

P - 35.196

H/Hr 3991/S/SP



340732

Memoria descriptiva

340732

para solicitar PATENTE DE INVENCION **por 20 años**

a nombre de THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LIMITED

entidad /~~de nacionalidad~~ británica

con domicilio en English Electric House, Strand, Londres,
Inglaterra

por: "UNA TURBINA O TURBINA-BOMBA REVERSIBLE"

(Clase Internacional F03b)



Este invento concierne particularmente a tur-
binas-bombas reversibles, es decir, a máquinas hidráulicas
que pueden actuar como una bomba o como una turbina.
Tales máquinas se usan, por ejemplo, en esquemas hidroeléct-
5 tricos en los cuales la electricidad fuera de las horas
punta se utiliza para accionar un motor eléctrico que im-
pulsas la máquina hidráulica como una bomba para transfe-
rir agua desde un depósito bajo a un depósito alto. Otras
veces, especialmente durante los periodos punta de deman-
10 da de electricidad, la máquina hidráulica es hecha marchar
a la inversa como una turbina accionada por agua desde el
depósito alto e impulsa un generador que es usualmente el
motor marchando a la inversa.

Una turbina-bomba reversible tiene normalmente
15 álabes de guía ajustables en derredor del rodete, y para
detener la máquina durante el funcionamiento como turbi-
na, los álabes de guía son hechos girar en torno a sus
ejes a posiciones en las cuales detienen el paso de agua
desde el conducto de alimentación al rodete. Este proce-
20 dimiento es llevado a cabo al final de cada periodo durante
el cual se requiere que la turbina-bomba funcione como una
turbina. También se dispone corrientemente que tenga lugar
automáticamente en el caso en que la carga sobre el genera-
dor se desconecte inesperadamente, para impedir que la má-
25 quina alcance una velocidad indeseablemente alta de emba-
lamiento, y para no desperdiciar agua del depósito alto.

Al final del periodo deseado de funcionamiento
de la turbina es normalmente posible preparar la detención
de la turbina reduciendo gradualmente la carga sobre el
30 generador. Sin embargo, otras veces, la carga sobre el ge-

27-6-67

340732



nerador puede ser cortada bruscamente y sin aviso, y en tales ocasiones se ha encontrado que pueden ocurrir oscilaciones severas de la presión del agua en el conducto de alimentación y en la máquina hidráulica. Estas oscilaciones pueden ser suficientemente severas para originar averías series a la máquina, o al conducto de alimentación, al excederse la presión de seguridad, y en el caso de una máquina con un eje vertical, los valores máximos de la presión pueden incluso ser suficientes para elevar el rodetete de la bomba turbina (junto con el rotor del generador si está acoplado sólidamente) fuera de su cojinete de empuje.

Esto puede aplicarse también a una turbina pura, y este invento es por lo tanto también aplicable a turbinas.

Se ha averiguado que esta oscilación de presión puede ser reducida considerablemente programando el movimiento de los álabes de guía de tal manera que, cuando la carga sobre la turbina es cortada bruscamente, los álabes de guía se mueven primero en forma relativamente rápida hacia sus posiciones cerradas pero, antes de realmente llegar a sus posiciones cerradas, empiezan a abrirse de nuevo durante un corto periodo antes de finalmente moverse lentamente hacia sus posiciones cerradas. Por lo tanto, consiste este invento en crear una turbina o una turbina-bomba reversible con un mecanismo de control de los álabes de guía que produce este programa de cierre de los álabes de guía, caracterizándose tal programa por el hecho de que consiste en una primera fase durante la cual los álabes son movidos en forma relativamente rápida hacia sus posiciones cerradas, pero que no se cierran completamente, una segunda fase du-



rante la cual son por lo menos reabiertos parcialmente, y una tercera fase durante la cual los álabes son movidos en forma relativamente lenta hacia sus posiciones cerradas.

