R = señal
de colocación de válvula; S = hacia abierto; T = señal de
colocación de válvula; U = amplificación completa; V =
válvula; V. S. = señal de válvula; X = posición de la vál-
vula; Y = a medio camino a través de transferencia y Z =
20 tensión de rejilla.

DESCRIPCION DE LA EJECUCION PREFERIDA

Haciendo referencia primero a la fig. 1 del dibu-
jo, un generador de turbina de vapor recalentado en tándem
se controla principalmente admitiendo vapor a través de las
25 válvulas de control 1, 2, 3 y 4. Estas válvulas están gene-
ralmente situadas en o cerca de la carcasa 5 de la turbina
de alta presión, con el fin de dirigir vapor a los arcos de
toberas espaciados circunferencialmente (no mostrados) den-
tro de la turbina.



1: CN

1

También existen válvulas adicionales que controlan el flujo de vapor, que no son material del presente invento, tales como una o varias válvulas de "retención" 6, 7 (que son válvulas del tipo "desconectado-conectado") y válvulas de intercepción 8, que ejecutan una función estranguladora sobre el vapor recalentado. Las válvulas son todas accionadas por amplificadores 9 electro-hidráulicos en respuesta a señales eléctricas colocadoras de válvulas de la unidad 10 de control de carga y desde la unidad 11 de control de velocidad.

5

10

15

20

La manera, en que se obtiene la señal colocadora de válvula de control tampoco es análogamente materia del presente invento, pero aquí existe un voltaje de corriente continua, que es proporcional a una posición deseada de la válvula de turbina de vapor desde la posición cerrada a la abierta. Una señal común colocadora de válvula se usa para colocar las válvulas de control 1 - 4. La unidad 10 de control de carga y la unidad 11 de control de velocidad suministran la señal colocadora de válvula midiendo cantidades, tales como velocidad efectiva, carga efectiva, régimen activo de variación de velocidad, régimen efectivo de variación de carga y comparándoles con los deseados valores de referencia establecidos con los mandos indicados en la figura 1.

25

30

Haciendo ahora referencia a la figura 2 del dibujo, un adecuado amplificador electrohidráulico 9 para colocar en posición una válvula de vapor, se ilustra dentro de las líneas punteadas. Cada válvula, tal como la 1, incluye un disco móvil 12 de válvula colocado en posición por un



1 pistón 13, en respuesta a movimientos de una válvula 14 de
piloto, equilibrada por fuerza, que controla el flujo de
aceite de alta presión. Los extremos opuestos de la válvu-
5 la piloto 14 actúan como pistones con presiones sobre ellos,
determinadas por la posición de un chorro 15 pivotable. El
chorro es pivotado por la bobina 16 de par de fuerzas rota-
tivas, que actúa en conjunción con el imán permanente 17 y
se procura una fuerza de recuperación por el muelle 18. La
10 corriente para la bobina 16 de par de fuerzas de rotación
se procura por un amplificador de corriente convencional 19
en respuesta a la salida de voltaje de un amplificador 20
convencional de corriente continua de alta amplificación.
Una impedancia 21 de alimentación de retorno se muestra co-
15 mo un resistor, pero que podría ser una red de corriente
trifásica para procurar la deseada función de transferencia
para amplificador electro-hidráulico total, está conectada
a la entrada del amplificador funcional 20. Impedancias
22, 23 de entrada convencionales también están conectadas
20 al extremo de entrada del amplificador funcional 20.

Con el fin de procurar un control de colocación
de válvula cerrada, se mide la posición efectiva de la vál-
vula por medio de un núcleo móvil dentro de un transforma-
dor 24 diferencial variable lineal, con adecuada fuente de
25 excitación (no mostrada) con el fin de procurar una señal
de alimentación de retorno. Esta señal es demodulada y con-
vertida a voltaje de corriente continua en 25, y si se de-
sea puede usarse un adecuado generador de función 26 para
compensar las variaciones no lineales del flujo de vapor



1 con posición de válvula. Esta señal de alimentación de re-
torno de posición de válvula también es conectada a la unión
sumadora del amplificador 20 a través de la impedancia 27
5 de alimentación de retorno.

Las conexiones en la ejecución mostradas son tales
que, un voltaje positivo de corriente continua, aplicado al
extremo de entrada de la impedancia 22 (ó 23) representa una
posición deseada correspondiente del disco de válvula 26.