5 El programa de cierre puede ser hecho entrar en acción de cualquier modo conveniente, por ejemplo en respuesta al corte de la circulación de corriente a través del generador (que puede accionar un servo-mecanismo controlado por un solenoide) o en respuesta a la elevación
10 de la velocidad de la turbina (percibida por un regulador) que resulta de la pérdida de carga.

El invento será ahora explicado mas detalladamente con referencia a los dibujos adjuntos. En estos dibujos:

15 La figura 1 es un gráfico que representa un grupo típico de curvas características para una turbina-bomba reversible.

La figura 2 es un grafico que muestra lo que acontece a una turbina-bomba corriente después de una pérdida
20 de carga durante el funcionamiento como turbina.

La figura 3 es un gráfico similar a la figura 2 pero que muestra en contraste lo que acontece a una turbina-bomba de acuerdo con este invento; y

25 La figura 4 es una vista en sección diagramática de una turbina-bomba típica a la que puede aplicarse este invento.

Como se muestra en la figura 4, la turbina-bomba incluye un rodete que tiene una corona 12 y una falda 14 interconectadas por los álabes 16. Alrededor de la periferia del rodete hay una cubierta en espiral 18 que, durante
30



el funcionamiento como turbina, entrega agua al rodete a través de los álabes de guía fijos 20 y de los álabes de guía ajustables 22, descargándose el agua al rodete a través de un tubo de aspiración 24. Un árbol 26 conecta el rodete al rotor de una máquina eléctrica (no representada) que puede marchar como un generador o como un motor. Los álabes de guía 22 están controlados por los ejes 23 y pueden ser hechos girar a posiciones en las cuales se aplican entre sí para detener sustancialmente la circulación de agua a dentro del rodete desde la cubierta en espiral.

Durante el bombeo, el rodete 10 aspira agua hacia arriba por el tubo de aspiración y la impele fuera de un tubo 28 que se extiende desde la cubierta 18. El tubo 28 sirve como el conducto de alimentación durante el funcionamiento como turbina; es decir, entrega agua a la turbina-bomba desde el depósito de alto nivel.

Un esbozo de teoría detrás del efecto de este invento se explica del mejor modo con referencia a un grupo típico de curvas características para una turbina-bomba, como se representan en la figura 1.

La figura 1 es un gráfico en el que se representa N/\sqrt{H} (velocidad unitaria) en función de Q/\sqrt{H} (cantidad unitaria), donde N es la velocidad de la turbina, Q es la cantidad de flujo de agua y H es la carga hidrostática en la entrada de la turbina. Se representan cuatro curvas características para cuatro ángulos diferentes de álabes de guía, A_1 a A_4 . La curva R representa el estado del par nulo de la turbina a diferentes ajustes de los álabes de guía. En otras palabras, debajo de la curva R la máquina no genera potencia sino que debe, en vez de ello, ser suminis-

340732



trada con potencia externa para mantener su rotación. De-
bajo del eje horizontal el valor Q es negativo; es decir,
la máquina está actuando como una bomba (aunque rotando
en la dirección opuesta a aquella en la que normalmente
5 bombea durante periodos fuera de punta);

Durante el uso normal como una turbina la má-
quina funciona en un punto X que está a la velocidad sin-
crónica (es decir la velocidad a la cual el generador im-
pulsado por la turbina genera electricidad de corriente
10 alterna a la frecuencia apropiada). Al perder subitamente
toda su carga, la máquina se acelera. Debido a la forma
descendente de las curvas características, un aumento de
velocidad resulta en una disminución de la cantidad uni-
taria (es decir Q/\sqrt{H}). Este efecto es aumentado mas ce-
15 rrando los álabes de guía, y cuando los álabes de guía al-
canzan el ángulo A_2 , el funcionamiento como turvina debe-
ría llegar y permanecer en el punto Y . Sin embargo, se
cree que debido a la inercia del agua dentro de la turbi-
na y en los conductos de aguas arriba y aguas abajo (lo
20 cual resulta en una elevación de presión inicial en la en-
trada de la turbina) y debido a la inercia de las partes
giratorios, el valor de N/\sqrt{H} aumenta mas alla del punto
 Y y oscila mas o menos entre el punto Y y un punto Z que
podría estar debajo del eje de cero (o encima del eje de
25 cero, pero debajo de la curva R), con una oscilación con-
secuente en la presión del agua.

Al llevar a cabo el presente invento, en lugar
de cerrar los álabes de guía todo el camino hasta el án-
gulo A_2 , tan pronto como se pierde la carga sobre la tur-
30 bina, se cierran los álabes de guía parte del camino y



luego se vuelven a abrir parcialmente, antes de cerrarlos finalmente con lentitud, de modo que el funcionamiento de la turbina sigue el lugar geométrico XPQ. En esencia esto permite que el aumento de presión inicialmente alto (origi-

5 nado por la inercia del agua) se desvanezca antes de que la máquina llegue al estado de par nulo. Después de haber alcanzado el punto Q, los álabes de guía pueden ser cerrados lentamente de modo que el punto de operación se mueva lentamente a lo largo de la curva de par nulo R.

10 En la práctica la reapertura de los álabes de guía (por ejemplo desde P hasta Q), puede detenerse en un punto adecuado próximo a la apertura completa de los álabes de guía (como se representa en la figura 1, donde la

15 apertura está detenida en A_6). Alternativamente los álabes de guía pueden ser reabiertos todo el camino de modo que el lugar geométrico de los puntos de operación se aproxime a la curva R algo asintóticamente.

La figura 2 muestra un ejemplo de un programa corriente de cierre de álabe de guía a continuación de una

20 pérdida de carga, representado en una base de tiempo.

Como se muestra, hay una oscilación de presión pronunciada poco después de pasar el punto Y, alcanzando en el caso representado un pico superior S y un pico inferior T. La primera onda de presión puede realmente ser una

25 elevación de presión (como se representa) o alternativamente un descenso de presión, dependiendo de las diversas características del diseño particular; En contraste la figura 3 muestra un programa de cierre de álabe según este

30 invento y muestra en particular como la reapertura de los álabes de guía (a lo largo de la parte de la curva V) des-

340732



pués del punto P en la figura 1, elimina la oscilación de presión pronunciada representada en la figura 2 y deja en lugar de ello solo una oscilación suave de presión sobre la parte W de la curva de presión.

5 Deberá notarse que las escalas de la figura 2 y 3 son diferentes. Además las escalas de tiempo representadas se refieren sólo a un ejemplo particular y pueden en la práctica variar para máquinas diferentes.

10 En general el mejor programa de cierre de álabes para cualquier máquina particular ha de ser determinado por experimento puesto que las características de máquinas diferentes varían, y además debido a que las características de funcionamiento de cualquier máquina determinada dependen también de las características de la instalación, por ejemplo de la longitud del conducto de alimentación.

15 La sincronización de las tres fases durante el programa de cierre de álabes a continuación de una pérdida de carga (y particularmente el punto en el tiempo en el cual se concluye la primera fase de cierre de álabes) deberá ser determinada individualmente para cualquier máquina determinada para evitar que el punto de operación de la máquina (como se representa en la figura 1) caiga debajo o sustancialmente debajo de la curva de par nulo.

20 La figura 3 representa la sincronización del programa de cierre de álabes en un ejemplo particular. En este ejemplo los álabes de guía en el punto P (después de que empiezan a volver a abrirse) han avanzado entre 75% y 85% de su carrera (es decir su movimiento angular desde sus posiciones completamente abiertas hasta sus posiciones cerradas). La segunda parte del programa de cierre (durante la



cual los álabes están reabiertos parcialmente) puede, por ejemplo, terminar cuando los álabes alcancen aproximadamente sus posiciones intermedias.