10 Sin un generador 26 de función la posición sería proporcio-
nal a la señal de colocación en posición de válvula de co-
rriente continua. Con el generador 26 de función el flujo
de vapor, a través de la válvula, más que respecto a la po-
sición de la válvula, será sustancialmente proporcional al
15 voltaje. Sin embargo, este refinamiento será ignorado en
el resto de la discusión con el fin de simplificar la des-
cripción.

Un resistor variable 24 sirve para ajustar la sim
plificación en posición de la válvula en un terminal de ad-
20 misión 25. Se usa para procurar una tensión de rejilla, es
decir una señal de cierre de válvula una fuente 26 de volta-
je ajustable de corriente continua de polaridad opuesta a
la señal de apertura de válvula, que tiene que ser vencida
por la señal de colocación en posición de la válvula en 25,
25 antes de que comience a abrirse la válvula. El ajuste de
amplificación depende del efecto incremental de la señal de
colocación de válvula sobre la misma, es decir la variación
requerida en el voltaje de colocación de válvula para produ-
cir una carrera completa de válvula, mientras que la solici-



1: E

1 tación afecta a la magnitud absoluta del voltaje colocador
de válvula, que comenzará a abrir la válvula.

5 Haciendo referencia a las figs. 3 y 4 de los dibu-
jos, que son iguales, excepto las diferentes posiciones del
ajuste de amplificación y tensión de rejilla para arco com-
pleto y arco parcial, primeramente se muestran las válvulas
de control 1, 2, 3 y 4 en posición parcialmente abierta en
la figura 3, entendiéndose que cada una de estas válvulas
10 controla el flujo de vapor a un arco de tobera separado.
Las válvulas se muestran accionadas por amplificadores elec-
tro-hidráulicos 9, que son los mismos que las porciones 9
encerradas dentro de las líneas punteadas en la figura 2.

15 Una señal común de colocación de válvula, impuesta
sobre el conductor de admisión 30 de acuerdo con los dicta-
dos de la unidad de control de carga, se suministra a cada
amplificador electro-hidráulico 9 a través de los resistores
31, 32, 33 y 34 de "ajuste de amplificación". La fig. 3
20 muestra los brazos de los resistores 31 - 34 en la posición
de amplificación baja (puesto que un incremento en la impe-
dancia de admisión a un amplificador operacional disminuirá
la amplificación).

25 Se aplica una fuente adecuada de voltaje negativo
a cuatro potenciómetros ajustables "seleccionadores de ten-
sión de rejilla" 35, 36, 37, 38 que se ajusten para aplicar
progresivamente más voltajes negativos a los extremos de los
divisores ajustables de voltaje 39, 40, 41, 42 para las vál-
vulas 1 - 4 respectivamente. El divisor de voltaje 39 para



1
5
10
15
20
25
30

la válvula 1 está conectado en el otro extremo a una adecuada fuente de voltaje positivo a través del resistor 43, y un ajuste 44 de destornillador sirve así para poner en cero el punto de referencia para la válvula 1. Los restantes divisores de voltaje 40 - 42 están puestos a tierra, como se ha indicado, o están conectados de otro modo a un nivel de voltaje de referencia común.

De acuerdo con el presente invento, los brazos móviles de los resistores ajustadores de amplificación 31, 32, 33, 34 y los brazos móviles de los divisores de voltaje ajustadores de tensión de rejilla 40, 41, 42 están todos engranados para moverse como una unidad para ajustar simultáneamente la amplificación y la tensión de rejilla sobre las válvulas individuales, incrementándose la amplificación cuando se aplican las respectivas tensiones de rejilla. Esta interconexión engranada de los dispositivos ajustadores de amplificación y de tensión de rejilla se indica por las líneas punteadas 45, que conectan las derivaciones a un botón selector 46.

En la figura 3, donde se muestra el botón selector 46 en la posición de arco completo, los resistores de amplificación 31 - 34 están en la posición de amplificación baja, y los divisores de voltaje de tensión de rejilla 39 - 42 están todos en la posición cero o en la de tensión de rejilla común. En la figura 4, donde el botón selector 46 se muestra en posición de arco parcial, los resistores de amplificación 31 - 34 están en la posición de amplificación alta,



1 y los voltajes de plena tensión de rejilla, desde los divi-
sores de voltaje 40 - 42, se aplican a los amplificadores 9.
Esto, naturalmente, hace innecesario variar el ajuste del
5 divisor de voltaje 39, puesto que la válvula 1 está sin so-
licitar, bien sea en arco completo o en arco parcial.

Las posiciones de válvula han sido mostradas en
las figs. 3 y 4, como aparecerían aproximadamente a $1/4$ de
carga. En la figura 3 las válvulas están todas abiertas
10 por el mismo importe para producir aproximadamente $1/4$ de
flujo de vapor, mientras que, cuando el botón 46 es coloca-
do en la posición de la figura 4, las válvulas 2, 3 y 4 se
cerrarán cuando se apliquen sus respectivas tensiones de
rejilla, mientras que la válvula 1 se abrirá debido al au-
15 mento de amplificación.

Por lo tanto, es innecesario reajustar la carga
requerida o la señal de colocación de válvula después de
haberse hecho la transferencia. La carga es sustancialmen-
te la misma antes y después de la transferencia y varía
20 poco durante la transferencia.

La operación del invento puede observarse revisan-
do los gráficos en la figura 5, que están algo idealizados
con el fin de simplificar la explicación. Los gráficos
muestran un sistema de cuatro válvulas y suponen variacio-
25 nes lineales de posición de válvula con señal de válvula.
En la columna de la izquierda se muestran las característi-
cas para las válvulas 1, 2, 3, 4 indicando que cada válvula
se abrirá en secuencia cuando la señal de colocación de vál-
vula (abscisa) es aumentada progresivamente de izquierda a
30 derecha.



1 La columna de la derecha indica funcionamiento de
arco completo, en lo que se observará que, puesto que existe
una señal común de tensión de rejilla (puesta a tierra) to-
5 das las válvulas se abrirán simultáneamente, pero $1/4$ de lo
que hicieron anteriormente a causa de la amplificación redu-
cida.

10 La columna central supone regímenes lineales de
reducción, tanto de la amplificación, como de la tensión de
rejilla y muestra la situación a medio camino de la transfe-
rencia. Se observará que la amplificación en arco completo
es reducida por un factor igual al recíproco del número de
válvulas.

15 Tomando por ejemplo una transferencia desde arco
parcial al arco completo al 50% de carga, en la columna de
la izquierda a 50% de carga, las válvulas 1 y 2 están amplia-
mente abiertas y las válvulas 3 y 4, cerradas. A medio ca-
mino a través de la transferencia, la válvula 1 estaría to-
20 davía ampliamente abierta; la válvula 2 se hubiera cerrado
a $3/4$ de la posición abierta; la válvula 3 se hubiera abier-
to a la posición $1/2$ abierta y la válvula 4 se hubiera abier-
to a la posición $1/4$ abierta.

25 Al final de la transferencia todas las válvulas
estarían en la posición $1/2$ abiertas. Si se despreciasen
las faltas de linealidad, el flujo de vapor permanecería
constante y la carga constante a través de la transferencia.
Ocurren variaciones debidas a pérdidas de estrangulación y
otras variables. Estas pueden compensarse en un sistema
particular, sin embargo, empleando resistores enrollados es

11



1

pecialmente para el resistor de amplificación y elementos
 divisores de voltaje de tensión de rejilla de las figs. 3
 y 4, o en algunos casos procurando derivaciones de voltaje
 fijado para introducir discontinuidades, donde se necesite.
 5 Todos estos ajustes dependen del sistema particular en cues-
 tión y resultarán aparentes para los expertos en la materia.

5

Son posibles otras variaciones, que incluyen dis-
 posiciones de circuito más complicadas produciendo una va-
 riación más lineal que la amplificación con el movimiento
 10 de la corredera. Sin embargo, la variación hiperbólica
 procurada por la disposición mostrada es perfectamente se-
 tisfactoria.

10

Así, se han descrito medios para transferir sua-
 vemente entre arco completo y arco parcial a cualquier car-
 15 ga deseada sin sustancial variación de carga, haciendo gi-
 rar meramente el botón selector para mover las derivaciones
 de resistencia ajustable engranadas. La transferencia pue-
 de realizarse a cualquier régimen deseado por el operador.
 20 Durante la transferencia algunas de las válvulas estarán
 cerrándose y algunas de las válvulas estarán abriéndose.
 Sin embargo, por el presente invento, el movimiento está
 coordinado de modo que se mantengan a un mínimo los tras-
 tornos para la turbina.