5 Esta solicitud que corresponde a la presentada en Gran Bretaña el 20 de Mayo de 1966, nº 22.716/66, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

10 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

15 1.- Una turbina o turbina-bomba reversible que tiene álabes de guía ajustables programados para cerrarse automáticamente, para detener o reducir sustancialmente el flujo de agua a través de la máquina en el caso de un corte brusco de la carga sobre la máquina durante el uso como turbina, caracterizada porque el programa de cierre de álabes consiste en una primera fase durante la cual
20 los álabes son movidos en forma relativamente rápida hacia sus posiciones cerradas, pero no se cierran completamente, una segunda fase durante la cual son reabiertos, por lo menos parcialmente, y una tercera fase durante la cual
25 los álabes son movidos en forma relativamente lenta hacia sus posiciones cerradas.



2.- Una turbina o turbina-bomba reversible según la reivindicación 1, en la cual la sincronización del programa de cierre de álabes impide que el punto de operación de la máquina, como se representa en un gráfico de cantidad unitaria en función de velocidad unitaria, descienda por debajo de la curva del par nulo.

3.- Una turbina o turbina-bomba reversible, según la reivindicación 1 o reivindicación 2, en la cual la segunda fase del programa de cierre empieza cuando los álabes se han movido aproximadamente 75% a 85% de su carrera hacia sus posiciones cerradas.

4.- Una turbina o turbina-bomba reversible. Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

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

Madrid,

4 JUL 1967

Albano de Eizabara
Por Eizabara

340732

30-6-67

IAG/



P - 35.196

Leyendas en las figuras 1, 2 y 3

- A - Flujo de agua
- B - Cantidad unitaria
- C - Rotación de turbina
- D - Velocidad unitaria
- E - Angulo de álabes de guía y carga hidrostática
- F - Carga hidrostática
- G - Angulo de álabes de guía
- H - Instante de pérdida de carga (punto X)
- t - Tiempo (segundos)