20

25

N O T A.-
 = = = = =

La presente patente de invención, comprende las
 siguientes reivindicaciones:

1.- Disposición de control de turbinas de vapor
 30 teniendo una pluralidad de válvulas conectadas a una fuente

30



1 de vapor y cada una suministrando vapor a un arco de toberas,
circunferencialmente espaciadas dentro de la carcasa de la
turbina, estando colocadas en posición dichas válvulas por
amplificadores electro-hidráulicos individuales, en respues
5 ta a una señal eléctrica común de colocación, en posición
de las válvulas, caracterizada por la combinación de prime-
ros medios para variar las respectivas amplificaciones de
dichos amplificadores electro-hidráulicos, segundos medios
para suministrar señales de tensión de rejilla a dichos am-
10 plificadores electro-hidráulicos y medios de transferencia
dispuestos para variar simultáneamente las amplificaciones
y las tensiones de rejilla de los primeros y segundos medios.

15 2.- Disposición según la reivindicación 1, carac-
terizada porque dicho primer medio comprende una resisten-
cia variable, conectada en relación de circuito con la en-
trada de cada uno de dichos amplificadores electro-hidráulicos,
porque dicho segundo medio comprende un divisor de vol-
taje ajustable a una fuente de tensión de rejilla ajustable,
eficaz para impedir la apertura de la válvula, conectada
20 conjuntamente en relación de circuito con cada uno de dichos
amplificadores, y porque dicho medio de transferencia com-
prende un accionador común, conectado a los brazos desliza-
ntes de dichas resistencias y divisores de voltaje.

25 3.- Disposición según las reivindicaciones 1 ó 2,
caracterizada porque dicho medio de transferencia está dis-
puesto para reducir las señales de tensión de rejilla sumi-
nistradas por dicho segundo medio a un nivel común, por lo
que dichas válvulas funcionarán en paralelo, y porque el
30 medio de transferencia también está dispuesto para reducir



1 simultáneamente igual al del número de dichas válvulas.

4.- Disposición según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizadas porque dicho medio de transferencia está dispuesto para accionar dicho segundo medio para suministrar
5 un voltaje de tensión de rejilla seleccionado diferente para cada uno de dichos amplificadores electro-hidráulicos y porque dicho medio de transferencia aumenta la amplificación, de modo que dichas válvulas funcionarán en secuencia.

5.- Disposición según las reivindicaciones precedentes, caracterizada por la combinación de medios que suministran una señal común eléctrica de corriente continua de colocación en posición de la válvula a cada uno de dichos amplificadores electro-hidráulicos, una resistencia variable, ajustadora de amplificación, conectada en circuito
10 con cada uno de los amplificadores electro-hidráulicos para variar la amplificación de los mismos, una fuente, de voltaje de tensión de rejilla eléctrico de corriente continua, de polaridad opuesta a dicha señal colocadora en posición de la válvula, una pluralidad de medios seleccionadores de tensión de rejilla, conectados a dicha fuente forzadora y activos para suministrar un voltaje de tensión de
15 rejilla seleccionado, diferente para cada uno de dichos amplificadores electro-hidráulicos por lo que pueden accionar las válvulas en secuencia, un divisor ajustable de voltaje,
20 conectado en circuito con cada uno de dichos medios seleccionadores de tensión de rejilla y procurando una entrada al amplificador electro-hidráulico, que es ajustable entre un nivel común de voltaje y el respectivo voltaje de ten-

11 ENE 1968



- 15.-

1
sión de rejilla y un mecanismo de transferencia conectado
para accionar dichas resistencias variables y todos excepto
uno de dichos divisores ajustables de voltaje, con el fin,
5 de rebajar simultáneamente las amplificaciones y reducir
los voltajes de tensión de rejilla a dicho nivel común de
voltaje para plena operación de arco o para incrementar si-
multáneamente la amplificación y aplicar dichos voltajes de
tensión de rejilla para operación de arco parcial de la
10 turbina.

6.- Disposición de control de turbina de vapor.