340732

340732

340732

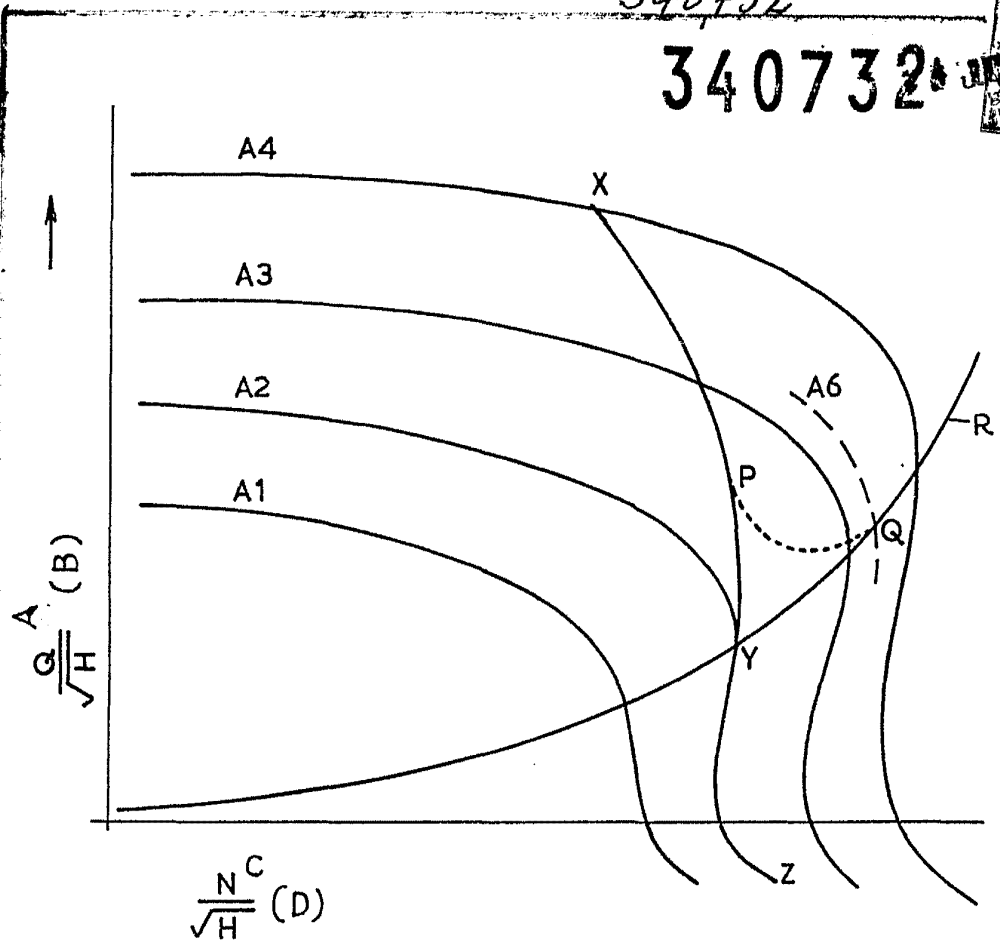


FIG. 1

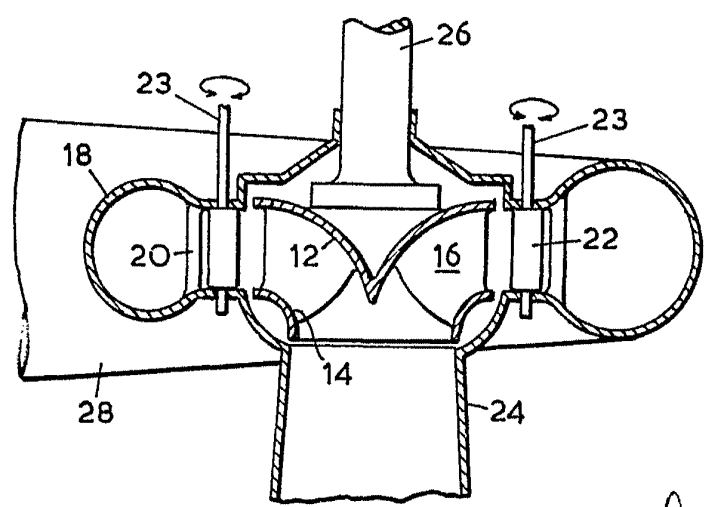


FIG. 4

Alberto de El...
Pat. Eng.