Según se describe y reivindica en la presente me-
moria descriptiva, y se ilustra con los planos que se adjun-
tan a la misma, cuya memoria consta de quince hojas foliadas,
15 escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, a 11 ENE. 1968

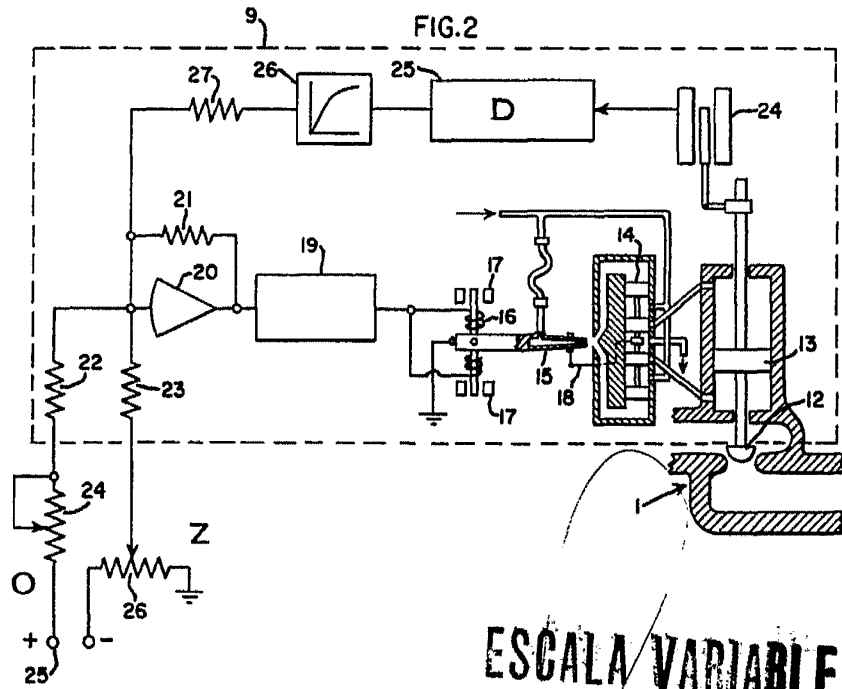
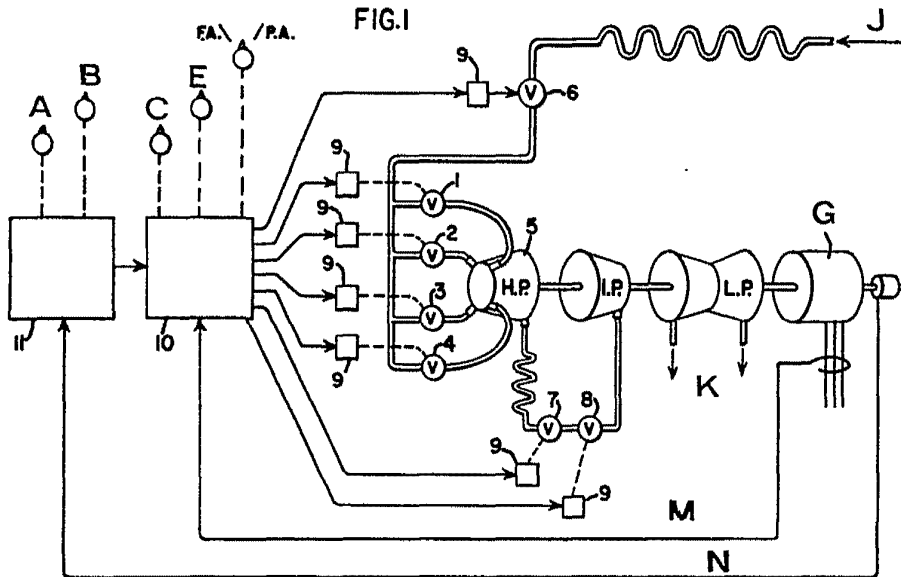
CARLOS ROEB



20

25

30

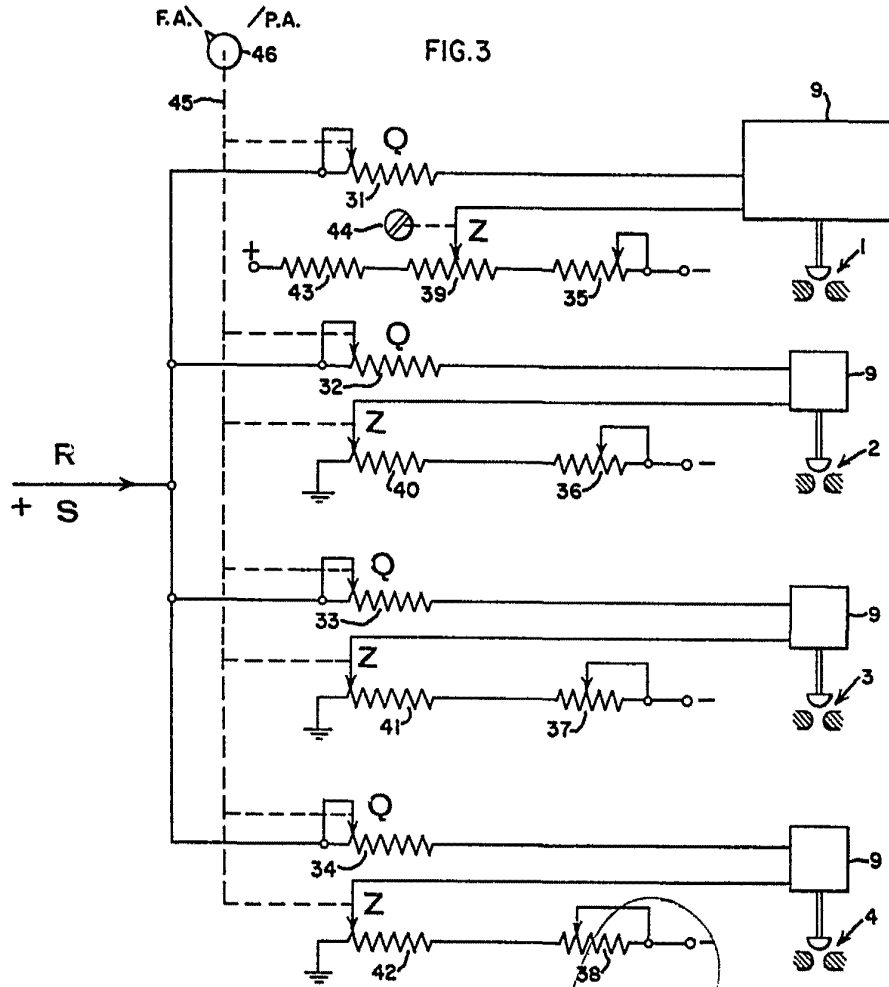


ESCALA VARIABLE

CARLOS ROEB
P. P.