340732
340732

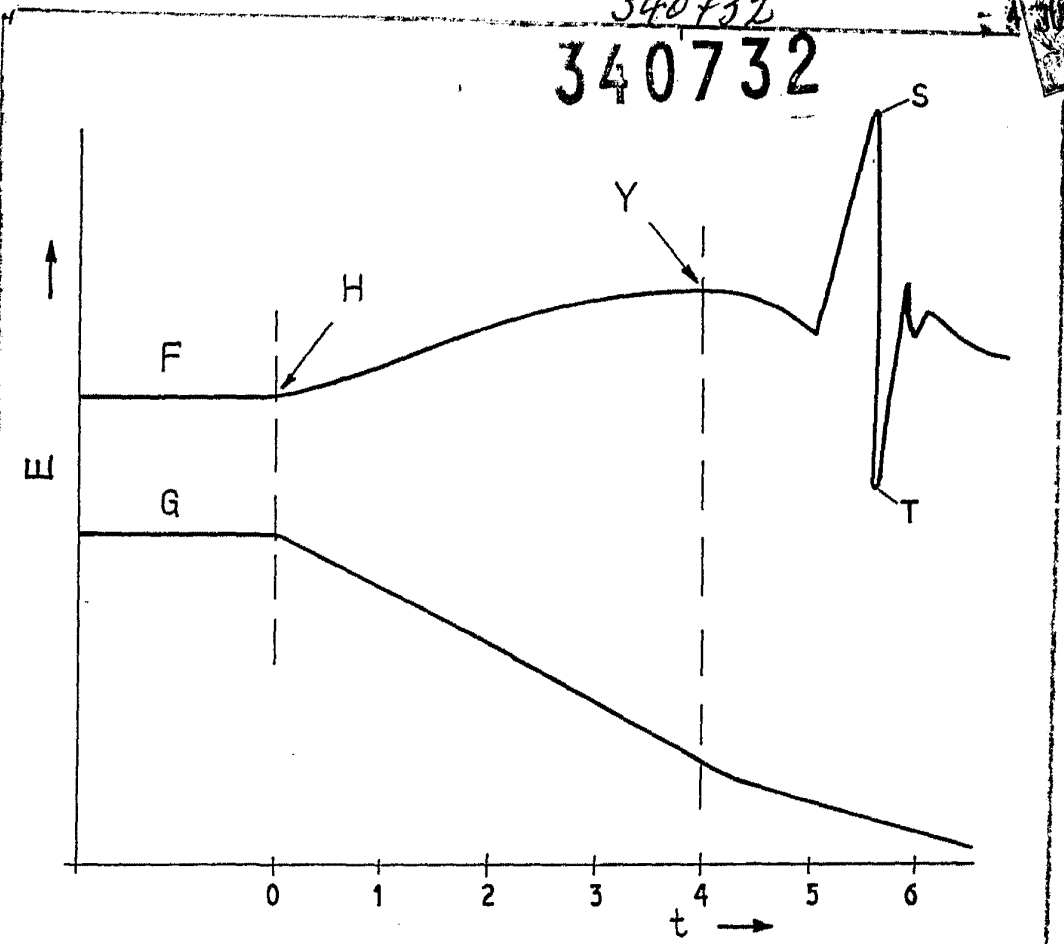


FIG. 2

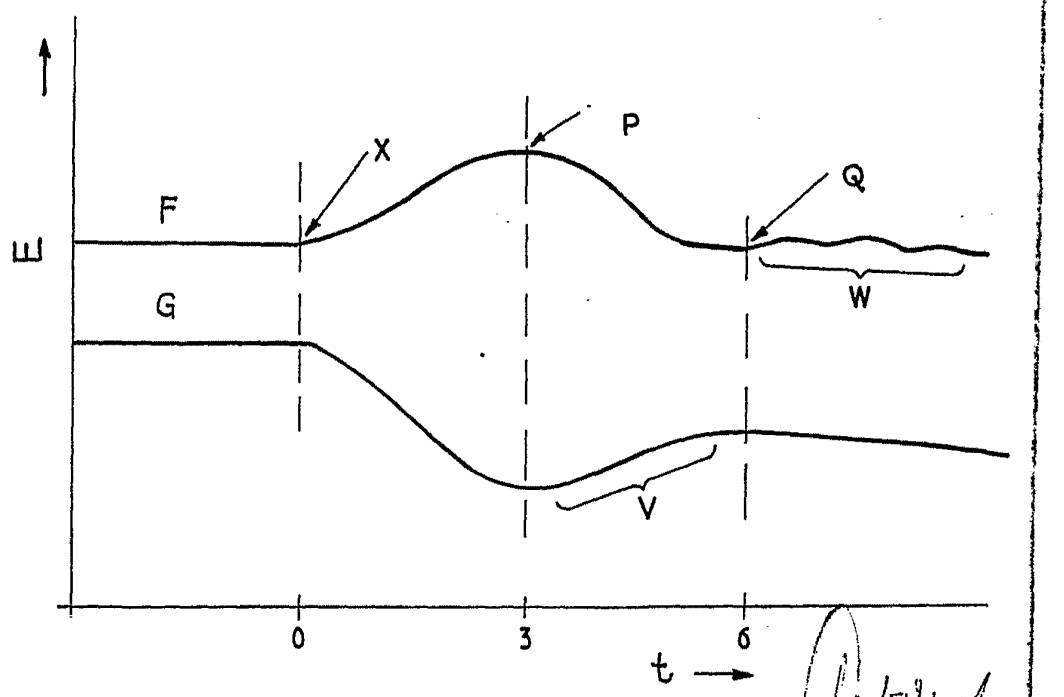


FIG. 3

Alberto de E...
Per...