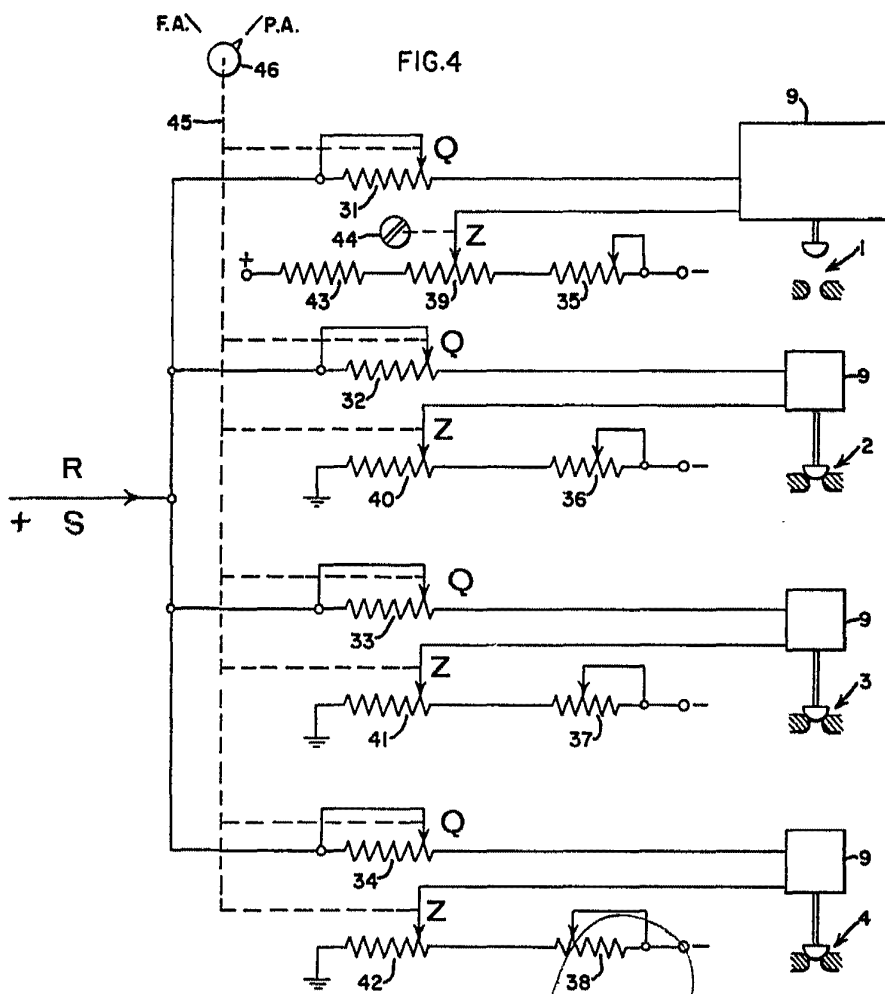
2.3.65

11 ENE 1965
10 315
MILZ CTR



ESCALA VARIABLE

CARLOS ROEB



ESCALA VARIABLE

CARLOS ROEB

100-1000

11 ENE 1960

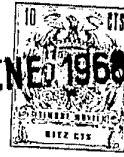
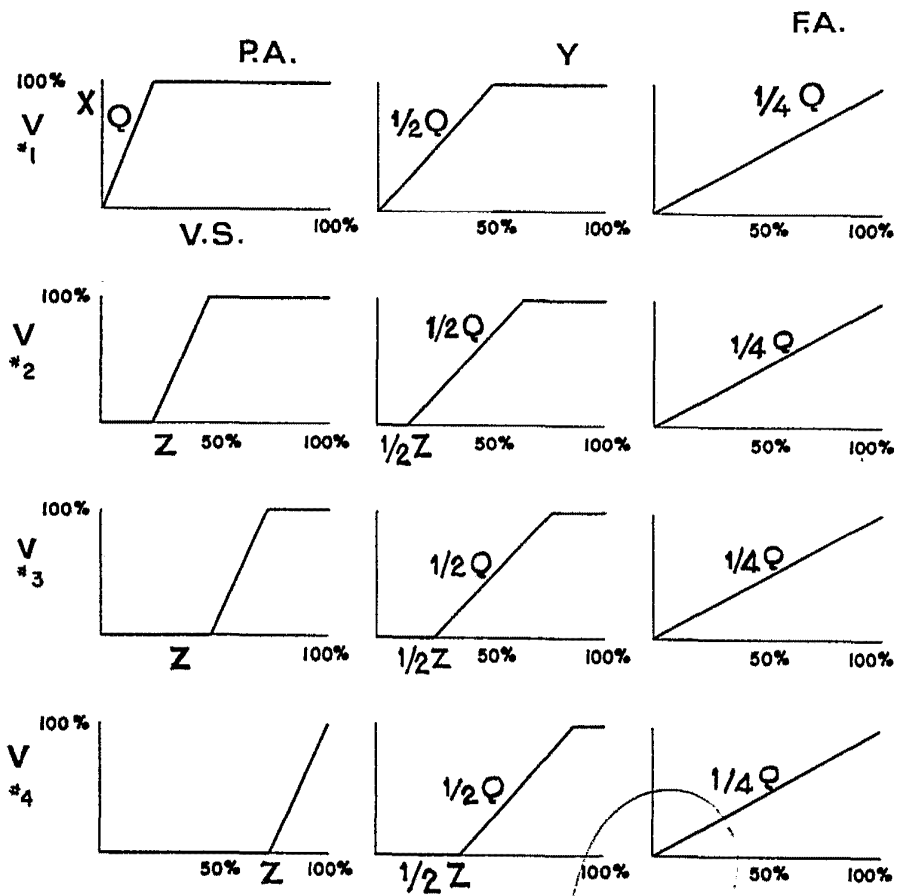


FIG.5



ESCALA VARIABLE

CARLOS ROEB
P. P.